



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

ANTONIO FLÁVIO COSTA PINHEIRO

**ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS TÉCNICOS DE
EXPLORAÇÃO NA ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE EM SÃO JOÃO DO
JAGUARIBE-CE NO CONTEXTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

FORTALEZA

2021

ANTONIO FLÁVIO COSTA PINHEIRO

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS TÉCNICOS DE
EXPLOTAÇÃO NA ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE EM SÃO JOÃO DO
JAGUARIBE-CE NO CONTEXTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Dissertação apresentada a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Itabaraci Cavalcante.
Coorientadora: Prof.^a. Dr.^a. Diolande Freire.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P718Á Pinheiro, Antonio Flávio Costa.

Águas subterrâneas, evolução dos sistemas técnicos de exploração na aluvião do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE no contexto do uso e ocupação do solo / Antonio Flávio Costa Pinheiro. – 2021.

304 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Itabaraci Cavalcante.

Coorientação: Profa. Dra. Diolande Freire.

1. Aluvião. 2. Água. 3. Tecnologia. 4. Captação. 5. Potabilidade. I. Título.

CDD 551

ANTONIO FLÁVIO COSTA PINHEIRO

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS TÉCNICOS DE
EXPLOTAÇÃO NA ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE EM SÃO JOÃO DO
JAGUARIBE-CE NO CONTEXTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Dissertação apresentada a Coordenação
do Programa de Pós-Graduação em
Geologia da Universidade Federal do
Ceará, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Geologia.
Área de concentração: Geologia Ambiental
e Recursos Hídricos.

Aprovada em: 29 / 11 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a. Diolande Ferreira Gomes Freire (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Milton Antônio da Silva Matta
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Dr. Enéas Oliveira Lousada
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha filha Yohana Pinheiro Rodrigues,
que, apesar da distância, está sempre
comigo nos meus sonhos, pensamentos e
no amor.

AGRADECIMENTOS

Ao cosmos;

A professor doutor Prof. Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante, meu orientador;

A co-orientadora professor doutora Diolande Ferreira Gomes Freire;

Ao Rafael Mota (Rafinha) que sempre disponível de forma educada ajudou bastantena parte de hidrogeologia,

Ao Laboratório de Hidrogeologia;

Laboratório de análises físico-químicas de água, da Universidade Federal do Ceará-UFC, Departamento de Geologia, sede em Fortaleza (Ceará)

A toda minha família (Maria das Candeias, Simone) e, em especial, Edimar Magalhães que me acompanhou em todos os campos;

A toda população de São João do Jaguaribe;

À professora do Ensino Médio do João Matos, Salete Daniel e seu filho João Barros pelas contribuições diversas;

Ao Jackson da “Max copia” que contribuiu na impressão final.

A UFC pela oportunidade do curso.

“Mesmo uma sociedade inteira, uma nação, ou, mais ainda, todas as sociedades contemporâneas reunidas não são proprietárias da Terra. São apenas possuidoras, usufrutuárias dela, e, como boni patres famílias [bons pais de famílias], devem legá-la melhorada às gerações seguintes.”

Karl Marx

RESUMO

Esta dissertação problematiza a aluvião no Baixo do rio Jaguaribe, em São João do Jaguaribe-CE, considerando a historicidade da produção espacial, no que concerne a dinâmica socioeconômica na interface da evolução técnica de exploração de água nesse aquífero freático com 57,96 km². Constitui uma pesquisa realizada em campo e em laboratório entre julho de 2019 e janeiro de 2020. Objetivo geral da pesquisa foi estudar os sistemas de captação de água subterrânea e a qualidade das águas subterrâneas da área através de análises físico-químicas, na interface com o uso e ocupação do solo. Foram mapeados 827 poços, sendo 817 (98,91%) dos poços cadastrados ocorrem na aluvião e somente 10 (1,09%) no Cristalino. Sistematizando os poços por categorias, 21,91% são tubulares, 38,80% são cacimbões e 39,29% são mistos. São poços rasos (freáticos) com profundidade média de 8,72m, máxima de 21,40m e mínima de 1,55m. Nível estático com média de 4,30m, máximo de 14,30m e mínimo de 0,05m. As colunas d'água (lâmina d'água) com média de 4,45m, máxima de 13,00m e mínima de 0,15m. Para avaliação qualitativa das águas, foram feitas análises físico-químicas e de 30 amostras. Nas análises físico-químicas das águas, além dos cátions e ânions maiores como sódio (Na⁺), o potássio (K⁺), o cálcio (Ca⁺⁺), magnésio (Mg⁺⁺), cloreto (Cl⁻), sulfato (SO₄⁼), bicarbonato (HCO₃⁻), quais são fundamentais no cálculo do balanço iônico, foram determinados, também, potencial hidrogeniônico (PH), sólidos totais Dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), além de sílica (SiO₂), dureza, dureza total, alcalinidade, alcalinidade em bicarbonato, alcalinidade total (CaCO₃), a série do nitrogênio: (NH₃), nitrito (HNO₂), nitrato (NO₃⁻), nitrogênio amoniacal total (N – NH₃); fluoreto (F⁻¹), ferro total (Fe), turbidez (UNT), alumínio (Al⁺³), fosfato reativo (PO₄⁻). A maioria das amostras estão dentro dos valores permitidos pela Portaria de Consolidação N^o 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA N^o 396/2008, com anomalias marcantes no parâmetro de ferro total, cloreto e turbidez. Consoante o Diagrama de U.S.S.L, 50,00% das amostras SE se enquadram “C₂ – S₁”, apresentando médio risco de salinização e baixo risco de sódio, aptas para quase toda as culturas. 26,66% se enquadram em “C₃ – S₁” (13%) e “C₃ – S₂” (13%), apresentam alto risco de salinização e médio risco de sódio. C₂-S são consideradas de médio risco de salinidade, devendo ser usadas com precaução, podendo ser utilizadas em solos silto-arenosos, siltosos ou areno-

argilosos quando houver uma lixiviação moderada do solo. Constatase que o desenvolvimento tecnológico, apesar de ter favorecido uma maior exploração das águas de superfície e subterrânea com maiores vazão e produtividade econômica, as pequenas e médias atividades agrícolas caracterizadas por pomares foram definindo pelos altos custos da energia elétrica, endividamento com pacotes tecnológicos que foram contaminando o solo e as águas, inclusive, algumas casas (as que podem comprar e estão cientes dos riscos) se abastecem de água engarrafada para beber, significando toda essa situação uma quebra do metabolismo de troca material e de energia na relação do homem com a terra.

Palavras-chave: aluvião; água; tecnologia; captação; potabilidade.

ABSTRACT

This dissertation analyzes the alluvium in the Lower Jaguaribe River, in São João do Jaguaribe-CE (State of Ceará), considering the historicity of spatial production, in relation to the socioeconomic dynamics at the interface of the technical evolution of water exploitation at this groundwater level of 57.96 km². This is an investigation carried out in the field and laboratory between July 2019 and January 2020. The general objective of the investigation was to study the groundwater intake systems and the quality of groundwater in the area through physicochemical analysis, in the interface usage-land occupation. 827 wells were mapped, with 817 (98.91%) of the wells recorded in the alluvium and only 10 (1.09%) in the Crystalline. Systematizing the wells by category, 21.91% are tubular, 38.80% are ravines and 39.29% are mixed. They are shallow wells (phreatic) with an average depth of 8.72 m, a maximum of 21.40 m and a minimum of 1.55 m. Static level with an average of 4.30 m, a maximum of 14.30 m and a minimum of 0.05 m. The water columns (water depth) with an average of 4.45 m, a maximum of 13.00 m and a minimum of 0.15 m. For the qualitative water evaluation, physicochemical analysis and 30 samples were carried out. In the physicochemical water analysis, in addition to larger cations and anions such as sodium (Na⁺), potassium (K⁺), calcium (Ca⁺⁺), magnesium (Mg⁺⁺), chloride (Cl⁻), sulfate (SO₄⁼), bicarbonate (HCO₃⁻) were also determined, fundamental in the calculation of the ionic balance, hydrogen ionic potential (PH), total dissolved solids (STD), electrical conductivity (EC), in addition to silica (SiO₂), hardness, total hardness, alkalinity, alkalinity in bicarbonate, total alkalinity (CaCO₃⁻), the nitrogen series: (NH₃), nitrite (HNO₂), nitrate (NO₃⁻), total ammonia nitrogen (N-NH₃); fluoride (F⁻¹), total iron (Fe), turbidity (UNT), aluminum (Al⁺³), reactive phosphate (PO₄⁻). Most of the samples are within the values allowed by the Consolidation Ordinance No. 5 issued on September 28, 2017 by the Ministry of Health (MS) and CONAMA Resolution No. 396/2008, with remarked anomalies in the total iron, chloride and turbidity parameters. According to the U.S.S.L Diagram, 50.00% of the SE samples fall under "C2 - S1", presenting a medium risk of salinization and low risk of sodium, suitable for almost all crops. 26.66% are included in "C3 - S1" (13%) and "C3 - S2" (13%), they present a high risk of salinization and a medium risk of sodium. C2-S are considered to have a medium salinity risk, should be used with caution, and can be used in silty-sandy, silty or sandy-clayey soils when there is moderate leaching from the soil. It seems that technological

development, despite having favored a greater use of surface and groundwater with greater flow and economic productivity, small and medium-sized agricultural activities characterized by orchards were reduced due to the high costs of electricity, indebtedness with technological packages that have been contaminating the soil and water, including some houses (those that can buy and are aware of the risks) are supplied with bottled water to drink, which means that the whole situation is a breakdown of the metabolism of material exchange and energy in the man-ground relationship.

Keywords: alluvion; water; technology; intake system; potability.

RESUMEN

Esta disertación analiza el aluvión en el Bajo Río Jaguaribe, en São João do Jaguaribe-CE (Estado de Ceará), considerando la historicidad de la producción espacial, en relación con la dinámica socioeconómica en la interfaz de la evolución técnica de la explotación del agua en este nivel freático de 57,96 km². Se trata de una investigación realizada en campo y laboratorio en el período comprendido julio de 2019 y enero de 2020. El objetivo general de la investigación fue estudiar los sistemas de captación de aguas subterráneas y la calidad de las aguas subterráneas en la zona a través de análisis fisicoquímicos, en la interfaz con el uso y ocupación del suelo. Se mapearon 827 pozos, con 817 (98,91%) de los pozos registrados en el aluvión y sólo 10 (1,09%) en el Cristalino. Sistematizando los pozos por categoría, el 21,91% son tubulares, el 38,80% son cañadas y el 39,29% son mixtos. Son pozos poco profundos (freáticos) con una profundidad media de 8,72 m, máxima de 21,40 m y mínima de 1,55 m. Nivel estático con una media de 4,30 m, máxima de 14,30 m y mínima de 0,05 m. Las columnas de agua (profundidad del agua) con un promedio de 4,45 m, máximo de 13,00 m y mínimo de 0,15 m. Para la evaluación cualitativa del agua se realizaron análisis fisicoquímicos y de 30 muestras. En el análisis físicoquímico del agua, además de cationes y aniones más grandes como sodio (Na⁺), potasio (K⁺), calcio (Ca⁺⁺), magnesio (Mg⁺⁺), cloruro (Cl⁻), sulfato (SO₄⁻), también se determinaron bicarbonato (HCO₃⁻), fundamentales en el cálculo del balance iónico, potencial iónico de hidrógeno (pH), sólidos disueltos totales (STD), conductividad eléctrica (EC), además de sílice (SiO₂), dureza, dureza total, alcalinidad, alcalinidad en bicarbonato, alcalinidad total (CaCO₃), la serie del nitrógeno: (NH₃), nitrito (HNO₂), nitrato (NO₃⁻), nitrógeno amoniacal total (N⁻NH₃); fluoruro (F⁻¹), hierro total (Fe), turbidez (UNT), aluminio (Al⁺³), fosfato reactivo (PO₄⁻). La mayoría de las muestras se encuentran dentro de los valores permitidos por la Ordenanza de Consolidación N° 5 del 28 de septiembre de 2017 del Ministerio de Salud (MS) y la Resolución CONAMA N° 396/2008, con marcadas anomalías en el parámetro de hierro total, cloruro y turbidez. Según el Diagrama U.S.S.L, el 50,00% de las muestras de SE se encuadran en “C2 - S1”, presentando riesgo medio de salinización y bajo riesgo de sodio, apto para casi todos los cultivos. El 26,66% se ubica en “C3 - S1” (13%) y “C3 - S2” (13%), presentan alto riesgo de salinización y riesgo medio de sodio. Se considera que los C₂-S tienen un riesgo medio de salinidad, debiendo usarse con precaución, y pueden utilizarse en

suelos limosos-arenosos, limosos o arenosos-arcillosos cuando hay una lixiviación moderada del suelo. Parece que el desarrollo tecnológico, a pesar de haber favorecido un mayor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas con mayor caudal y productividad económica, las actividades agrícolas pequeñas y medianas caracterizadas por huertos se fueron reduciendo debido a los altos costos de la electricidad, endeudamiento con paquetes tecnológicos que han ido contaminando el suelo y agua, incluidas algunas casas (las que pueden comprar y son conscientes de los riesgos) se abastecen de agua embotellada para beber, lo que significa que toda la situación es una ruptura del metabolismo de intercambio material y energético en la relación hombre-tierra.

Palabras-clave: aluvión; agua; tecnología; captación; potabilidad.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Métodos analíticos aplicados de acordo com APHA (2012).....	45
Quadro 2	– Classificação das águas para irrigação segundo o diagrama do U.S. Salinity Laboratory.....	50
Quadro 3	– Componentes Ambientais	58
Quadro 4	– Síntese das condições gerais das unidades geoambientais da regional	61
Quadro 5	– Aspectos climáticos.....	67
Quadro 6	– Distribuição da água no planeta em km ³	110
Quadro 7	– Erro teórico tendo como referência o erro prático máximo considerado os ânions ou os cátions	177
Quadro 8	– Erro teórico tendo como referência o erro prático máximo considerado os valores da condutividade elétrica.....	177
Quadro 9	– Balanço iônico das amostras analisadas	178
Quadro 10	– Classificação das águas subterrâneas com base no STD	185
Quadro 11	– Principais cátions causadores de dureza na água e os principais ânions associados	198
Quadro 12	– Classificação da água em função dos níveis de CaCO ₃	199
Quadro 13	– Espécies que contribuem na alcalinidade total da água na relação com o pH.....	205
Quadro 14	– Classificação da salinidade da água tendo como base a condutividade elétrica	258
Quadro 15	– Limites de STD para irrigação propostos pela Environmental Protection Agency-EPA	258
Quadro 16	– Tipos de água propostos pela Environmental Protection Agency-EPA, a partir dos valores de SAR	259

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Localização da área estudada	27
Mapa 2	– Compartimentação geoambiental do Município	58
Mapa 3	– MDT da área estudada e terrenos adjacentes	66
Mapa 4	– Variação pedológica da área estudada e adjacências	81
Mapa 5	– Unidades fito ecológicas	82
Mapa 6	– Geologia regional e local	106
Mapa 7	– Caracterização quantitativa da aluvião na área estudada	150
Mapa 8	– Zoneamento do Potencial Hidrogeniônico na área estudada	180
Mapa 9	– Zoneamento Tendencial de STD	183
Mapa 10	– Zoneamento tendencial de CE	187
Mapa 11	– Zoneamento tendencial de sílica	191
Mapa 12	– Zoneamento Tendencial de cálcio	194
Mapa 13	– Zoneamento tendencial de magnésio	196
Mapa 14	– Mapa de zoneamento de dureza total	200
Mapa 15	– Zoneamento tendencial de bicarbonato	203
Mapa 16	– Zoneamento de alcalinidade total	206
Mapa 17	– Zoneamento tendencial de amônia	209
Mapa 18	– Zoneamento tendencial de nitrito	213
Mapa 19	– Zoneamento tendencial de nitrato	216
Mapa 20	– Zoneamento tendencial de nitrogênio amoniacal total	219
Mapa 21	– Zoneamento tendencial de fluoreto	223
Mapa 22	– Zoneamento tendencial de cloreto	227
Mapa 23	– Zoneamento tendencial de sódio	231
Mapa 24	– Zoneamento tendencial do potássio	234
Mapa 25	– Zoneamento tendencial do ferro total	239
Mapa 26	– Zoneamento tendencial da turbidez	242
Mapa 27	– Zoneamento tendencial de sulfato	246
Mapa 28	– Zoneamento tendencial do alumínio	250
Mapa 29	– Zoneamento tendencial de fosfato reativo	254

LISTA DE FOTOS

Foto 1	– Vegetação de caatinga na SSD	83
Foto 2	– Vista panorâmica da vegetação do município	83
Foto 3	– Vegetação de carnaúba na área Aluvionar.....	83
Foto 4	– Vegetação de caatinga no CJ	83
Foto 5	– Visão panorâmica do RJ	85
Foto 6	– RJ com seus sedimentos arenosos	85
Foto 7	– Visão panorâmica da Lag. do Gabriel	86
Foto 8	– Visão panorâmica de Açude construído com pedras da localidade	86
Foto 9	– Pecuária caprina	88
Foto 10	– Pecuária bovina	88
Foto 11	– Cultura de milho	89
Foto 12	– Cultura de feijão	89
Foto 13	– Cultura irrigada de capim	89
Foto 14	– Cultura irrigada de banana.....	89
Foto 15	– Carnaubal antes do extrativismo	90
Foto 16	– Carnaubal depois do extrativismo	90
Foto 17	– Sedimentos arenoquartzosos.....	105
Foto 18	– Sedimentos siltoargilosos	105
Foto 19	– Resquício de cata-vento de madeira da déc. de 70.....	139
Foto 20	– Cata-vento atual de estrutura metálica	139
Foto 21	– Motor gasogênio	140
Foto 22	– Sistema elétrico para captação de água subterrânea.....	140
Foto 23	– Presença de embalagens de agrotóxicos próximo à boca do poço	143
Foto 24	– Presença de embalagem de agrotóxico no meio da plantação de feijão.....	143
Foto 25	– Agricultor pulverizando com herbicida.....	143
Foto 26	– Presença de embalagens de 20 L de agrotóxico	143
Foto 27	– Estiva de barro e madeira ligando as duas margens do rio	145
Foto 28	– Captação de água do rio para agropecuária	145
Foto 29	– Poço tubular de manilha.....	152

Foto 30 – Poço tubular em PVC	152
Foto 31 – Vista externa de cacimbão de alvenaria	153
Foto 32 – Vista interna de cacimbão de alvenaria	153
Foto 33 – Vista panorâmica de cacimbão de Anel	153
Foto 34 – Vista interna de Cacimbão de anel.....	153
Foto 35 – Visão externa de poço misto Anel x PVC	154
Foto 36 – Visão interna de poço misto Anel x PVC	154
Foto 37 – Visão panorâmica de poço misto Anel x PVC	154
Foto 38 – Visão panorâmica de poço misto Alvenaria x PVC	154
Foto 39 – Chiqueiro de porco e curral situados próximos a poço tubular ativo.....	157
Foto 40 – Embalagens de agrotóxicos situados nas adjacências de poço tubular ativo	158
Foto 41 – Embalagens de agrotóxicos situados nas adjacências de cacimbão de alvenaria inativo	158
Foto 42 – Poço tubular inativo sem laje de proteção e sem a presença de tampa	159
Foto 43 – Poço tubular ativo com laje de proteção e tampado com saco nylon.....	159
Foto 44 – Poço tubular ativo sem laje de proteção e sem a presença tampa	160
Foto 45 – Poço misto de Anel x PVC sem tampas	160
Foto 46 – Poço de alvenaria ativo tampado com madeira de carnaúba.....	160
Foto 47 – Poço de alvenaria ativo sem tampa de proteção	160
Foto 48 – A e B – Poços protegidos com tampas metálicas	161
Foto 49 – Cata-vento de estrutura de metal ativo	164
Foto 50 – Cata-vento de estrutura de madeira ativo	164
Foto 51 – Bomba centrífuga	164
Foto 52 – Bomba submersa	164
Foto 53 – Poço tubular ativo tampado com saco nylon.....	168
Foto 54 – Poço Misto Anel x PVC ativo sem tampa	168
Foto 55 – Poço cacimbão de alvenaria ativo sem tampa	168
Foto 56 – Poço tubular de manilha ativo sem tampa situado numa casa de proteção	168

Foto 57 – Poço tubular inativo de PVC com tampa.....	169
Foto 58 – Poço misto Alvenaria x PVC inativo sem tampa.....	169
Foto 59 – Poço cacimbão de alvenaria inativo sem tampa	169
Foto 60 – Poço tubular de manilha inativo sem tampa.....	169
Foto 61 – Cacimbão de anel assoreado sem tampa	170
Foto 62 – Cacimbão de alvenaria assoreado sem tampa	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Classificação iônica das águas de acordo com o Diagrama de Piper	48
Figura 2	– Classificação das águas para irrigação de acordo com o Diagrama <i>U.S Salinity Laboratory</i>	49
Figura 3	– Classificação de acordo com valores estimados de STD	50
Figura 4	– Diagrama de Piper.....	51
Figura 5	– Tela de ajustes de equação <i>Qualigraf</i>	52
Figura 6	– Município São João do Jaguaribe	56
Figura 7	– Mesorregião do Jaguaribe	57
Figura 8	– Localização do município de São João do Jaguaribe em relação aos domínios sedimentares e cristalino do estado do Ceará.	62
Figura 9	– Esboço Geomorfológico do Ceará.....	63
Figura 10	– Província Borborema: representação no contexto geológico atual	93
Figura 11	– Principais domínios dos terrenos pré-cambrianos do CE	94
Figura 12	– Compartimentação da Província Borborema em domínios.....	95
Figura 13	– Divisão tectônica da Província da Borborema	97
Figura 14	– Domínios tectônicos e principais estruturas da Província Borborema.....	98
Figura 15	– Representação contextualizada do perfil transversal do pacote aluvionar do Jaguaribe	149
Figura 16	– Classificação das águas subterrâneas de acordo com o Diagrama de U.S.S.L	260
Figura 17	– Diagrama de Piper para classificação iônica das águas	263

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Média pluviométrica por mês (1973-2020)	70
Gráfico 2	– Temperatura média/mês (período 1973 – 2020).....	71
Gráfico 3	– Média Mensal da evapotranspiração potencial do posto pluviométrico N° 134 (1973 a 2020)	76
Gráfico 4	– Média mensal da evapotranspiração real do posto pluviométrico N° 134 (1973 a 2020)	77
Gráfico 5	– Balanço Hídrico normal mensal	78
Gráfico 6	– Extrato do Balanço Hídrico mensal	78
Gráfico 7	– Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica.....	79
Gráfico 8	– Tipos de água com dados processados pelo programa <i>Qualigraf</i>	185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pluviosidade (mm) mensal do município de São João do Jaguaribe, Ceará (1973-2020)	68
Tabela 2 – Balanço Hídrico São João do Jaguaribe, Estação 134 (1973 - 2020)	74
Tabela 3 – Quantificação das Feições da Aluvião	150
Tabela 4 – Caracterização dos poços da aluvião	155
Tabela 5 – Categorização da natureza dos poços com medidas de profundidade, nível Estático e coluna d'água	155
Tabela 6 – Categorização dos revestimentos considerando todos os poços da área aluvionar	162
Tabela 7 – Categorização do revestimento dos poços da área aluvionar com medidas de profundidade, NE e coluna d'água	162
Tabela 8 – Profundidade dos poços, na área aluvionar, com a Presença d'água	165
Tabela 9 – Nível Estático (NE)	166
Tabela 10 – Colunas d'água.....	167
Tabela 11 – Categorização dos poços conforme as finalidades.....	171
Tabela 12 – Quantificação das amostras por classes, conforme o método USSL	261

LISTA DE SIGLAS

ABAS	Associação Brasileira de águas subterrâneas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGAPAN	Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural
ANA	Agência Nacional das Águas
APHA	American Public Health Association
AWWA	American Water Works Association
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CA	Capacidade de Armazenamento
CE	Condutividade Elétrica
CEASA	Centro Econômico de Abastecimento Sociedade Anônima -
CF	Constituição Federal
CJ	Complexo Jaguaratama
COELCE	Companhia Energética do Ceará
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico de Brasil)
DCC	Domínio Ceará Central
DEGEO	Departamento de Geologia
DCL	Dicloisocianurato Sódico Dihidratado
DMC	Domínio Médio Coreaú
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
DRGN	Domínio Litotectônico Rio Grande do Norte
DTM	Domínio da Zona Meridional
DRGN	Domínio Rio Grande do Norte
Ep	Erro Prático
EBCT	Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos
ECT	Correios e Telégrafos
ETP	Evapotranspiração Potencial
ETR	Evapotranspiração Real
FO	Faixa Orós
FEOP	Faixa Extremo Oeste Potiguar

FJ	Faixa Jaguaribe
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
FBCN	Fundação Brasileira para Conservação da Natureza
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPLANCE	Instituto de Planejamento do Ceará
LP	Lineamento Patos
mg/L	Miligramas por Litro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
MS/CM	Microsiemes por Centímetrol
meq/L	Mili-equivalente Por Litro.
NPK	Nitrogênio-Fósforo-Potássio
NE	Nível Estáticommm
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
ONG	Organização Não Governamental
USSL	United States Salinity Laboratory
pH	Potencial Hidrogeniôco
ppb	Parte Por Bilhão
ppt	Parte Por Trilhão
PIB	Produto Interno Bruto
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PPT	Pluviometria
PPP	Parcerias Público-Privadas
PROGERIRH	Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
PVC	Polietileno Vinil Carbono
RAS	Razão de Adsorção de Sódio
RJ	Rio Jaguaribe
SAR	Razão de adsorção de Sódio
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
ΣA	Somatório de Ânions

ΣC	Somatório de Cátions
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura do Estado Do Ceará
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SEPLAG	Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Estado do Ceará
SESA	Secretaria de Saúde do Estado do Ceará
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas - Governo do Estado do Ceará
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos –
SRH	Superintendência de Recursos Humanos
SGTPT	Suíte Granítica Tardi a Pós Tectônica
SSD	Suíte Serra do Deserto
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
T	Temperatura
TGS	Teoria Geral do Sistema
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
USSL	United States Salinity Laboratory
UTM	Universal Tranversa de Mercator
VMP	Valor Máximo Permitido
WEF	Water Environment Federation
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPA	Zona de Cisalhamento Portalegre
ZCSP	Zona de Cisalhamento Senador Pompeu

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
2	MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1	Abordagem Sistêmica	34
2.2	Abordagem Materialista Histórica Dialética	39
2.3	Procedimentos Técnicos Operacionais	42
3	ASPECTOS GEOAMBIENTAIS	55
3.1	Unidades Geoambientais	57
3.2	Aspectos Geológicos	61
3.3	Aspectos Geomorfológicos	63
3.4	Aspectos Climáticos	66
3.5	Balanco Hídrico	71
3.6	Aspectos Pedológicos	80
3.7	Aspectos Vegetacional	82
3.8	Aspectos Hídricos	84
3.9	Aspectos Socioeconômicos	87
4	GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL	91
4.1	Geologia Regional	99
4.1.1	<i>Subdomínio Jaguaribetano</i>	100
4.1.1.1	<i>Complexo Jaguaretama</i>	100
4.1.1.2	<i>Suíte Serra do Deserto</i>	100
4.1.1.3	<i>Granitoide Tardi a Pós-Orogênico</i>	101
4.1.1.4	<i>Formação Faceira</i>	101
4.2	Geologia Local	103
4.2.1	<i>Sedimentos Quaternários Holocênicos Aluvionar</i>	104
5	AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E OS SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO ...	107
5.1	A importância das águas	107
5.2	O interesse pela água subterrânea	113
5.3	As águas subterrâneas no Ceará	114
5.4	Pensando a Unidade Planejamento-Gestão Hídrica	117
5.5	O processo de modernização do campo	134
5.6	Recursos hídricos da área pesquisada	144
5.6.1	<i>Águas de superfície</i>	144

5.6.2	Águas subterrâneas	146
5.6.3	Domínios hidrogeológicos	146
5.6.3.1	<i>Domínio hidrogeológico cristalino</i>	146
5.6.3.2	<i>Domínio hidrogeológico sedimentar</i>	147
5.6.3.2.1	Sistema Hidrogeológico Faceira	147
5.6.3.2.2	Sistema Aluvionar	148
5.7	A construção dos poços	151
5.8	Aspectos dos poços	151
5.8.1	A natureza dos poços	152
5.9	Avaliação das obras de capacitação	156
5.9.1	Revestimento dos Poços	161
5.9.2	Diâmetro dos Poços	163
5.9.3	Tipo de Sistema de Bombeamento	163
5.9.4	Profundidade dos poços	165
5.9.5	Nível Estático (NE)	166
5.9.6	Coluna d'Água	167
5.9.7	Situação atual dos poços	167
5.9.8	Finalidade dos poços	170
5.10	Os sistemas técnicos na discussão acerca de tecnologia	172
6	HIDROQUÍMICA	175
6.1	Balanco Iônico e Coeficientes de Erro	177
6.2	Parâmetros Físico-químicos Analisados	179
6.2.1	Potencial Hidrogeniônico (pH)	179
6.2.2	Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	182
6.2.3	Condutividade Elétrica (CE)	186
6.2.4	Sílica	188
6.2.5	Cálcio	192
6.2.6	Magnésio	195
6.2.7	Dureza Total	197
6.2.8	Bicarbonato	201
6.2.9	Alcalinidade Total	204
6.2.10	Amônia	207
6.2.11	Nitritos	211
6.2.12	Nitratos	214

6.2.13	<i>Nitrogênio Amonical Total</i>	218
6.2.14	<i>Fluoreto</i>	220
6.2.15	<i>Cloretos</i>	226
6.2.16	<i>Sódio</i>	229
6.2.17	<i>Potássio</i>	232
6.2.18	<i>Ferro Total</i>	236
6.2.19	<i>Turbidez</i>	241
6.2.20	<i>Sulfato</i>	244
6.2.21	<i>Alumínio</i>	248
6.2.22	<i>Fosfato Reativo</i>	252
6.3	<i>Irrigação</i>	257
6.4	<i>Classificação Iônica</i>	262
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	264
	REFERÊNCIAS	273
	ANEXO A – MAPA GERAL DE POÇOS	292
	ANEXO B – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE POÇOS CACIMBÕES	293
	ANEXO C – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE POÇOS TUBULARES	294
	ANEXO D – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE POÇOS MISTOS	295
	ANEXO E – PLANILHA RESUMIDA DE POÇOS COM DADOS INFORMATIVOS	296

1 INTRODUÇÃO

Sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade.

Raul Seixas

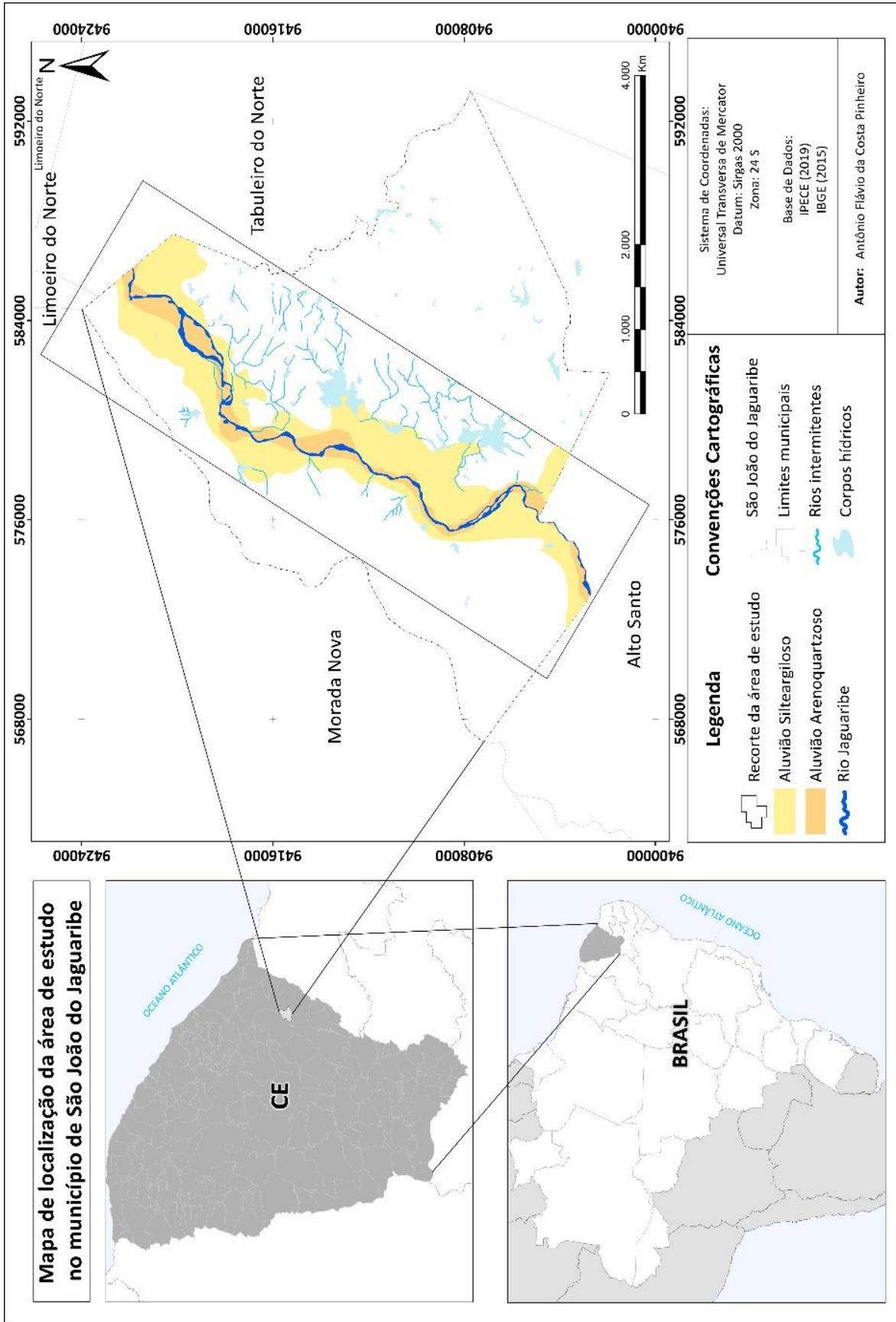
Esta dissertação discute aspectos quantiquantitativos do aquífero aluvionar do rio Jaguaribe, em São João do Jaguaribe-CE, na historicidade do uso e ocupação do solo, com ênfase nos aspectos construtivos dos poços, na qualidade físico-química das águas subterrâneas e na evolução dos sistemas técnicos de captação de água.

A área aluvionar estudada é de 57,96 km², com 54,85% correspondentes ao lado direito e 45,15% correlato ao lado esquerdo do referido rio. Foram cadastrados 816 poços, sendo 21,93% tubulares, 39,22% mistos e 38,85% cacimbas. Predominam os poços rasos com profundidade variando de 1,55 m a 21,40 m, com média de 8,73m; o nível estático (NE) variando de 0,050 m a 14,30 m, com média de 4,30m e lâmina de água variando de 0,15m a 13,10m, com média de 4,45m.

O trabalho de campo, as reflexões e a consequente produção desta dissertação foram desenvolvidas visando contribuir com os estudos hidrogeológicos no município localizado na transição da Sub Bacia do Médio Jaguaribe para a Sub Bacia do Baixo Jaguaribe, porção nordeste do estado do Ceará.

O município limita-se a Norte com Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte e Morada Nova; a Sul com Alto Santo; a Leste com Tabuleiro do Norte; a Oeste com Morada Nova. Possui 280,44 km² (0,19% do território cearense), altitude média de 51 m e distancia-se 172 km da capital Fortaleza. Está inserido na Carta Topográfica de Limoeiro do Norte SB.24-X-C-II (FEITOSA & BENVENUTI, 1998; IPECE, 2019). A área objeto de estudo abrange toda a aluvião que corta o município na direção Nordeste-Sudoeste (NE-SW), com área de 57,96 km². O acesso principal ao município, tendo como base Fortaleza, é feito através da rodovia BR-116 até Peixe Gordo, distrito do município Tabuleiro do Norte. Daí segue-se cerca de 10 km pela rodovia CE-377 até chegar à sede municipal (Mapa 1).

Mapa 1 – Localização da área estudada



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Para o desenvolvimento da pesquisa foi fundamental uma revisão de literatura e um pré-reconhecimento da área objeto de estudo através de análises de imagens de satélites, além da investigação *in situ*. É indiscutível que uma pesquisa bem desenvolvida se constitui numa estratégia inigualável quando se almeja a produção do conhecimento, que deve se realizar na práxis, ou seja, quando teoria e prática caminham juntas.

A revisão de literatura e a pesquisa *in loco* foram importantes para o exercício dos fundamentos teóricos e a compreensão da realidade concreta estudada, além de fomentar os questionamentos e reflexões para o mapeamento e para a problematização acerca da relação entre as qualidades físico-químicas das águas subterrâneas com o uso e ocupação do solo, no contexto da formação social vigente. O trabalho de campo foi de fundamental importância para exercitar concretamente os fundamentos da unidade dialética “teoria-prática” sobre o objeto estudado.

Acerca da geologia do município não foi encontrada na literatura e em produções cartográficas consultadas nenhuma referência de mapeamento geológico em escala de detalhe ou de sem detalhe no município, existindo apenas informações em escala regional, com destaque para Bizzi *et al.* (2003). Merece destaque, contudo, os estudos hidrogeológicos e geológicos (litologias e estrutural), em 120 km² no município, por Pinheiro e Pinho (2015). Como referência cartográfica em escala 1: 500.000, merece destaque Cavalcante *et al.* (2003).

No que concerne aos fundamentos teóricos e metodológicos, a discussão hidrogeológica na interface com o uso e ocupação do solo teve uma base filosófica sustentada pelos métodos de abordagem da análise sistêmica e da dialética histórica materialista.

A abordagem sistêmica é interdisciplinar e permite que, nas discussões e no diagnóstico, sejam considerados os diversos aspectos como um conjunto de atributos e não cada um deles isoladamente, descontextualizado do todo. Nessa perspectiva, foi possível avaliar e caracterizar os diversos componentes do sistema geoambiental da área, como geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrologia, cobertura vegetal, fauna e ação antrópica. Tem como base de sustentação a Teoria Geral dos Sistemas -TGS desenvolvida por Bertalanffy (2015), que se apresenta como uma forma de organização de sistemas complexos; é importante, portanto, para a unificação dos conhecimentos científicos.

A abordagem dialética marxista, a partir de Marx (2015, 2019), foi

indispensável para discutir o objeto de estudo, considerando o aquífero na relação com o uso e ocupação do solo, no contexto da formação social vigente, numa totalidade materialista e histórica. Esse método de análise e apreensão da realidade mostra-se capaz de superar o divórcio entre objetividade e subjetividade, real e ideal, existência e essência, estabelecendo a síntese no processo dialético que leva em conta a totalidade, sendo possível, assim, problematizar a realidade e apreender a sua essência.

No mapeamento hidrogeológico, a catalogação dos poços considerou os dados já existentes no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) e os obtidos em campo, quando foram mapeados, *in situ*, 827 poços. No mapeamento os poços foram caracterizados, conforme a especificidade de cada um, em cacimbão (poço escavado), tubular e misto.

Foram considerados, também, o nível estático (NE), profundidade do poço, lâmina d'água (coluna d'água), atividade ou inatividade, vulnerabilidade à contaminação, diâmetro, revestimento, uso e ocupação. Assim, a pesquisa é de caráter quantitativo e qualitativo. A pesquisa qualitativa foi fundamental para o entendimento da potabilidade das águas subterrâneas como um fenômeno social, pois a água é uma necessidade básica para a subsistência das comunidades e para produção econômica.

Esta dissertação está sistematizada em cinco capítulos, além da bibliografia e apêndice. No desenvolvimento dos mesmos foi feita a revisão de literatura, haja visto que é na originalidade e no referencial teórico que está a consistência e a essência de toda uma pesquisa. Para situar o leitor, foi feita, nesta introdução, uma sinopse de cada capítulo.

No Primeiro Capítulo é feita uma discussão Teórica e Metodológica, considerando os mecanismos, os instrumentos e, essencialmente, os métodos utilizados. Como métodos de abordagem foi feita a opção pela Teoria Geral do Sistema (TGS) e o Materialismo Histórico e Dialético.

No Segundo Capítulo é realizada uma contextualização do município de São João do Jaguaribe, onde fica a área aluvionar pesquisada. Foi feito um pequeno resgate sobre a história do município, situação geográfica, características geoambientais e aspectos socioeconômicos.

No Terceiro Capítulo é realizada uma abordagem da geologia regional. A área de estudo encontra-se inserida no Domínio Litotectônico Rio Grande do Norte

(DRGN), no contexto da Província Borborema, que constitui a porção mais ocidental de uma unidade tectônica maior, concentrada entre os crátons Oeste-Africano, Amazônico e São Francisco Congo, estendendo-se por baixo da Bacia do Parnaíba e, possivelmente, incluindo a Faixa Araguaia e parte setentrional da Província Tocantins.

O Domínio Litotectônico Rio Grande do Norte é tido como um segmento litosférico, localizado a norte do Lineamento Patos (LP) e a leste da Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), formado pela colagem e amalgamento de fragmentos crustais, envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissicos migmatíticos de idade paleoproterozoica e sequências supracrustais paleo a neoproterozoicas, formadas durante a Orogênese Brasileira. A regional abrange terrenos do Subdomínio Jaguaribetano, com a presença do Complexo Jaguaretama, Suíte Granitoide Serra do Deserto, Supersuíte Granitoide Tardi a Pós-orogênico Indiferenciada, Formação Açú do Grupo Apodi, Formação Faceira do Grupo Barreiras e Deposições Quaternárias como as aluviões.

No Quarto Capítulo foi desenvolvida uma discussão sobre a importância das águas, essencialmente as subterrâneas, no contexto de substância fundamental para a vida no sentido amplo e enquanto recurso para as diversas atividades econômicas. Sobre a água subterrânea da área, foi estabelecida a relação com o uso e ocupação do solo, considerando o processo de modernização do campo não só no aspecto tecnológico, mas também no modo de pensar, no modo de vida.

Granjeou-se estudar os aspectos qualitativos das águas da aluvião do rio Jaguaribe, sendo mapeados 827 poços que foram sistematizados em poços tubulares, cacimbas e poços mistos. No âmbito qualitativo das águas foram realizadas análises físico-químicas de 30 pontos.

As análises foram feitas em concordância com a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) – Anexo XX, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e, com a Resolução CONAMA Nº 396/2008.

No Quinto Capítulo foi feita a opção por considerações finais, por considerar que o conhecimento se realiza numa contínua (re)construção, no sentido de que pode ser (re)formulado e até mesmo negado, conforme a construção de novas pesquisas.

Questionando as fragmentações dos estudos e das produções textuais, defendendo o princípio da totalidade na produção do conhecimento, considerando o particular inserido no todo e as inter-relações entre os diversos aspectos, os resultados da pesquisa não ficaram fragmentados num capítulo isolado, o que é desnecessário e simplista, mas no corpo do relatório como um todo, o que não deixa de ser compreensivo.

Diante da situação apresentada, além do mapeamento geológico que contribui para um melhor entendimento da geologia local em escala de semidetalhe, a realização de um estudo quantitativo e qualitativo das águas subterrâneas, considerando os poços tubulares, mistos e cacimbões, pode contribuir na perspectiva de intervenções particulares e por parte do poder público para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos.

Diante do contexto apresentado, esta dissertação possui justificativa e relevância no que concerne à produção do conhecimento e contribuição social. A pesquisa teve como objetivo geral realizar o mapeamento geológico e estudar a qualidade das águas subterrâneas da área através de análises físico-químicas e bacteriológicas, na interface com o uso e ocupação do solo.

A pesquisa teve como objetivo geral compreender quantiquantitativamente o aquífero aluvionar do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe-CE, em essencial as condições físico-químicas de suas águas e analisar a evolução tecnológica de captação das águas subterrâneas na área estudada com suas implicações socioeconômicas e ambientais.

Os principais objetivos específicos são: categorizar e quantificar os poços (cacimbão, tubular, misto); quantificar os níveis estáticos, lâminas d'águas (colunas d'águas), profundidades, considerando principalmente os valores máximo, mínimo e média; quantificar os diâmetros, considerando os valores máximo, mínimo e médio; determinar o uso da água; analisar as condições de vulnerabilidades no que concerne à poluição e contaminação; qualificar os tipos de revestimento; analisar e discutir as condições físico-químicas das águas; discutir a evolução tecnológica de captação de água subterrânea e suas implicações socioeconômicas e ambientais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

[...] me aproximo, de novo, da questão da inconclusão do ser humano, de sua inserção num permanente movimento de procura, [...] rediscute a curiosidade ingênua, virando epistemologia.

Paulo Freire

No primeiro momento da produção do conhecimento se tem a pergunta de partida e a elaboração dos procedimentos na busca das respostas possíveis. Assim, o pesquisador defende o objetivo e como chegar lá. Cada escola do pensamento científico dispõe de um método, de um conjunto de conceitos considerados adequados à compreensão do objeto de estudo. Conforme a abrangência do método utilizado, o determinado objeto de estudo pode ser visto nos limites de uma especificidade ou numa apreensão de totalidade. O método científico é o caminho da ciência para alcançar um objetivo, comportando processos mentais e modos gerais de se conduzir a trajetória “teórico-metodológica” da pesquisa.

Entende-se que o método deve estar a serviço do pesquisador e não o inverso, e que não existe um único método que seja considerado adequado a todos objetos de estudo com suas problemáticas. Este não deve ter, então, um caráter absoluto, mas sim flexível.

Enquanto o método é o caminho pensado e a ser trilhado pelo pesquisador, desde a construção da problematização até o final da pesquisa, a metodologia está mais no âmbito da epistemologia, da reflexão acerca do método ou dos diversos métodos, ou seja, se constitui como a ciência que estuda os métodos de produção do conhecimento desenvolvido. Para Minayo (1999), constitui o planejamento racional organizado e analítico de conduzir a pesquisa, articulando o método, as estratégias e os procedimentos (técnicas e instrumentos). Então, é o caminho e os instrumentais teóricos e técnicos necessários para problematização da realidade.

Como ressalta Minayo (1999, p.22): “faz parte intrínseca da visão social de mundo veiculada na teoria”. Inclui, portanto, as concepções teóricas de abordagem, conjunto de técnicas que possibilitam a apreensão do objeto além de fomentar o potencial criativo do pesquisador. Com efeito, a metodologia deve ser constituída de um conteúdo que possa dar sentido à problematização e favorecer o conhecimento sobre o objeto. Não deve ser confundida, portanto, com o conteúdo (teoria) nem com os métodos e técnicas.

Apesar de considerar as regras estabelecidas para o método científico, estando ligada com as práticas e técnicas usadas para reunir, processar, manipular e interpretar informações, a metodologia está além da simples descrição dos métodos e técnicas a serem utilizados na pesquisa. Na abordagem do objeto de estudo, a metodologia considera o método, materiais, técnicas de análises, além de indicar a teoria. Abrange, assim, reflexão filosófica, caminho e o instrumental necessários para problematização e compreensão da realidade pesquisada.

Na busca de compreensão do real, os pensadores elaboraram teorias do conhecimento para responder aos desafios de seu contexto histórico. Isso possibilita divergências no entendimento desse real, que o concebemos como um todo contraditório, processual, em constante mudança. Daí a importância do método, que se estabelece na relação entre a teoria e o objeto de estudo que se pretende analisar e explicar o seu contexto.

A teoria remete a uma maneira de ver o mundo, de compreender o objeto que está sendo estudado, fazendo uso de conceitos e categorias que serão empregados para possibilitar a leitura da realidade. O pesquisador deve considerar e dialogar com as construções mentais já desenvolvidas por outros para elaborar o seu próprio quadro teórico. Remete a generalizações, ainda que estas se destinem a um objeto específico ou a um estudo de caso delimitado pela pesquisa. Os aspectos teóricos e metodológicos não devem ter um caráter absoluto, mas sim flexível. Para a escolha do referencial teórico, foi importante refletir sobre o processo de produção do saber, pois, na postura de sujeitos do conhecimento que se pretende ter, é preciso entender que todo conhecimento tem de ser contextualizado, visto que tem uma historicidade, ou seja, é historicamente construído. Como advoga Karl Marx (2015), ao contrário dos outros animais o ser humano não é somente um ser biológico, mas também cultural, produto e produtor de sua realidade. Enquanto as outras espécies obedecem a determinações naturais, o homem produz através do trabalho, das relações sociais, dos instrumentos tecnológicos, do conhecimento a sua própria história.

Diante do que foi ressaltado, é medular enfatizar que na construção desta dissertação, mesmo sendo no campo da Geologia, foi considerado que os aspectos geológicos não se apresentam estáticos e não devem ser compreendidos apenas no nível do aparente. Na realidade, são dinâmicos, inseridos numa historicidade natural. Como a realidade não é imóvel, o conhecimento desenvolvido sobre ela não pode ser

hermético. É construído a partir de uma base teórica, sendo, portanto, influenciado pela escolha do referencial teórico.

Para discussão dos fenômenos da *physis*, ou seja, da natureza em seus aspectos diversos aspectos como as condições físico-químicas em suas relações com as litologias com suas mineralogias, foi feita predileção pela análise sistêmica, fundada na Teoria Geral dos Sistemas (TGS), contribuindo principalmente para as conexões entre os aspectos qualitativos das águas com as litologias e sedimentos adjacentes ao aquífero.

A abordagem da dialética materialista foi fundamental para a produção das reflexões e desenvolvimento da compreensão do aquífero e dos sistemas de captação de água na conexão do aquífero e dos sistemas técnicos de exploração das águas subterrâneas coo o uso e ocupação do solo no contexto da historicidade da formação social vigente.

2.1 Abordagem Sistêmica

Perante o exposto, percebe-se que a “ciência moderna”¹, com seu método, deve ser pensada a partir das contribuições e do debate entre as diversas teorias filosóficas para as diversas ciências, cada uma com seu objeto específico de estudo em suas complexidades.

Nas partes fragmentadas, a partir do todo, as relações não são necessariamente fortes, podendo ser fracas ou até mesmo inexistentes, sendo abordadas lógica e matematicamente para serem reunidas. As relações são também consideradas lineares, numa condição de aditividade, com o entendimento do comportamento do “todo” da mesma forma do comportamento das partes. Isso não satisfaz a abordagem sistêmica que procura vê as partes em interações complexas.

Diante das limitações da abordagem analítica do método da ciência moderna, enfim, em contraposição à sua forma de pensar influenciada pelos estudos de Galileu Galilei e de Isaac Newton, ao método analítico mecanicista, ao empirismo,

¹ A ciência moderna é caracterizada por sua crescente especialização, determinada pela enorme soma de dados, pela complexidade das técnicas e das estruturas teóricas de cada campo. Assim, a ciência está dividida em inumeráveis disciplinas que geram continuamente novas subdisciplinas. Em consequência, o físico, o biólogo, o psicólogo e o cientista social estão, por assim dizer, encapsulados em seus universos privados, sendo difícil conseguir que uma palavra de um casulo para outro. Procedimento analítico significa que uma entidade pode ser estudada resolvendo-se em partes e, por conseguinte, pode ser constituída ou reconstituída pela reunião destas partes (BERTALANFFY, 2015, p. 54)

ao positivismo e neopositivismo também se desenvolveu, no século XX, o pensamento sistêmico, que não nega a racionalidade, mas sustenta que ela não oferece parâmetros suficientes para o desenvolvimento humano e para descrição e compreensão do universo material. Com uma visão de interdisciplinaridade, foi visto na época como um paradigma emergente, tendo como representantes cientistas, pesquisadores, filósofos e intelectuais de vários campos.

O termo “sistema” se origina da combinação de dois radicais gregos: *syn*, que corresponde ao *cum* latino e significa “junto”, “associado”; *thesis* significando “composição”, “união”. Seu sentido literal dá ideia de uma construção solidária, unificada. O conceito é pensado como uma complexidade de componentes em interação, típico das totalidades organizadas, como interação, controle, mecanização, centralização, competição, finalidade etc., aplicado a fenômenos concretos.

Entre os aspectos característicos de um sistema pode-se destacar: é composto por partes que devem se relacionar de forma direta ou indireta; é limitado pelo ponto de vista do observador ou um grupo de observadores; pode ser aberto ou fechado; pode abrigar outro sistema; é vinculado ao tempo e espaço; qualquer sistema possui uma ordem hierárquica, ou seja, sempre existe uma parte que subordina outras.

Para entender a visão sistêmica é preciso delinear as características do sistema, considerando, em essencial, as fortes e complexas interações entre as partes e que o todo é mais do que a soma das partes; significa dizer que o sistema é algo superior à união das partes, apresentando propriedades, fatos novos, emergentes que não estavam presentes nas partes. Portanto, para entender um sistema e suas partes, não se pode cair no equívoco de estudar as partes isoladamente, pois desprezar as interações de uma parte com as restantes do sistema não é apropriado para o estudo das partes ou do sistema como um todo.

A visão sistemática, então, é a capacidade de identificar as ligações de fatos particulares do sistema como um todo. Foi desenvolvida a partir da necessidade de explicações complexas exigidas pela ciência. Concebe a realidade estudada como um todo que interage com o mundo externo de forma complexa; por sua vez o todo está dividido em partes bem definidas que interagem entre si, também de forma complexa.

A partir do pensamento sistêmico², o biólogo Ludwig Von Bertalanffy desenvolveu a Teoria Geral dos Sistemas (TGS)³, tida como uma investigação científica de conjuntos e totalidades, diante de realidades que, com o desenvolvimento técnico e científico do mundo contemporâneo, tornam-se cada vez mais complexas. Sobre o pensamento sistêmico como paradigma para a produção do conhecimento, Bertalanffy (2015, p.15-16) diz:

[...] temos a filosofia dos sistemas, isto é, uma reorientação do pensamento e da concepção de mundo decorrente da introdução do 'sistema' como novo paradigma científico (em contraste com o paradigma analítico, mecanicista, causal numa só direção da ciência clássica). Como toda teoria científica de objetivo mais amplo, a teoria geral dos sistemas tem seus aspectos 'metacientíficos' ou filosóficos. O conceito de 'sistema' constitui um novo 'paradigma', na expressão de Thomas Kuhn, ou como colocado pelo autor do presente livro (1967), uma 'nova filosofia da natureza', contrastando com as 'cegas leis da natureza' da concepção mecanicista de mundo e do processo mundial como uma história shakespeariana contada por um idiota, com um ponto de vista organísmico do 'mundo como uma grande organização'.

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que apresenta caráter interdisciplinar, foi elaborada com a finalidade de transcender os problemas exclusivos de cada ciência, proporcionando princípios gerais e modelos gerais para as ciências envolvidas, de modo que as descobertas efetuadas em cada uma pudessem ser utilizadas pelas demais.

Na abordagem sistêmica a biologia, enquanto ciência, passou a se preocupar não só com o nível físico-químico ou molecular dos organismos, assim como com níveis mais elevados da organização da matéria viva. Os organismos vivos passaram a ser estudados enquanto sistemas, considerando os diferentes níveis de complexidade, sem desconsiderar cada nível (hierarquia) com suas especificidades. Em qualquer hierarquia de sistemas, a manutenção dessa hierarquia acarretará um conjunto de processos de troca de informações (comunicação) com a finalidade de regular o sistema (controle). Acerca dos principais propósitos da Teoria Geral dos

² É importante não confundir "análise de sistemas" que está relacionada com os sistemas de informação, se constituindo como um tipo particular de sistema, com "pensamento sistêmico" que tem um sentido mais geral e não se preocupa com um tipo particular de sistema.

³ O termo "Teoria Geral dos Sistemas" foi introduzido num sentido universal. Pode-se naturalmente limitá-lo ao significado "técnico", no sentido da teoria matemática (como é feito muitas vezes), mas isto parece desaconselhável pelo fato de haver muitos problemas de "sistemas", pedindo uma "teoria" que acaba não estando disponível no momento em termos matemáticos. Portanto, o termo "Teoria da Evolução", que abrange quase tudo, desde a escavação de fósseis, anatomia e a teoria matemática da seleção; ou "Teoria do Comportamento", que vai desde a observação de pássaros até as sofisticadas teorias neurofisiológicas. O que importa é a introdução de um novo paradigma (BERTALANFFY, 2015, p.13).

Sistemas, Bertalanffy (2015, p.63) destaca:

- 1) Há uma tendência geral no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais;
- 2) Esta integração parece centralizar-se em uma teoria geral dos sistemas;
- 3) Esta teoria pode ser um importante meio para alcançar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência;
- 4) Desenvolvendo princípios unificadores que atravessam “verticalmente” o universo das ciências individuais, esta teoria aproxima-nos da meta da unidade da ciência;
- 5) Isto pode conduzir à integração muito necessária na educação científica.

Com tal perspectiva, a unificação da ciência passou a ganhar um aspecto integrador, envolvendo não apenas a física, mas os níveis social, biológico e de comportamento. Esta visão acentua a necessidade não apenas de especialistas, mas também de equipes interdisciplinares.

Os problemas da organização das partes, a serviço da conservação do organismo, da regulação após perturbações provenientes do ambiente, eram deixados de lado, ou, conforme o vitalismo, explicavam-se somente pela ação de fatores anímicos, o que caracterizava a decadência da ciência. Buscava-se, então, um ponto de vista chamado organísmico, tendo os organismos como coisas organizadas. Na concepção tradicional da física, da química e da biologia os sistemas são tidos como fechados, portanto isolados em seus ambientes. No entanto, a partir a concepção de sistemas abertos não pode ser negada como defende Bertalanffy (2015, p. 65):

Encontramos sistemas que por sua própria natureza e definição não são sistemas fechados. Todo organismo vivo é, essencialmente, um sistema aberto. Mantêm-se em contínuo fluxo de entrada e de saída, conserva-se mediante a construção e a de composição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário, que é distinto do último. Isto constitui a própria essência do fenômeno fundamental da vida, que é chamado de metabolismo, os processos químicos que se passam no interior das células. Que pensar então? Evidentemente, as formulações convencionais da física são em princípio inaplicáveis ao organismo vivo enquanto sistema aberto e estado estacionário, e podemos bem suspeitar que muitas características dos sistemas vivos que são paradoxais em face das leis da física constituem uma consequência deste fato [...] Só nos últimos anos é que teve lugar uma expansão da física com o fim de incluir os sistemas abertos.

A aplicação da Teoria Geral dos Sistemas – TGS – teve início nos Estados Unidos na primeira metade do século XX, principalmente com os estudos de Bertalanffy a partir da década de 1920, que apesar de sua formação neopositivista, com seus estudos em biologia e em termodinâmica, passou a questionar o enfoque mecanicista de inspiração cartesiana, passando a defender uma concepção

organísmica, considerando o organismo como totalidade sistêmica.

A ideia de sistema já está presente na produção do conhecimento desde a filosofia clássica grega com os filósofos Sócrates, Platão e Aristóteles passando pelos filósofos da modernidade como Kant e Hegel que fazendo o uso desse conceito para compreensão da natureza e do ser humano em suas complexidades utilizavam desse conceito à medida que procuravam formas de compreender e explicar os acontecimentos, fenômenos da natureza e o comportamento humano.

A TGS, portanto, não se resume ao mundo convencional das ciências físicas e biológicas, mas se estendia a diferentes áreas do conhecimento. A adoção do método de abordagem sistêmico consiste na habilidade em compreender os sistemas, ou seja, ter o conhecimento do todo, pois, como já foi enfatizado, em todo sistema, cada parte se comunica com as outras de forma complexa de modo que seu estudo não deve ser isoladamente das outras partes.

Para compreender o comportamento das partes, será necessário considerar a parte no lugar onde ela deve estar dentro do organismo. Considera que para estudar uma parte do organismo, não podemos isolar a parte e assumir que a mesma não interage com outras partes.

Para estudar o funcionamento do organismo, como um todo, devemos considerar simultaneamente o funcionamento de todas suas partes, interagindo umas com as outras. Até mesmo a humanidade em suas individualidades, em suas relações os seres humanos estão inseridos em complexidades sistêmicas físico-químicas, biológicas, psicológicas, culturais, socioeconômicas. A avaliação sistêmica permite uma compreensão interdisciplinar sobre a realidade estudada, considerando os atributos não de maneira individual, fragmentada, mas, sim, de maneira Inter relacional.

A análise geossistêmica tem suas bases teóricas justificadas na Teoria Geral dos Sistemas, cujo critério fundamental considera as relações mútuas entre os componentes de um sistema, visando analisar o estado de inter-relações e interdependências entre os sistemas natural e humano. Vale ressaltar que homogeneidade e diferenças estão contidas em cada geossistema, significando, portanto, que um determinado espaço conceituado como homogêneo poderá possuir caráter de heterogeneidade no mesmo local. Cada sistema assume estrutura e funcionalidade diferentes dos seus subconjuntos. Em novo nível hierárquico, cada componente do sistema possui características próprias, podendo ser considerado

como unidade, sendo também analisado como uma totalidade, pois a noção de conjunto sempre envolve o contexto todo. A abordagem holística é definida como concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais. Preocupa-se em entender o conjunto mais do que suas partes e sugere que o todo é maior do que a somatória das propriedades e relações das partes, pois há o surgimento de novas propriedades que não emergem do conhecimento das partes constituintes, mas do todo.

2.2 Abordagem Materialista Histórica Dialética

A dialética marxista foi fundamental para discutir o aquífero no âmbito da apropriação da água no contexto da formação social vigente. Na visão marxista, o ponto de partida do conhecimento é a realidade social, histórica e concreta. O conceito de *modo de produção* constitui a base para se analisar as sociedades, onde se destaca a luta de classes, que pode levar a uma transformação revolucionária.

Essa relação, para os marxistas, é tida como a base da sociedade, influenciando, dentro de condições históricas concretas, a política, a cultura e a ideologia. Tom Bottomore (2001) também ressalta que, até recentemente, era comum os marxistas distinguirem vários modos de produção ao longo da história: o comunista primitivo, o escravista, o feudal, o capitalista e o comunista.

O socialista é incluído pelos que o consideram como modo de produção; é excluído pelos que o têm apenas como uma fase de transição entre o capitalista e o comunista. Essa sucessividade, além de reduzir o pensamento de Karl Marx a uma visão de etapas da história, não tem respaldo teórico em suas obras.

Existe discordância, também, sobre até que ponto o econômico é determinante e formalmente distinto dos outros aspectos. Em *O Capital*, Karl Marx ocupa-se, essencialmente, em analisar o modo de produção capitalista, mas não define claramente o conceito de modo de produção.

A partir da leitura de obras de Karl Marx, entendemos o *modo de produção* a partir da relação dialética entre as forças produtivas e as relações sociais de produção. É um conceito teórico que possibilita problematizar a sociedade, considerando, dialeticamente, os níveis econômico, jurídico-político e o ideológico. Entendemos, também, que numa formação social concreta pode haver vários *modos de produção*, muito embora um seja dominante.

O materialismo histórico entende a realidade como uma totalidade histórica-social, procurando evitar o imediatismo das aparências do processo social ou o idealismo que o concebia. Considerando a complexidade das sociedades e, conseqüentemente, da produção do conhecimento, é importante assinalar que todo conhecimento é uma verdade em construção, podendo, portanto, ser transcendido.

O conhecimento, sendo dinâmico, não é predeterminado e definitivo. O saber geológico, como qualquer outro, é resultante do processo cognitivo ocorrente na contínua interação sujeito-objeto. Portanto, não é estático e absoluto, mas sim um processo permanente. Compreendendo que o conhecimento não pode ser absoluto, hermético, petrificado, inquestionável, e que a realidade deve ser problematizada na sua totalidade, procuramos ter como referencial teórico o materialismo histórico-dialético, por considerá-lo o instrumental metodológico adequado para examinar o objeto de estudo.

A teoria marxista foi e continua sendo revolucionária, na medida em que percebe o ser humano não apenas como “objeto”, mas também como “sujeito” da história. Para Marx (1990: 48): “os homens fazem a sua história, mas não a fazem arbitrariamente, nas condições escolhidas por eles, mas nas condições dadas diretamente e herdadas do passado”. Na percepção do materialismo dialético, a história é vista como processo de transformação da natureza e das sociedades. Considerando a história como processo, entendemos que a realidade deve ser problematizada na sua globalidade, mediante um olhar dialético, considerando as transformações e as permanências. Sobre a dialética, Löwy (2002: 14-15) ressalta que:

A hipótese fundamental da dialética é de que não existe nada eterno, nada fixo, nada absoluto. Não existem ideias, princípios, categorias, entidades absolutas, estabelecidas de uma vez por todas. Tudo que existe na vida humana e social está em perpétua transformação, tudo é perecível, tudo está ao fluxo da história. Pode-se dizer, também, que esse princípio dialético se aplica à natureza onde existe uma transformação perpétua, mas existe uma diferença entre a história natural e a história humana, que está muito bem resumida numa fórmula do filósofo italiano Vico, que diz o seguinte: ‘A diferença entre a história natural e a história humana é que somos nós que fizemos a história humana, mas não a história natural’. Isso quer dizer que a história natural, por exemplo, a história do sistema solar, do desenvolvimento dos planetas, não foi obra humana, mas a história social, o desenvolvimento das civilizações, foi produto social da ação dos homens. Essa é uma particularidade da dialética histórica e uma distinção fundamental da dialética que poderia existir na natureza (...). Para Marx, aplicando o método dialético, todos os fenômenos econômicos ou sociais, todas as chamadas leis da economia e da sociedade são produtos da ação humana, e, portanto, podem ser transformados por essa ação.

Para Karl Marx, o homem faz sua história. Não uma história predeterminada, mas original. O homem, que tem como necessidade primordial manter-se vivo, encontra-se no mundo em que estão situadas as condições materiais. Homem e circunstâncias não são entidades autonomamente antagônicas. O homem e a situação concreta estão dialeticamente articulados na construção da história.

A dialética como método de análise e apreensão da realidade, se mostra capaz de superar o divórcio entre objetividade e subjetividade, real e ideal, existência e essência, estabelecendo a síntese. Através da concepção, que leva em conta a totalidade, é possível problematizar a realidade e apreender sua essência.

Numa abordagem dialética, a consciência não se limita a retratar o ser social, mas recriá-lo. A práxis está fundada na unidade indissolúvel dos fatores objetivos e subjetivos do processo histórico. Na perspectiva do materialismo histórico-dialético, a práxis não é contraposição teórico x prático. Ela se manifesta tanto na atividade objetiva do homem como na formação de sua subjetividade.

Além das citadas, mencionamos outras razões para a escolha do referencial teórico: oferece uma explicação crítica e científica da exploração capitalista; propõe uma práxis transformadora a partir das formas de resistência da classe trabalhadora; tem um fim emancipador na perspectiva de construção da sociedade socialista. Portanto, desenvolvemos esta pesquisa a partir de um pensamento dialético, considerando o homem não como ser abstrato, mas como um ser histórico. A abordagem dialética se mostra capaz de superar a dicotomia entre objetividade e subjetividade, real e ideal, existência e essência, estabelecendo a síntese.

A partir desse método, que leva em conta a totalidade, é possível problematizar a realidade e apreender sua essência. A dialética não vê fins e sim processos; não há concretude pré-estabelecida, mas o movimento gerando o próprio movimento a partir das contradições. Sobre a diferença entre a sua dialética materialista e a dialética especulativa hegeliana, Marx (2019, p.90):

Sem dúvida, deve-se distinguir o modo de exposição segundo sua forma, do modo de investigação. A investigação tem de se apropriar da matéria [*Stof*] em seus detalhes, analisar suas diferentes formas de desenvolvimento e rastrear seu nexos interno. Somente depois de consumado tal trabalho é que se pode expor adequadamente o movimento real. Se isso é realizado com sucesso, e se a vida da matéria é agora refletida idealmente, o observador pode ter a impressão de se encontrar diante de uma construção a priori. Meu método dialético, em seus fundamentos, não é apenas diferente do método hegeliano, mas exatamente seu oposto. Para Hegel, o processo de

pensamento, que ele, sob o nome de Ideia, chega mesmo a transformar num sujeito autônomo, é o demiurgo do processo efetivo, o qual constitui apenas a manifestação externa do primeiro. Para mim, ao contrário, o ideal não é mais do que o material, transposto e traduzido na cabeça do homem.

Tanto para Karl Marx como para Friedrich Hegel, o método dialético é o meio de compreender o mundo real, entendido para este último como a “Ideia”, pensamento; assim, o sistema hegeliano parte do pensamento e termina no pensamento. Já para Marx o mundo real é o concreto, enquanto realidade material, social e histórica.

2.3 Procedimentos Técnicos Operacionais

Os procedimentos técnicos operacionais consistem num conjunto de etapas de campo e gabinete, que representam instrumentos fundamentais na elaboração da pesquisa. Sobre a relação entre método e técnica, Michel (2009, p. 50-51) diz:

Por método entende-se um procedimento, um dispositivo ordenado, um conjunto de procedimentos sistemáticos, utilizado para se obter um resultado desejado, por exemplo, uma observação, um dado, uma comparação, uma demonstração etc. Método é, portanto, o plano geral, norteador do processo, o caminho, o modo escolhido para se chegar a uma resposta, a uma solução. A técnica é o instrumento de aplicação do plano, os passos a serem seguidos, a forma especial de aplicar o método. As técnicas são ferramentas importantes no diagnóstico do problema, para detalhamento dos dados e informações a respeito do objeto de interesse da pesquisa (órgão ou pessoa). Se bem elaboradas, exercem fundamental papel para a fidelidade, qualidade e completude do diagnóstico situacional [...] A relação que pode ser estabelecida é que, enquanto o método é a estratégia maior, a filosofia de ação, a técnica corresponde à tática, aos passos e instrumento necessários para o desenvolvimento do método, e, portanto, para o sucesso da pesquisa.

Os procedimentos técnicos operacionais consistem num conjunto de etapas de campo e gabinete, que representam instrumentos fundamentais na elaboração da pesquisa. Além da revisão bibliográfica, foi efetivado trabalho de campo, com a categorização do sistema técnico de captação de água subterrânea e descrição dos poços, contextualização do atual do uso e ocupação do solo. Foi realizada, também, uma discussão histórica e geográfica acerca do uso e ocupação do solo na relação com os sistemas técnicos de captação de água numa abordagem histórica e geográfica, em essencial a partir da década de 1960.

Os estudos laboratoriais consistiram nas análises físico-químicas e bacteriológica das águas de trinta (30) poços. Foi realizado toda uma produção

cartográfica com mapa de uso e ocupação do solo, zoneamento de nível estático (NE), profundidade do poço, lâmina d'água (coluna de d'água). Um posicionamento crítico com relação ao objeto de estudo foi priorizado, a fim de que a investigação ocorresse dentro do pressuposto da cientificidade.

No processo operacional, também foram importantes as análises de imagens e de produções cartográficas de órgãos públicos, tais como a Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM), o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará (FUNCEME), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto de Pesquisa do Ceará (IPECE). Os mapeamentos foram feitos com o uso de receptores GPS portáteis: GPS Map 60 Cx (Marca GARMIM) e GPS Etrex (Marca GARMIM) com determinação das coordenadas em UTM, Sirgas 2000.

Os dados de campo foram descritos em caderneta de campo e, depois, sistematizados em planilha no *Excel* (Microsoft Office 2019). Nessa planilha, foram sistematizados os pontos, coordenadas, altitudes locais, nível estático-NE (m), profundidade (m), lâmina d'água (m), diâmetro da boca do poço (m), tipo de revestimento, categorização dos poços (Cacimbão, Tubular, Misto), situação atual, vulnerabilidade, data de mapeamento, finalidade, domínio hidrogeológico e outras informações complementares observadas *in loco*.

Além dos estudos empíricos sobre as águas subterrâneas da área, foi consultado o banco de dados de poços tubulares do SIAGAS, sendo obtidos dados de poços do município. Dos 27 poços catalogados pelo SIAGAS somente doze estão na área. Em seguida, foi feito o mapeamento no período de julho de 2019 a maio de 2020. Cada ponto visitado foi identificado com as coordenadas UTM, DATUM WGS-84, obtidas com o GPS portátil, com as coordenadas sendo convertidas para SIRGAS 2000.

No mapeamento, foram catalogados 827 poços (ver mapas em anexo), incluindo os poços sistematizados pelo Sistema de Informação de águas Subterrânea (SIAGAS), dos quais também foram obtidos os dados *in loco* organizados em caderneta de campo. Com o auxílio de programas computacionais, foram integrados os pontos georeferenciados dos poços, originando, assim, uma base preliminar de distribuição de pontos d'água na escala 1 : 65.000.

Para análise físico-química foram coletadas 30 amostras coletadas de poços. A escolha dos pontos de coletas das águas para análises teve como referência

critérios estabelecidos como consumo, localização em relação às comunidades e distribuição na área. Na coleta das amostras para análises, houve a preocupação com os seguintes procedimentos:

- a) As coletas foram feitas em frascos de polietileno de 500 ml;
- b) Os frascos de coleta para análises foram fornecidos pelo laboratório responsável, portanto, dentro dos critérios técnicos de esterilização;
- c) Os frascos foram enxaguados três vezes com a água recolhida;
- d) Foi feita a opção por poços com bomba de captação instalada e em funcionamento — ou o sistema operando normalmente;
- e) Cada frasco foi identificado com etiquetas adesivas;
- f) Os dados foram registrados em fichas de coleta;
- g) Cada ficha foi numerada com o mesmo número do frasco;
- h) A água foi coletada depois de bombeamento de dez minutos;
- i) Para cada coleta cada frasco, foi aberto rapidamente sem tocar em suas bordas nem deixar que a tampa toque em nenhuma superfície;
- j) Em cada coleta, o frasco foi cheio ao máximo, sendo depois tampado rapidamente com tampa adequada;
- k) As amostras foram mantidas refrigeradas até serem entregues no laboratório.

Todo o material de coleta foi cedido pelo Laboratório de análises físico-químicas de água, da Universidade Federal do Ceará-UFC, Departamento de Geologia, sede em Fortaleza (Ceará), onde foram realizadas as análises. As amostras coletadas foram submetidas a análises físico-químicas dos seguintes íons e parâmetros: pH, Condutividade Elétrica (CE), Bicarbonato (HCO_3^-), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), Sódio (Na^+), Potássio (K^+), Cloreto (Cl^-), Nitrato (NO_3), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Amônia (NH_3), Fluoreto (F^-), Alcalinidade (CaCO_3), Dureza (CaCO_3), Turbidez (UNT), Nitrito (NO_2^-), Sílica (SiO_2), Ferro (Fe), Fosfato (H_2PO_4^-), Sulfato (SO_4^{-2}) e Alumínio (Al^{3-}).

As análises físico-químicas das amostras de águas subterrâneas foram realizadas no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, setor Geoquímica Ambiental, do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará - UFC. O Quadro 1 apresenta os métodos empregados, os quais seguiram os procedimentos analíticos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Quadro 1 – Métodos analíticos aplicados de acordo com APHA (2012)

Parâmetros físico-químicos	Método aplicado	Código
Alcalinidade Total	Titulométrico	2320 B
Alumínio	Eriocromo Cianina R	3500-Al B
Amônia	Fenato	4500-NH ₃ F
Bicarbonato	Titulométrico	2320 B
Cálcio	Titulométrico com EDTA	3500-Ca B
Cloreto	Argento métrico	4500-Cl ⁻ B
Condutividade	Eletrométrico	2510 A
Dureza Total	Titulométrico com EDTA	2340 C
Ferro Total	Fenantrolina	3500-Fe B
Fluoreto	Eletrodo de Íon Seletivo	4500-F ⁻ C
Ortofosfato	Ácido Ascórbico,	4500-P E
Magnésio	Titulométrico com EDTA	Medida indireta
Nitrato	Coluna redutora de cádmio	4500-NO ₃ ⁻ E
Nitrito	Espectrofotométrico	4500-NO ₂ ⁻ B
pH	Eletrométrico	4500-H ⁺ A
Potássio	Fotométrico	3500-K B
Sódio	Fotométrico	3500-Na B
Sólidos Totais Dissolvidos	Eletroquímico	2510 A
Sulfato	Turbidimétrico	4500-SO ₄ ²⁻ E
Turbidez	Nefelométrico	2130 B

Fonte: APHA, 2012

Na determinação da concentração de nitrogênio amoniacal total (N-NH_{3,4}), pelo método Fenato, um composto de cor azul é formado pela reação da amônia com hipoclorito e fenol. O hipoclorito foi substituído por Dicloisocianurato Sódico Dihidratado (DCI), conforme Aminot e Chaussepied (1983) e Aminot e Kérouel (2004), o qual permite maior estabilidade da solução. A determinação de N-NH_{3,4} iniciou-se *in situ* com a adição das soluções de fenol-nitroprussiato (R1) e alcalina complexante ao cloro (R2), imediatamente após a coleta. Os valores N-NH_{3,4} também foram convertidos em mg/L de amônia (NH₃). O alumínio foi determinado utilizando

Eriocromo Cianina R e uma curva de correção para estimativa do alumínio na presença de fluoreto, conforme APHA (2012).

Os parâmetros pH, sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica, foram determinados usando uma sonda multiparâmetros, de marca *Thermo Scientific Orion* e modelo *Star A329 Portable* e nas medidas espectrofotométricas foi utilizado um espectrofotômetro *Thermo Scientific Modelo Evolution 300 UV-VIS*.

A fase seguinte constou da junção e processamento dos dados, gerando uma base para o desenvolvimento deste relatório, sendo construídas, através de alguns programas computacionais, a exemplo do *Excel 2019*, para elaboração das planilhas, tabelas e gráficos; *Surfer 19.1*, usado na geração dos mapas de isolinhas com zoneamento tendencial e ambiente SIG, usado na digitalização e confecção dos mapas; *Qualigraf*, versão *Beta* (MOBÜS, 2007).

O programa *ArcGIS Pro 2.6* favoreceu a elaboração de gráficos de zoneamento, tendo como parâmetros hidrogeológicos o nível estático (NE), potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), entre outros.

Com a utilização do programa *Qualigraf* foi possível realizar o balanço iônico, a classificação iônica e a classificação das águas para irrigação segundo o *U.S. Salinity Laboratory*. O programa *Qualigraf* foi uma ferramenta importante para auxiliar na análise da qualidade d'água. O software foi desenvolvido principalmente para interpretação gráfica de dados hidroquímicos.

Os principais componentes do *Qualigraf* são: balanço iônico, classificação das águas para fins de irrigação, classificação das águas pelos Sólidos Totais, diagrama de Stiff, diagrama de Piper, análise de correlação entre os elementos, estatísticas básicas.

No que concerne ao balanço iônico, vale enfatizar que, em uma análise hidroquímica completa, a concentração total de íons positivos (cátions) deve ser aproximadamente igual à concentração de íons negativos (ânions). O desvio percentual desta igualdade é determinado pelo coeficiente de erro da análise.

O programa realiza o cálculo do erro prático (Ep%) por duas técnicas, sendo uma que considera os valores da Condutividade Elétrica (CE) da água e outra que leva em consideração os valores dos somatórios dos cátions ou ânions, conforme Equação 1:

$$E(\%) = \left| \frac{\sum A - \sum C}{\sum A + \sum C} \right| \times 100$$

Equação 1

Onde:

$\sum A$ = Somatório de ânions (meq/L)

$\sum C$ = Somatório de cátions (meq/L)

E (%) = Erro das análises

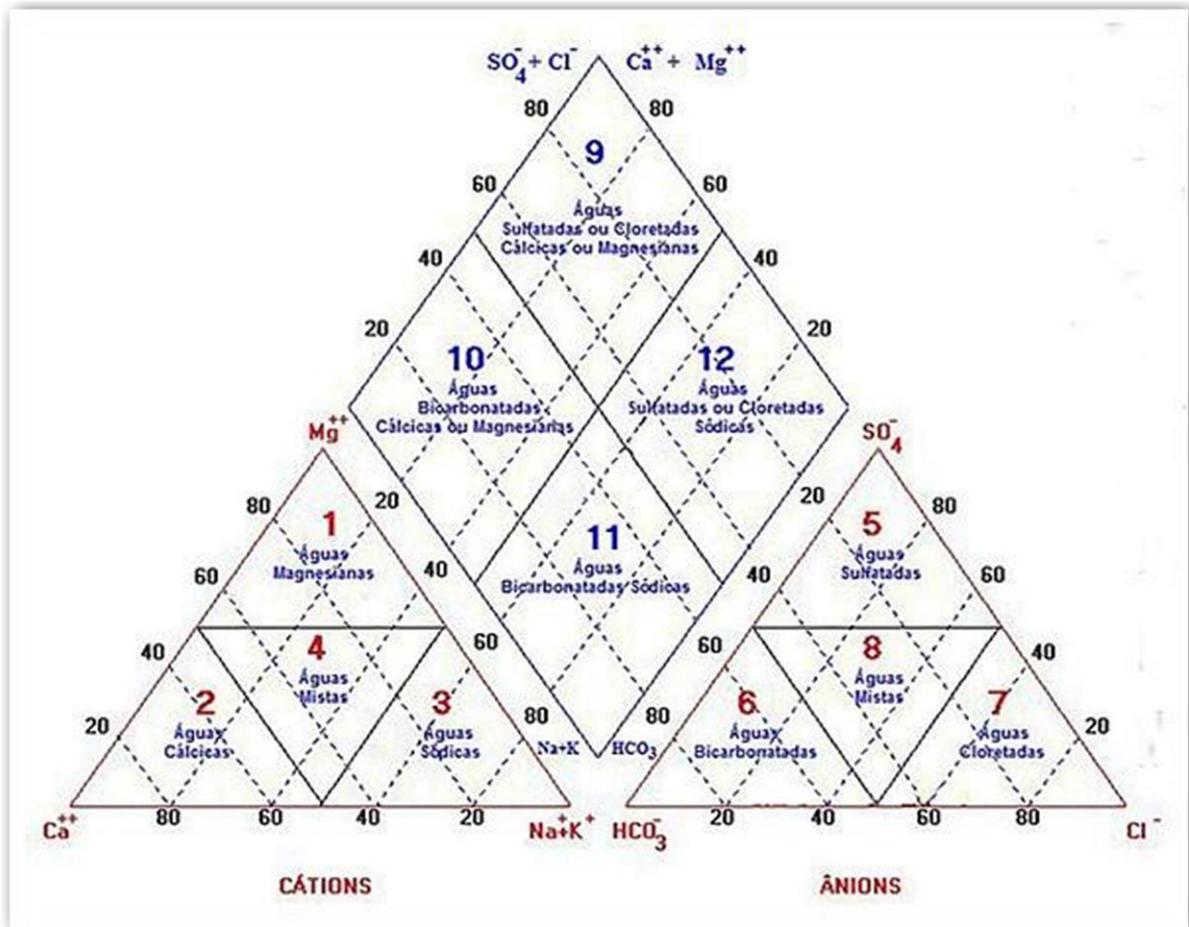
meq/L = Mili-equivalente por litro.

É de suma importância para os resultados da pesquisa hidroquímica avaliar as informações das análises fornecidas pelos laboratórios, sendo isto feito através do cálculo do erro da análise. Conforme a definição de Logan (1965), o erro teórico é o erro prático máximo permitido levando-se em consideração os valores dos ânions ou cátions.

O erro teórico também foi definido por Custódio & Lhamas (1983) como sendo o erro prático máximo permitido levando-se em consideração os valores de condutividade elétrica da água. Shoeller (1962) admite, simplesmente, que o erro do balanço iônico não pode ser superior a 5% para que a análise seja aceita como correta. Para a classificação iônica das águas subterrâneas da área de estudo, foi utilizado o Diagrama de Piper (Figura 1).

A representação nesse diagrama é feita em três campos onde são plotados os valores percentuais das concentrações dos principais constituintes iônicos para os cátions e os ânions, sendo possível identificar as fácies hidroquímicas. O cruzamento do prolongamento dos pontos na área do losango mostra sua posição e classifica a amostragem de acordo com as fácies.

Figura 1 – Classificação iônica das águas de acordo com o Diagrama de Piper



Fonte: MOBUS, 2007

A classificação das águas para irrigação é determinada pela concentração de alguns íons, tais como o sódio, o potássio, o cloreto e o sulfato, e por parâmetros como a Condutividade Elétrica ou a concentração total de cátions, que influenciam de maneira diferenciada no crescimento de cada espécie vegetal.

Dentre os critérios de classificação da água para fins de irrigação, um dos mais aceitos atualmente é a classificação proposta pelo *United States Salinity Laboratory* (USSL), que se baseia na Razão de Adsorção de Sódio (SAR) e na condutividade elétrica da água.

O Diagrama do *U. S. Salinity Laboratory* (Figura 2) consta de um gráfico semi-log, em cuja abscissa localiza-se a condutividade elétrica da água a 25 °C e na ordenada o SAR, calculado pela Equação 2:

Onde:

$$SAR = \frac{rNa^+}{\sqrt{\frac{r(Ca^{+2} + Mg^{+2})}{2}}}$$

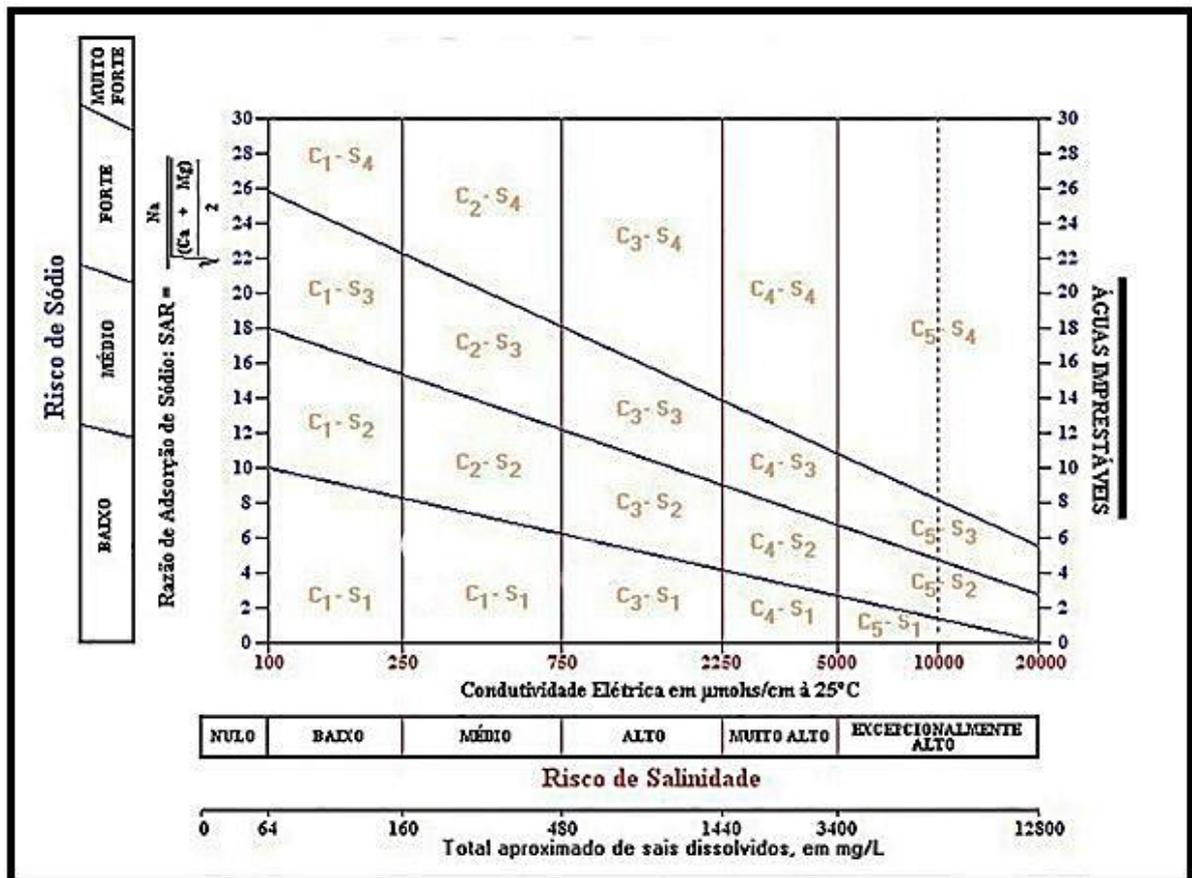
Equação 2

SAR = *Sodium Adsorption Ratio* (Razão de Adsorção de Sódio)

r = (meq/L)

O SAR é o parâmetro que representa uma estimativa de quanto o sódio da água pode ser adsorvido pelo solo (trocado pelo cálcio e/ou magnésio) e classifica a água como: excelente ($0 \leq SAR \leq 10$); boa ($10 \leq SAR \leq 18$); regular ($18 \leq SAR \leq 26$) e de má qualidade ($SAR > 26$).

Figura 2 – Classificação das águas para irrigação de acordo com o Diagrama *U.S Salinity Laboratory*



Fonte: MOBUS, 2007

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) correspondem ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Na maioria das águas naturais, a Condutividade Elétrica (CE) da água, multiplicada por um fator que varia entre 0,55 e 0,75, gera uma boa estimativa de STD. A classificação das águas em função dos riscos de sódio e salinidade obedece às classes representadas pelo quadro:

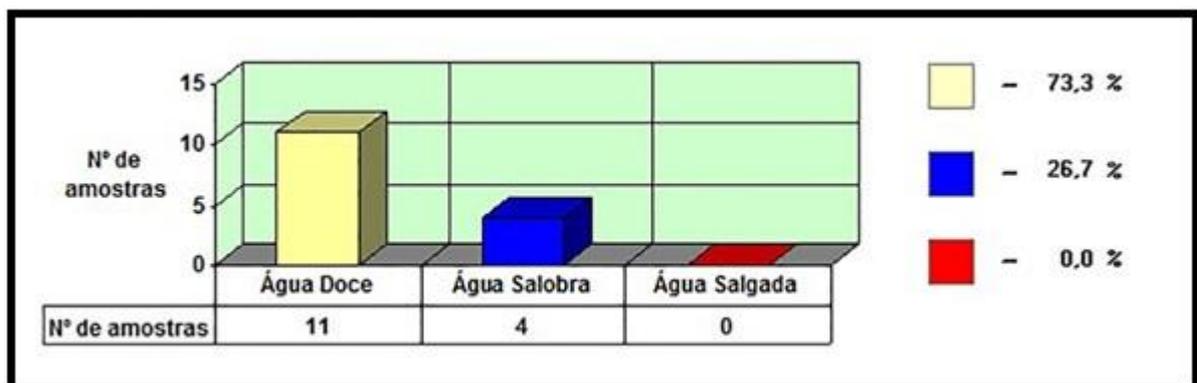
Quadro 2 – Classificação das águas para irrigação segundo o diagrama do *U.S. Salinity Laboratory*.

CLASSE	RISCO DE SÓDIO	CLASSE	RISCO DE SALINIDADE
S1	Baixo	C0	Muito baixo
S2	Médio	C1	Baixo
S3	Alto	C2	Médio
S4	Extremamente alto	C3	Alto
S5		C4	Muito alto
		C5	Extremamente alto

Fonte: LOGAN, 1965 *apud* SANTOS, 2000.

O programa calcula o STD a partir dos valores de CE, multiplicando por um fator de 0,65, considerado aceitável para uma região de clima quente. É dada, também, a opção de entrar com o valor de STD da análise laboratorial. Com base nos valores estimados de STD, as águas são classificadas em doces, salobras ou salgadas (Figura 3). Neste trabalho será usado o STD de análise laboratorial.

Figura 3 – Classificação de acordo com valores estimados de STD

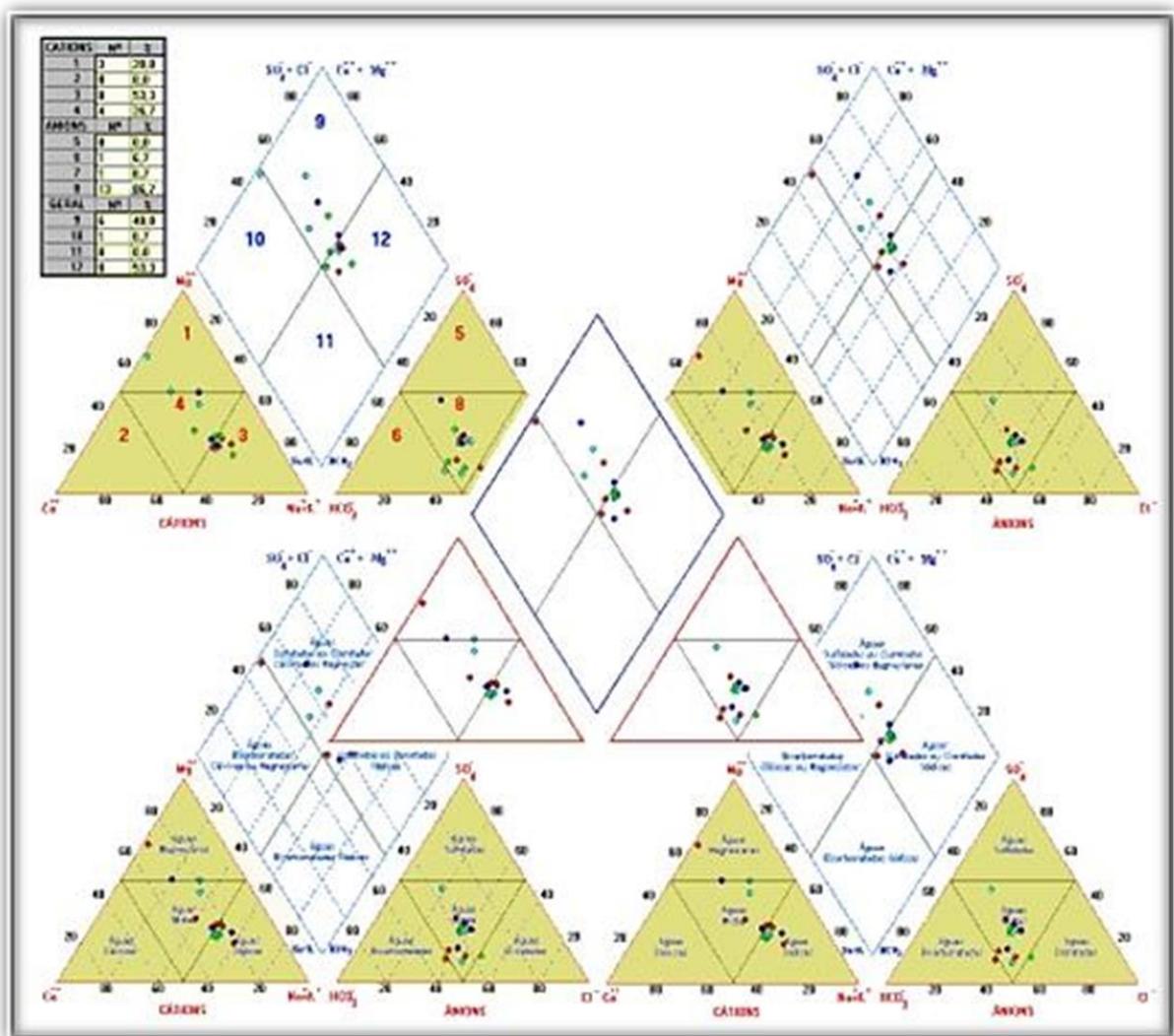


Fonte: MOBUS, 2007

O Diagrama de Piper (Figura 4) é frequentemente utilizado para classificação e comparação de distintos grupos de águas quanto aos íons dominantes. O programa gera este diagrama e faz a classificação das amostras. A representação gráfica pode evidenciar possíveis relações entre íons de uma mesma amostra ou ressaltar variações temporais ou espaciais existentes.

Dentre as opções gráficas, tem-se a de se desenhar as linhas de grade, manter visíveis as classificações e mostrar, em tabela anexa, a distribuição percentual das amostras nos diversos campos. Outra ferramenta interessante é a seleção de uma ou de um grupo de amostras. Isto permite pôr em destaque um determinado alvo de estudo.

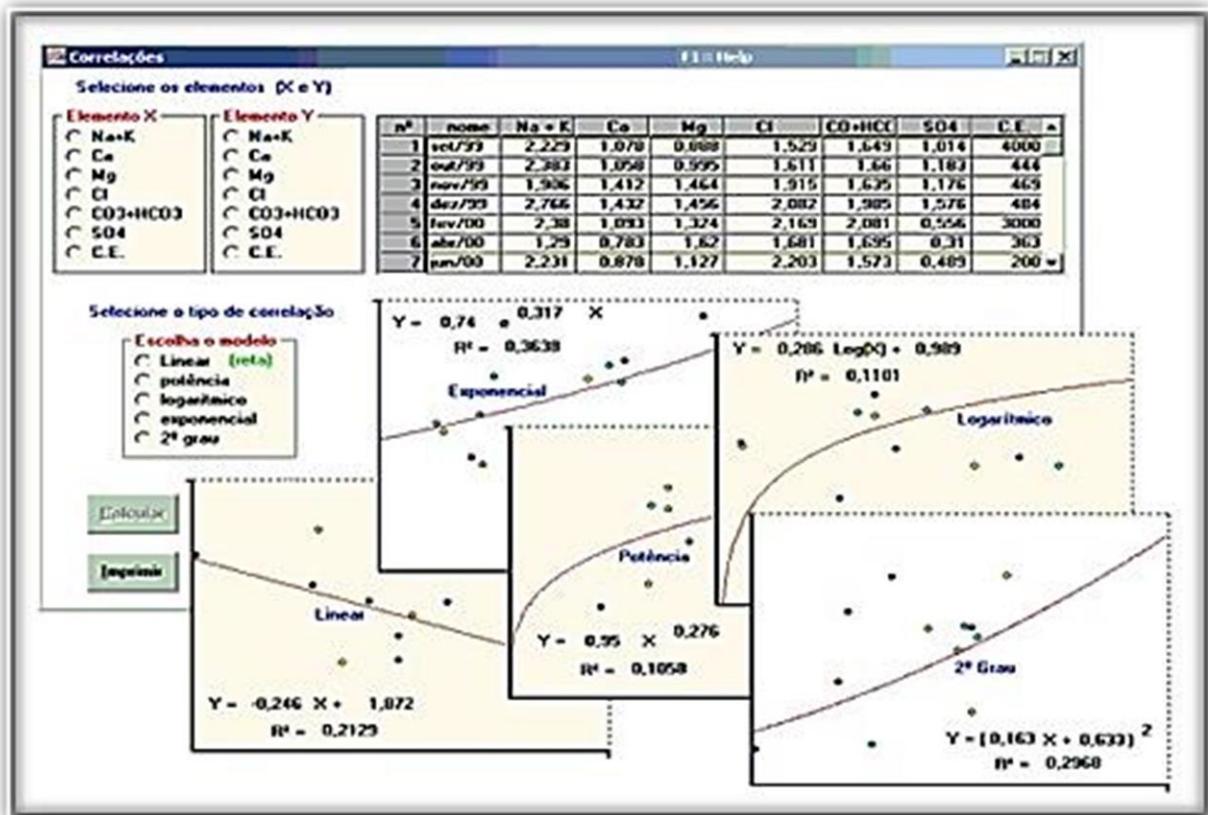
Figura 4 – Diagrama de Piper



Fonte: MOBUS, 2007

O programa permite, ainda, o ajuste de equações que buscam a melhor relação existente entre as variáveis (íons). A qualidade desse ajuste é dada pelo coeficiente de determinação (R²), ou seja, R² dá uma indicação da aderência do modelo proposto: quanto mais próximo de um (1) for R², melhor o ajuste. O método utilizado de ajuste é o dos mínimos quadrados (Figura 5).

Figura 5 – Tela de ajustes de equação *Qualigraf*



Fonte: MOBUS, 2007

O resultado das análises físico-químicas foi submetido ao cálculo de balanço iônico para verificação da validade das mesmas, considerando-se um erro máximo individual de 5%, compatível com o STD das amostras analisadas, utilizando a Equação 1, existente em Logan (1965).

Os dados obtidos em campo foram devidamente tratados, o que possibilitou a elaboração de um mapa de pontos d'água da área, cujas informações são complementadas pela produção textual, elaborada de forma quantitativa e qualitativa, clara e ilustrada, visando a um manuseio e compreensão acessíveis não só por acadêmicos, profissionais da área, mas também pelos diferentes setores da

sociedade. Além dos produtos impressos, todas as informações coligidas estarão disponíveis sob a forma digital.

Como o objeto de estudo foi problematizado e compreendido na sua totalidade procurou-se não reproduzir formatos já estabelecidos de produção textual, fugindo, então, do repetitivo, do simplismo, da fragmentação. Para ser coerente com a visão sistêmico-holística, os dados da pesquisa foram trabalhados em todo o relatório, sem desconsiderar as particularidades e as inter-relações de cada afloramento e de cada poço problematizado.

Compreendendo que toda pesquisa só tem sentido na perspectiva de função social, a interpretação dos dados hidrogeológicos, em essencial as informações físico-químicas das águas, tiveram como meta possibilitar e fomentar a elaboração de propostas para um planejamento do uso e manejo dos recursos naturais, em essencial das águas subterrâneas, de maneira sustentável.

Diante do que foi ressaltado, é medular enfatizar que na construção desta dissertação, mesmo sendo no campo da Geologia, foi considerado que os aspectos geológicos e antrópicos, como os mecanismos de exploração d'água se apresentam estáticos apenas no nível do aparente.

Na realidade, são dinâmicos, inseridos numa historicidade natural. Como a realidade não é imóvel, o conhecimento desenvolvido sobre ela não pode ser absoluto. É fruto de uma abstração teórica, ou seja, é influenciado pela escolha um referencial teórico.

Esta dissertação considera que o objeto do conhecimento é infinito, quer seja considerado como totalidade do real ou do objeto percebido em qualquer um de seus aspectos. Tanto o real na sua totalidade ou como cada um dos seus fragmentos, são infinitos, pois são infinitas as possibilidades das correlações e de suas mudanças no tempo.

O conhecimento de um objeto é infinito, pois trata-se de um processo de acumulação de verdades parciais. Nesse processo, o conhecimento parcial tende ao conhecimento completo, exaustivo. Como o limite matemático não pode ser alcançado num único ato cognitivo, sendo sempre um *vir a ser*, permanece sempre em dever infinito, tendendo ao infinito.

Esta pesquisa, apesar de reconhecer o lado ativo do sujeito, advoga que, na produção do conhecimento, independentemente da área do conhecimento, a postura do pesquisador não é neutra, não é absolutamente objetiva. Reconhece uma

relação cognitiva na qual tanto o sujeito como o objeto mantêm as suas existências objetivas, reais. Contudo, advoga, também, que o sujeito é influenciado por condicionantes sociais, por preconceitos desenvolvidos e petrificados na sua vida acadêmica, pela escolha de um referencial teórico entre tantos outros e pela complexidade do objeto estudado.

Considerando a multiplicidade da produção do conhecimento, é importante assinalar que todo saber é uma verdade em construção, podendo ser, seguidas vezes, reafirmado, mas que também pode ser transcendido. O referencial teórico é determinante para a construção da pesquisa *in situ* e na produção intelectual. Assim, na revisão de literatura, no trabalho de campo, no processamento dos dados e na produção escrita foi levado em conta que o conhecimento não é pré-determinado e definitivo, mas, sim, histórico, ou seja, dinâmico. Assim, o saber geológico, como qualquer outro, é resultante do processo cognitivo, ocorrente na contínua interação sujeito-objeto num processo permanente.

A revisão de literatura no campo geológico e hidrogeológicos, como base de compreensão da área pesquisada, foi representada por livros, monografias, dissertações e teses, analisados com o olhar crítico segundo a opção pelo referencial teórico discutido.

A base bibliográfica consistiu em a leitura de obras como Geraldo Sgarbi (2012), Fortunato (2011), Almeida *et al.* (2011), Nunes *et al.* (2011), Gonçalves (2009), Arthaud (2007), Arai (2006), Angelim (2006), Maia (2005), Silva (2004), Almeida (2003), Cavalcante *et al.* (2003), Lima (2002), Feitosa & Filho (2008), Filho (2014), Cavalcante (1998), Souza (1998), Scudino (1997) e Bigarella (1994), entre outras.

Diante do exposto, a pesquisa atende à demanda científica e a demanda social ao fazer a discussão do aquífero, considerando os quantiquantitativos de suas águas e as técnicas de exploração numa abordagem Inter relacional das leituras da ciência geológica e da filosofia, podendo ser fonte para compreensão e de desenvolvimentos de novos estudos do objeto problematizado além de poder contribuir com políticas públicas e iniciativas privadas para um uso mais sustentável do ambiente de aquífero.

3 DISCUTINDO OS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

É importante que os estudantes transportem para os seus estudos uma certa dose de irreverência descontraída, pois eles não estão aqui para adorar o que é conhecido, mas para questioná-lo.

Jacob Bronowski

Para dar sustentação à compreensão do objeto de estudo, principalmente no que concerne às águas subterrâneas na interface com o uso e ocupação do solo, é feita uma abordagem histórica, socioambiental e econômica do município em que a área está inserida.

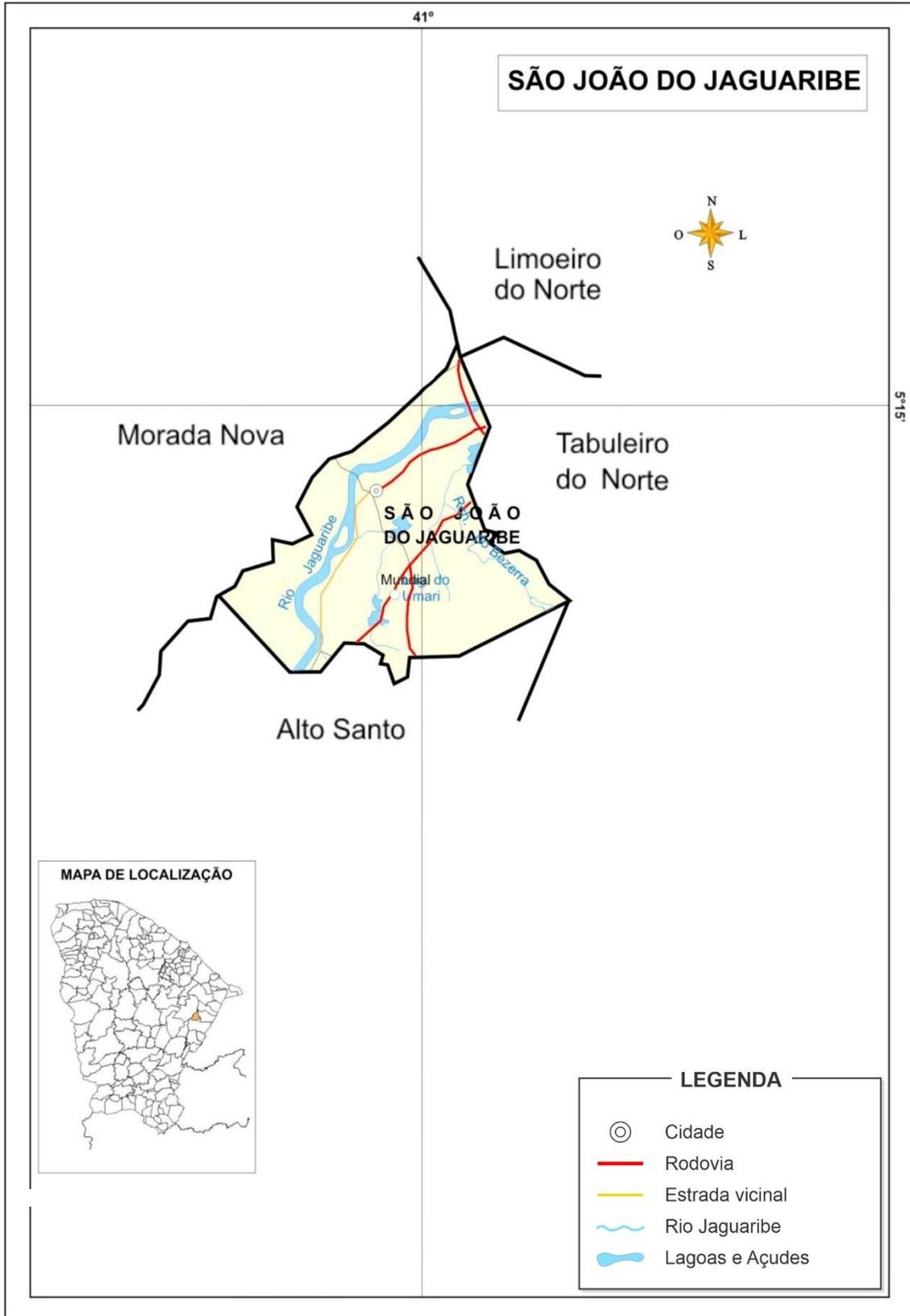
O município São João do Jaguaribe fica no estado do Ceará (situado no entre as latitudes 2°S e 8°S e entre das curvas as latitudes 37°W e 42°W, na porção nordeste do Ceará. Possui uma área de 280,44 km² (0,19% do território cearense) e uma altitude média de 51 m, localizando-se na carta topográfica Limoeiro do Norte SB.24-X-CII. A distância em linha reta para Fortaleza é de 172 km. O acesso ao município, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da BR-116. Demais vilas, lugarejos, sítios e fazendas estão interligados por estradas asfaltadas e/ou carroçáveis, que permitem franco acesso durante todo o ano. Limita-se a norte com Limoeiro do Norte; a Sul com Alto Santo; a Leste com Tabuleiro do Norte; a oeste com Morada Nova (Figura 6).

Além da cidade sede São João do Jaguaribe, o município é constituído pelos distritos Barra do Figueiredo, Itapagipe, Volta, Mocós, Tapagem, Pinto, Garça e Raposo. No que concerne à mesorregião e microrregião, o município fica na mesorregião do Jaguaribe (Ver Figura 7), na microrregião do Baixo Jaguaribe. A mesorregião do Jaguaribe localiza-se entre 4° e 7° de latitude Sul e entre 37° e 39° de longitude Oeste, ocupa área de 18.451,033 km², o que equivale a 12,4% da superfície estadual (148.887,6 km²) e é constituído por 21 municípios.

O município está inserido no bioma caatinga, portanto, no contexto do semiárido; apresenta uma pluviometria com média anual de 779,2 mm, com uma variação de 548 mm a 992 mm, com as precipitações pluviais nos meses de fevereiro a abril, temperatura média anual de 27,1 °C, numa oscilação entre 22,3 °C e 34,8 °C e umidade relativa do ar 44% e 85% (ADECE, 2011, IPECE 2017). A microrregião do Baixo Jaguaribe, segundo a classificação adotada pelo IBGE (1998), é formada pelos municípios de Alto Santo, Ibicuitinga, Itaiçaba, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Morada

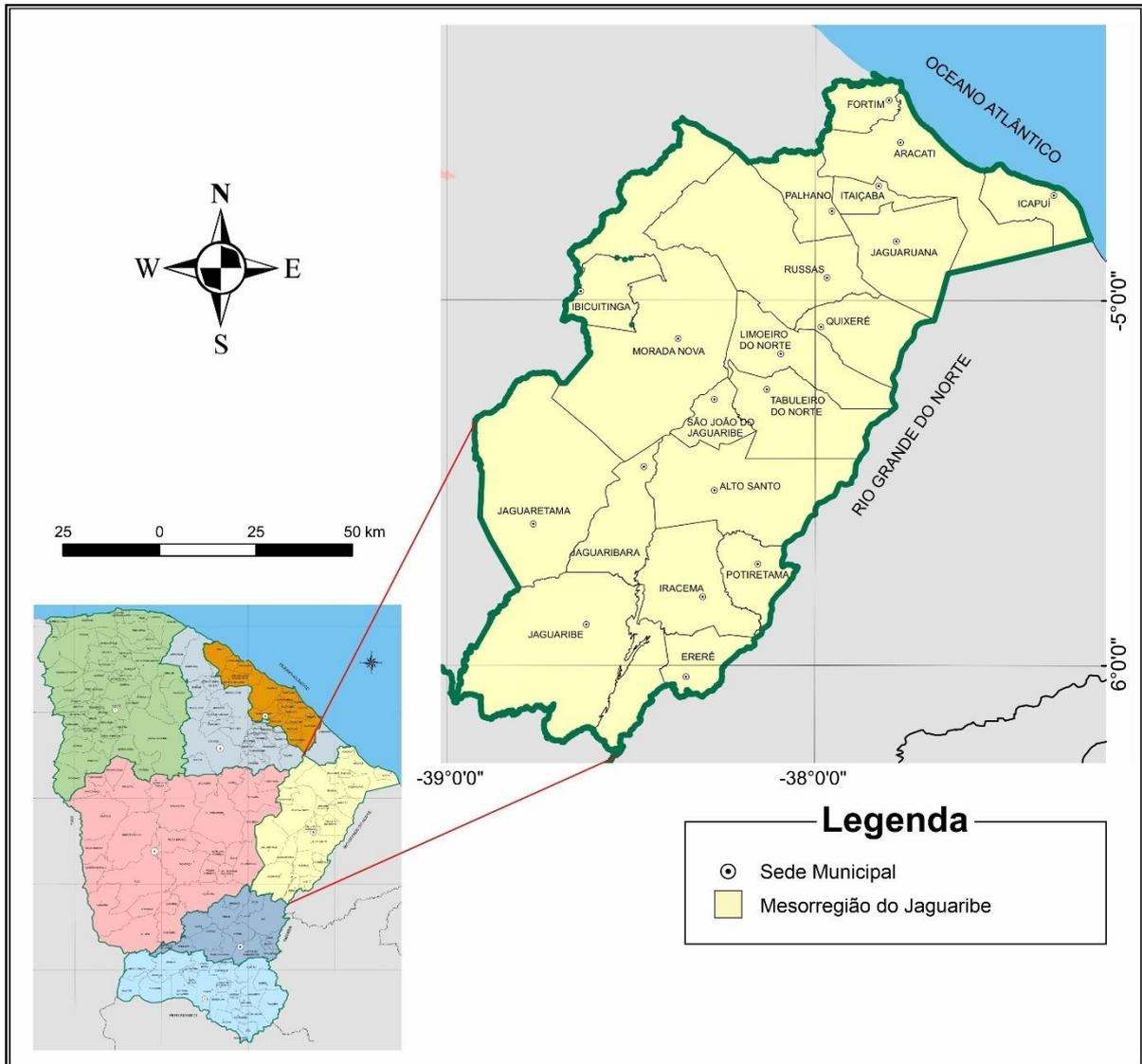
Nova, Palhano, Quixeré, Russas, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte.

Figura 6 – Município São João do Jaguaribe



Fonte: IPECE, 2017

Figura 7 – Mesorregião do Jaguaribe



Fonte: Flavio Pinheiro; Ano: 2021; adaptado do IPECE (2017)

3.1 Unidades Geoambientais

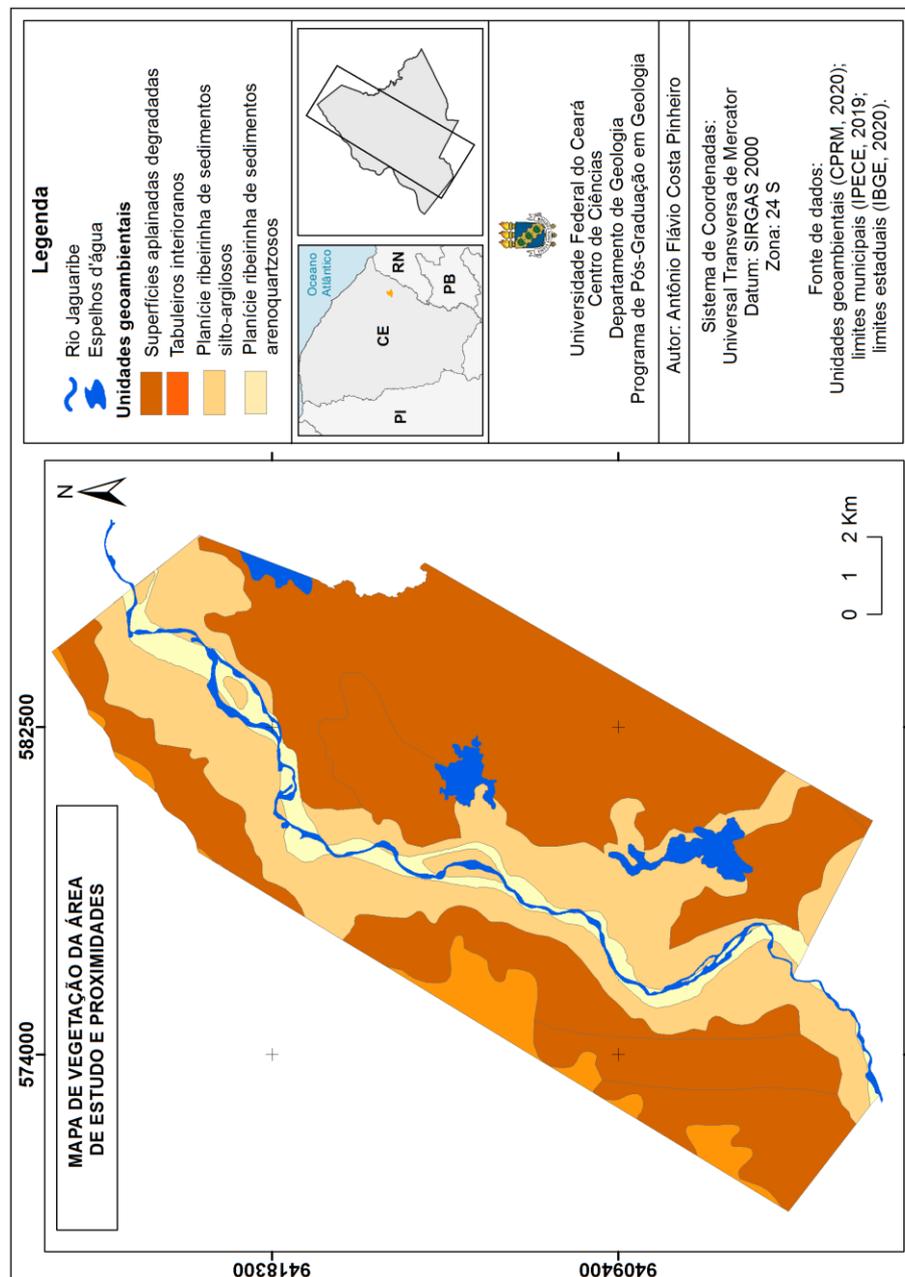
Na evolução natural do ambiente, os diversos elementos que o compõem exercem influências recíprocas, o que significa uma dinâmica sistêmica entre esses elementos que se combinam e interagem de várias maneiras, permitindo a formação de cenários diferenciados que podem ser definidos como Unidades Geoambientais delimitadas e compreendidas de acordo com as características geológicas, pedológicas, geomorfológicas, condições climáticas, hidrografia, formações vegetais, além das potencialidades econômicas e limitações de uso e ocupação. Sobre os componentes ambientais ver o quadro 3 e o mapa 2:

Quadro 3 – Componentes Ambientais

Relevo	Solo	Vegetação	Bacia Hidrográfica
Depressões Sertanejas; Maciços Residuais	Solos Aluviais; Solos Litólicos; Podzólicos Vermelho-Amarelo	Caatinga Arbustiva Densa; Caatinga Arbustiva Aberta; Floresta Mista Dicotillo-Palmácea	Baixo Jaguaribe

Fonte: IPECE, 2017

Mapa 2 – Compartimentação geoambiental da área estudada e proximidades



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021; adaptado de IPECE (2019)

Esses componentes são diferenciados, mas mantêm interconexões através de trocas de matéria e energia. Contudo, o uso e ocupação do solo de maneira inadequada produzem alterações que podem afetar a evolução de uma Unidade Geoambiental.

Uma vez identificados os domínios geoambientais em razão das particularidades da geologia, devem ser consideradas também as importantes variações de relevo. A região do Baixo Jaguaribe é formada por diferentes ecossistemas compostos de zonas que guardam grande compatibilidade ambiental entre si.

A ação antrópica é relevante para a porcentagem territorial de capoeiras, pastagens e culturas temporárias, associadas à exploração da pecuária e a métodos tradicionais de produção agrícola. Também são encontradas áreas irrigadas para produção de culturas comerciais como bananicultura.

A ocupação e exploração do espaço aluvionar principalmente com atividades agrícolas e pecuaristas tem relação com a disponibilidade de água e condições de solo mais favoráveis da planície de inundação. Contudo, essas atividades econômicas têm ocorrido sem preocupação com a capacidade de resiliência ambiental resultando em processo de desertificação do solo, erosão, assoreamento de riachos, de lagoas e do próprio rio Jaguaribe, contaminação das águas de superfície e subterrâneas com resíduos de adubos sintéticos de herbicidas e de praguicidas.

Não se pode ignorar a situação específica das condições de saneamento ambiental. Há demandas quanto ao aprimoramento dos sistemas de esgotamento sanitário e este problema tem de ser atacado com intervenções estruturantes, que definam maior eficiência dos sistemas de esgotamento sanitários urbanos e soluções adequadas para o destino e tratamento final do lixo.

Toda essa situação de riscos indica a necessidade de proposições de desenvolvimento e ordenamento do território que levem em conta medidas de mitigação de impactos ambientais e até mesmo a suplantação desses riscos com a escolhas de práticas agropecuárias mais sustentáveis.

Na área estudada dominam as seguintes unidades geoambientais: Depressão Sertaneja e Planícies Fluviais e Tabuleiro Interiorano (SOUZA, 1988). As Depressões Sertanejas representam a unidade geoambiental mais extensa da área a ser estudada. Elas se desenvolvem, predominantemente, em rochas cristalinas e em

condições climáticas de semiaridez, o que determina a dominação do intemperismo físico, resultando na constituição de amplas superfícies de aplainamento. No contexto dessa unidade podem ser encontrados maciços residuais, que são elevações isoladas, ou conjunto de elevações, que se encontram dispersas pelas depressões sertanejas. São constituídas por rochas do embasamento cristalino como gnaisses, granitos, quartzitos e migmatitos. A vegetação é a caatinga e predominam os solos rasos a pouco profundos. Na economia dominam a pecuária extensiva, a agricultura de subsistência e o extrativismo vegetal. É considerado um ambiente instável ou moderadamente estável.

As Planícies Fluviais representam ambientes de formação aluvial que exibem características influenciadas pela presença e dinâmica das águas correntes, que transportam e depositam sedimentos de diversos tamanhos e composições, tais como argila, silte, areia e material orgânico, ao longo de suas margens. Possuem formação geológica recente (Quaternário) e relevo plano. Os solos são basicamente neossolo flúvico, vertissolo e planossolo.

A planície fluvial do Baixo Jaguaribe constitui espaço valorizado para uso e ocupação dado as suas melhores condições de acesso à água e solos agricultáveis. Como vegetação dominante em toda área aluvionar se destacam como principais variedades a carnaúba, oiticica e formações herbáceas.

A base da economia é a agricultura de subsistência, cultivos irrigados, extrativismo vegetal e exploração de areia e argila. O ambiente é considerado moderadamente estável com tendência a instabilidade (SOUSA, 1998).

O uso e ocupação do solo dessas unidades geoambientais e seus problemas ambientais ocorrem sob diferentes formas, onde a atividade humana influencia e é influenciada pelas características e potencialidades de cada uma delas. Sobre as condições geodinâmicas do município ver o quadro 4:

Quadro 4 – Síntese das condições gerais das unidades geoambientais da regional

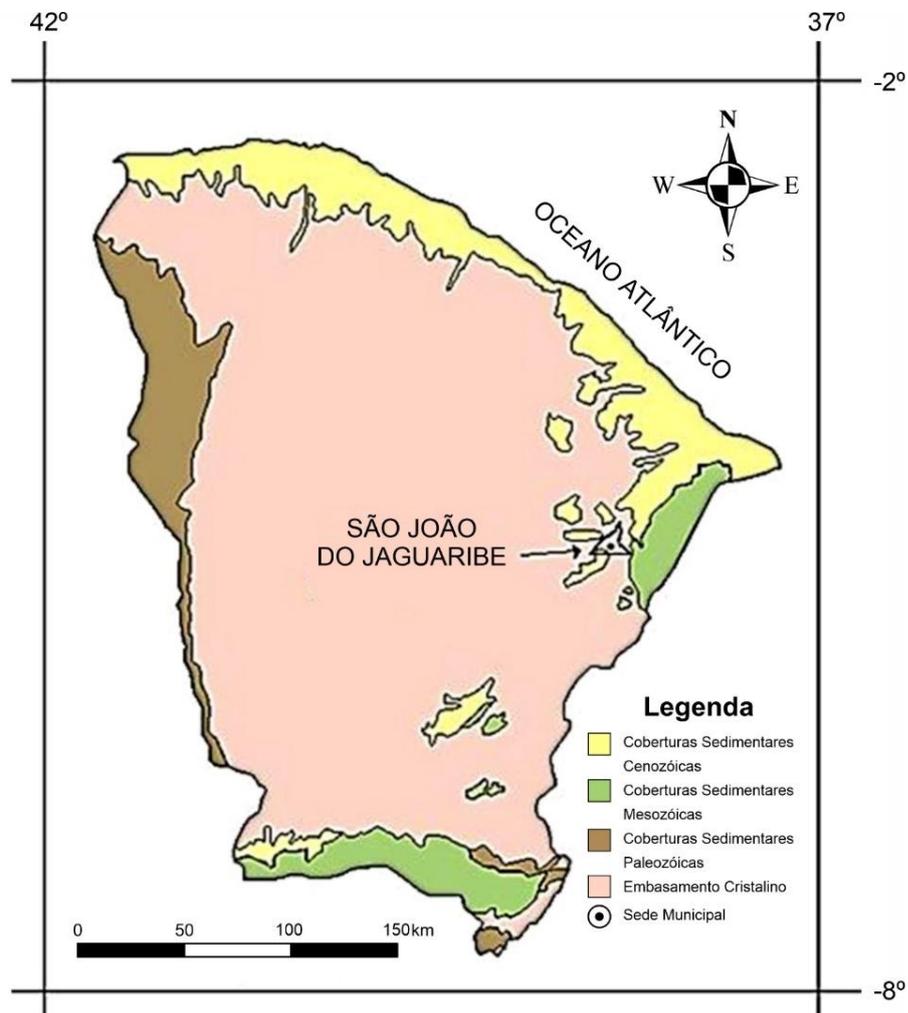
Unidades geo-ambientais	Características físicas	Tipo de uso e ocupação	Problemas ambientais	Condições de instabilidade ou estabilidade
Depressões sertanejas	Sertões semiárido com altitude entre 100 e 500, vegetação de caatinga hipo e hiper xerófilas, litossolos.	Pecuária extensiva agricultura de subsistência, extrativismo mineral e vegetal.	Desmatamento principalmente com queimadas, assoreamento de baixadas, redução da espessura do solo	Ambiente moderadamente estável com tendência a instabilidade
Planície fluvial	Faixas aluviais de terras planas margeando o curso d'água sujeitas a inundações periódicas predominio de neossolos e ocorrência de vertissolos e planossolos, presença de mata ciliar.	Agricultura de subsistência, cultivos irrigados, extrativismo vegetal e mineral.	Desmatamentos, riscos de contaminação de solos e água por produtos agrícolas, salinização de solos irrigados, erosão	Ambiente moderadamente estável com tendência a instabilidade
Tabuleiro interiorano (Formação Faceira)	São platôs da Formação Faceira com espessura média de 20m, situado numa altitude média de 100m; são formados por arenitos com níveis de conglomerados e brechas na base e areias de tonalidade vermelha na superfície.	Agropecuária principalmente a cultura de caju.	Desmatamento e erosão	Moderadamente estável.

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

3.2 Aspectos Geológicos

As respostas diferenciadas que os terrenos apresentam ao uso e ocupação tem relação com os aspectos geológicos. Dessa forma, dos terrenos geológicos mais novos para os mais antigos destacam-se os depósitos quaternários fluviais e as planícies de inundações sustentadas por sedimentos relacionados ao atual ciclo de erosão, os sedimentos Tércio quaternários correlacionados à Formação Faceira e rochas granito-gnaiss-migmatitos Proterozoica. No que concerne o município São João do Jaguaribe no contexto dos domínios morfoestruturais do Ceará, ver a figura 8:

Figura 8 – Localização do município de São João do Jaguaribe em relação aos domínios sedimentares e cristalino do estado do Ceará.



Fonte: Feitosa e Benvenuti (1998)

Dentre os primeiros pesquisadores a estudar a geologia da região do Baixo Jaguaribe, onde está inserida a área pesquisada, destacam-se Almeida (1969), Campos *et al.* (1976) e Gomes (1981). Estudos desenvolvidos pela Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais-CPRM (1996) destacaram a presença de rochas metamórficas de baixo grau, metamórficas de médio a alto grau, granitoides e coberturas sedimentares não metamorfoseadas constituídas por areias quartzosas, aluviões. O substrato geológico é constituído por rochas antigas como gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano Indiviso, sedimentos detríticos conglomeráticos a arenoargilosos do Terciário/Quaternário e sedimentos arenosos inconsolidados aluviais do Quaternário. Os sedimentos da Formação Faceira apresentam cores vermelho-amareladas ou esbranquiçadas. Os sedimentos aluviais formam as

* Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozoicos (Planícies Fluviais, Formas Litorâneas e Tabuleiros) que são formas de acumulação;

*Domínio das Bacias Sedimentares Paleo-Mesozoicas (Chapada do Araripe, Chapada do Apodi e Cuesta da Ibiapaba) que são formas estruturais de Planaltos Sedimentares;

*Domínio dos Escudos e Maciços Antigos (Planaltos Residuais e Depressões Sertanejas) que são formas erosivas e dissecadas.

Na região pesquisada, a geomorfologia é constituída por terrenos das Depressões Sertanejas (Complexo Jaguaretama) e por terrenos de Depósitos Sedimentares como Tabuleiro Interiorano Peistocênico (Formação Faceira) e Planície Fluvial (Planície Aluvionar do Rio Jaguaribe).

Os terrenos de Depressões Sertanejas representam a unidade geomorfológica mais extensa do estado, abrangendo a maioria dos municípios cearenses e são representadas por terrenos planos e suaves ondulados com altitudes inferiores a 500 m posicionados entre os maciços residuais. Corresponde à amplas superfícies de aplainamento que foram elaboradas em condições climáticas de semiaridez, o que faz predominar o intemperismo com o processo erosivo intenso rebaixando o relevo. Os detritos foram e são transportados pelo escoamento superficial para as partes mais baixas durante as enxurradas de curta duração, fazendo surgir os pedimentos, que, em conjunto, constituem os pediplanos.

As condições climáticas são determinantes para dominância de vegetação de caatinga e de rios temporários. Essa unidade desenvolve-se em terrenos cristalinos, fazendo-se exceção apenas pela inclusão de algumas pequenas bacias sedimentares como as de Jaibaras e Iguatu-Icó. Nas superfícies aplainadas aparecem relevos residuais (serras e inselbergs), distribuídos de forma isolada ou em agrupamentos. Os inselbergs são feições diretamente vinculadas à existência de rochas graníticas, que apresentam uma elevada resistência ao intemperismo.

As Planícies Fluviais são terrenos planos que resultam de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário. Estão justapostos ao fluxo fluvial e apresentam largura e extensão bastante variadas. Apresentam superfície pouco elevada acima do nível médio das águas, sendo frequentemente inundados por ocasião das cheias.

São também denominadas de Planícies de Inundação, constituídas de

sedimentos argilosos, siltosos e arenosos dispostos em faixas mais ou menos estreitas ao longo dos rios e riachos. São terrenos planos que apresentam um significado socioeconômico para o meio semiárido em virtude de suas características e potencialidades naturais favoráveis à agricultura.

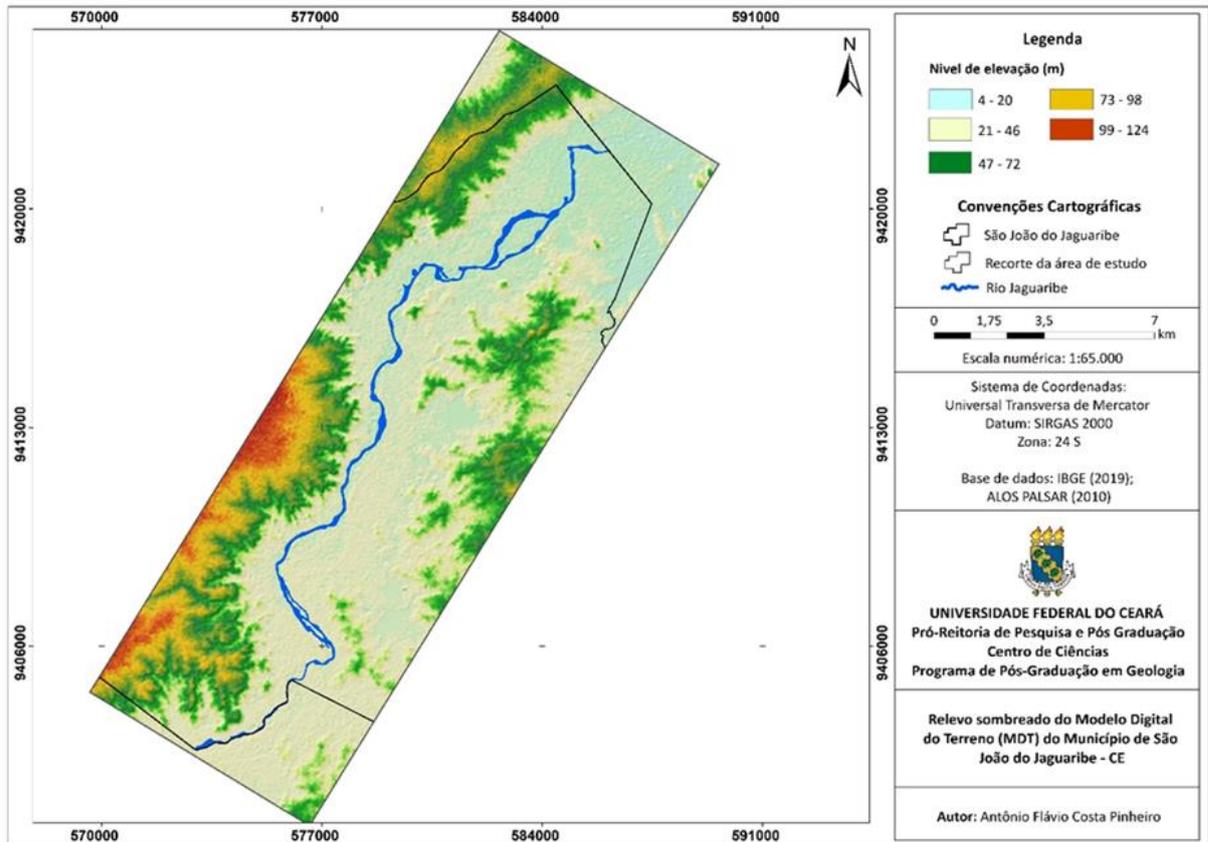
Entre as implicações positivas e negativas destacam-se: predominam solos argilosos que devem manter boa disponibilidade de água para as plantas por um longo tempo nos períodos mais secos e, se adubados, devem reter bem os nutrientes. Apresentam baixo potencial de erosão hídrica e pelas características topográficas são favoráveis ao uso de equipamentos motorizados e de mecanização.

Por serem derivados de sedimentos pobres em minerais que liberam nutrientes e ricos em minerais que liberam bastante alumínio, os solos devem apresentar baixa fertilidade natural e devem ser bastante ácidos; nas áreas de relevo mais plano, devido à diferença de permeabilidade entre as camadas superiores do solo e os horizontes inferiores, muito pouco permeáveis, durante o período de chuvas, a camada agrícola pode encharcar excessivamente, o que pode causar o apodrecimento das plantas.

As planícies aluviais são os ambientes que mais merecem cuidados especiais nas decisões de planejamento e gestão ambiental. Fato que, na maior parte das vezes, não é levado em conta nas decisões de uso e ocupação do solo. São espaços que costumam ser ocupados irregularmente, principalmente nos espaços urbanos. Isso acontece pela inexistência de planos preventivos, porque tanto a sociedade como o poder público não têm conhecimento ou desconsidera a importância e a fragilidade ambiental que esses terrenos representam.

A unidade Tabuleiros Interioranos apresenta cotas que oscilam entre 100m e 500m, não ultrapassando na área pesquisada a cota de 124m. É formada por sedimentos arenosos inconsolidados cenozoicos. Estes depósitos apresentam colorações amarelo-esbranquiçada, alaranjada e creme, espessura máxima de 30m e um nível descontínuo de conglomerado basal, constituído de seixos quartzosos bem rolados e heterométricos, sobrepondo-se, na área, ao substrato da Suíte Serra do Deserto e do Complexo Jaguaretama O relevo é caracterizado por apresentar formas tabulares. No que concerne às altitudes elas são inferiores a 200 m como destaca o mapa 3:

Mapa 3 – Modelo Digital do Terreno (MDT) da área estudada e terrenos adjacentes



Fonte: Flávio; Ano:2020

Analisando a figura, percebe-se que a área pesquisada é constituída predominantemente por uma depressão relativa de vale que corresponde aos terrenos de aluvião do Rio Jaguaribe, que tem, também, lagoas como a do Gabriel no sul da área e a do Umari situada a nordeste da área. A noroeste tem os terrenos da Suíte Serra do Deserto (SSD). Na parte leste e sudeste destacam-se elevações graníticas, essencialmente *sheets*, no contexto da unidade Complexo Jaguaretama (CJ). Na parte nordeste as elevações são constituídas por litotipos graníticos da unidade Tardi a Pós Orogênica (GTPO).

3.4 Aspectos Climáticos

A análise das condições climáticas de uma área a ser estudada é de fundamental importância, pois o clima reflete-se nas condições geomorfológicas, no regime da rede de drenagem, na gênese e no processo de desenvolvimento do solo e na cobertura vegetal. Além disso, as atividades humanas mantêm uma forte relação

com o clima. O domínio semiárido, predominante no Nordeste brasileiro, tem como característica principal a existência de dois períodos definidos: um seco e longo, em média com oito meses de duração, e outro úmido, curto e irregular, com média pluviométrica de 700 mm/ano distribuídos desigualmente no tempo e no espaço.

A dinâmica climática do Ceará está relacionada com a interação de diferentes sistemas de circulação atmosférica e com os demais fatores geoambientais, como geomorfologia e localização do estado na zona equatorial, favorecendo uma intensa insolação durante o ano todo.

Dentre os diversos condicionantes da precipitação, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) assume caráter fundamental. Dependendo do grau de inclinação dos raios solares no equador, sua incidência favorecerá, a partir da atuação dos anticiclones do Atlântico Norte e Sul, a subida ou descida em relação ao equador da ZCIT. Acrescenta-se a isso a gênese das chuvas em termos de circulação atmosférica, ação da Convergência Intertropical, perturbações nas correntes de alísios e fatores geográficos associados à latitude, orientação do litoral em relação à corrente de alísios e ao relevo (SOUZA, 2002).

O município está situado no contexto do perímetro das secas, apresentando o tipo climático tropical semiárido, caracterizado por alta temperatura (variando de 26 °C a 28 °C), pequena pluviosidade anual (de 600 mm/ano a 750 mm/ano), curto período chuvoso (de 3 a 4 meses), irregularidade das chuvas no tempo e no espaço e elevada evapotranspiração (IPECE, 2019) como destacam a tabela 1, o quadro 5 e a Figura 10:

Quadro 5 – Aspectos climáticos

Aspectos do clima tropical semiárido			
Caracte- rísticas	Pluviosidade (mm)	Temperatura Média (°C)	Período chuvoso dominante
	600 a 700	26° a 28°	Fevereiro a Abril

Fonte: IPECE, 2019

Tabela 1 – Pluviosidade (mm) mensal do município de São João do Jaguaribe, Ceará (1973-2020)

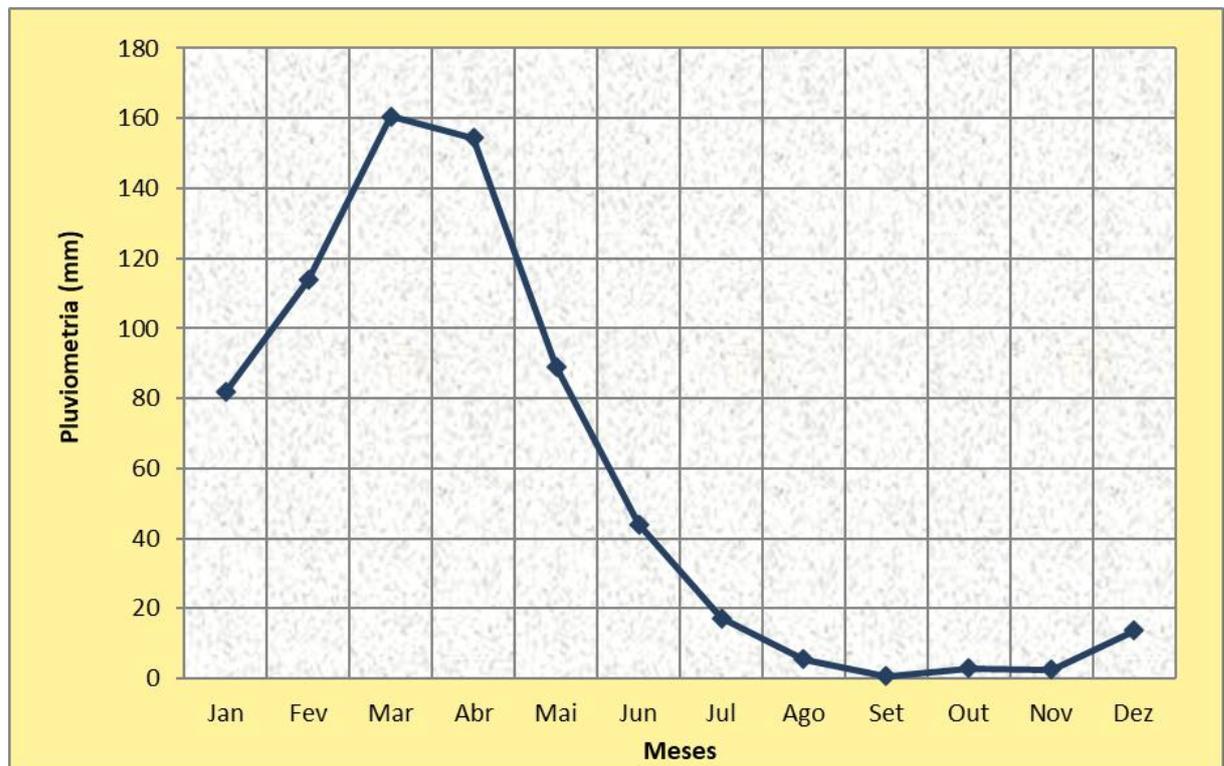
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1973	90,4	104,7	345,7	308,3	141	107,3	24,9	1,2	0	0	0	11,5
1974	150,4	188,3	288,6	411,1	230,2	58,9	22,2	0	11,7	0,7	15,3	91,1
1975	81,9	144,9	324,7	169,8	244	66,1	76,5	0	0	0	0	36,1
1976	12,1	85,1	226,7	122,5	22,3	8,1	2,6	0,4	0	20,3	8,7	11,4
1977	151	147	198,1	216,3	163,2	88,4	39,9	0	0	0	7,1	16
1978	10,6	142	131,2	121	105,8	84,5	20,4	9,1	0	0	0	0
1979	59,6	141	72,5	79,8	130,7	42,3	17,78	0	9,7	0	4	0
1980	33,2	283,9	382,4	20,1	4,9	15,2	1,4	0	0	12	12,6	2,4
1981	48,4	41,5	284,3	75,8	7,8	0	0	0	0	0	9	32,3
1982	28,5	67,5	65,7	221,2	118,9	37,1	25,7	1,5	0	2	11,9	16,1
1983	70,2	61,7	158,7	150,3	18,8	0	2,5	2	0	0	0	0
1984	12,3	63,1	253,3	567,5	188,5	23,4	28,3	4,4	1,4	0	0	5,9
1985	153,4	461,8	224,8	450,9	231,3	150,1	62,2	21,5	0	0	0	115,2
1986	97,2	153,5	320,7	238,3	229	65,7	5,2	22,2	0	0	3,6	0
1987	26,3	68	207,4	128,9	9,7	47,9	3,1	0	0	0	3,9	0
1988	34,9	69,8	124,2	289,5	130,6	66,9	13	0	0	0	0	34,3
1989	12,5	17,3	174,1	346,4	126,2	96,5	101	0	0	0	0	130,7
1990	9,8	146,4	68,1	47,6	29,5	14	0	0	0	0	0	0
1991	96	111,3	124	105,8	70,8	34,6	0	10,2	0	0	0	0
1992	142,1	115,9	97,8	80,6	0	8,6	22,2	0	0	0	0	
1993	11,2	27,2	78,8	45,4	52,6	60	4	0	0	9,6	0	0
1994	128	158,2	163	139	112,8	100,6	8	3,7	0	0	0	41,5
1995	66,1	126,8	188,8	202,5	242	150	0	0	0	0	0	0
1996	179,2	105,6	153,1	197,8	29,4	5	0	5	15	0	0	0
1997	40,8	98,6	236,4	96,9	125,4	0	0	0	0	0	0	14,8
1998	92,1	16,4	111,6	21,7	12	0	0	5	0	9,2	0	0
1999	44	11,9	139,6	104,8	141,1	20,8	0	0	3,8	0	0	23,8

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2000	261,6	193,2	219	92,5	83,4	7,9	93	0	0	0	0	19,6
2001	26,2	22	116,8	154,5	19,2	26,5	0	0	0	0	0	0
2002	332	36,4	266,1	195	57,7	27	41,3	0	0	0	0	0
2003	160,1	113,5	132,6	162,3	73,6	32,6	0	0	0	0	0	0
2004	432,4	272,6	145,9	54,7	68	132,3	21,9	0	0	0	1,5	0
2005	26,9	37,6	181,7	62,9	148,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
2006	6,1	122,7	199,6	214,9	27,2	27,2	0	0	0	0	0	4,6
2007	3,9	170	130,2	132,1	65,5	75,4	15	0	0	0	0	0
2008	75,2	1,8	304,2	203,9	109,2	8	1,7	2,7	0	0	0	0
2009	59,2	171,4	181,9	210,2	238,6	62,3	47,2	46	0	0	0	7,8
2010	57,9	6,2	22,7	109,4	16	34,5	0	0	0	53,1	0	38,4
2011	206,1	111,5	111,3	107,9	88,6	7,6	153,7	4	0	92,1	0	0
2012	18,3	107,4	28,4	38,6	5,2	13,1	10	0	0	0	0	0
2013	6,3	58,6	42	190,3	35	164	13	0	0	0	0	0
2014	21	54	211,2	96,4	61	0	28	0	0	0	0	0
2015	73	100	6	38,8	21,4	0	0	0	0	0	0	16,4
2016	167,5	66,2	35,4	60	22	32	0	0	0	0	0	0
2017	9	156	104,4	76	40	18	5,2	0	0	0	0	0
2018	32,2	180,1	154,3	283,2	42,2	2	0	0	0	0	0	28
2019	116,4	216,3	197,1	283,2	42,2	0	0	0	0	0	0	0
2020	186	134,8	138,6	147,5	38	0	0	0	0	0	0	10
Total	4159,5	5491,7	8073,7	7874,1	4221,3	2022,4	910,88	138,9	41,6	199	77,6	210,5
Média	86,66	114,41	168,2	164,04	87,94	42,13	18,98	2,89	0,87	4,14	1,62	7,52

Fonte: FUNCEME; Ano: 2021

Ainda sobre a pluviometria do município foi feito um levantamento considerando a média mensal no intervalo de 1973 a 2020 como destaca o gráfico 1:

Gráfico 1 – Média pluviométrica por mês (1973-2020)

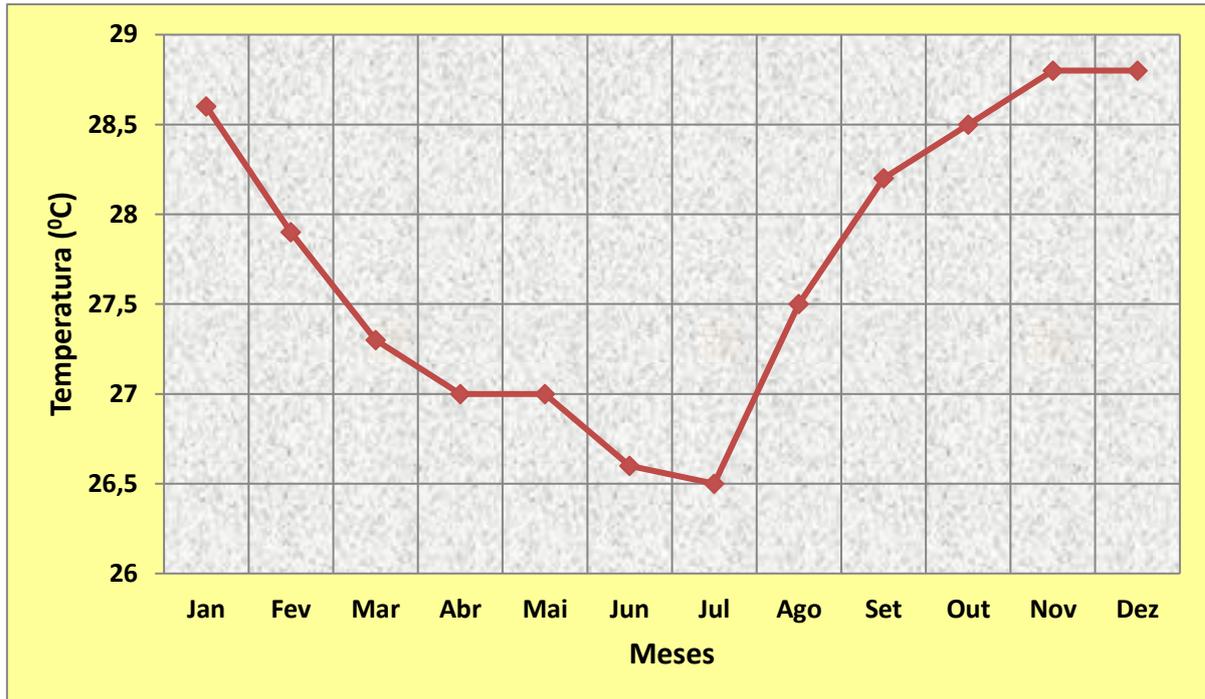


Fonte: FUNCEME; Ano: 2021

Percebe-se pelo gráfico que o período de maior pluviosidade é entre fevereiro e abril com dominância em março e abril. A partir deste mês a pluviosidade começa a diminuir, sendo inexistente entre setembro e novembro, quando o gráfico começa a ascender.

No que concerne a média mensal de temperatura, no intervalo de 1974 a 2019, percebe-se pelo gráfico 2, que as maiores temperaturas são em outubro e novembro com $28,8^{\circ}\text{C}$ e janeiro com $28,6^{\circ}\text{C}$, o que influencia numa maior evapotranspiração. As menores temperaturas ocorrem nos meses de julho com $26,5^{\circ}\text{C}$ e junho com $26,6^{\circ}\text{C}$, abril e maio com 27°C , o que significa meses com menores índices de evapotranspiração no município. A temperatura média anual foi estimada em $27,72^{\circ}\text{C}$, com uma amplitude térmica de $2,3^{\circ}\text{C}$, sendo a menor temperatura registrada nos meses de junho e julho, com $26,5^{\circ}\text{C}$; a maior temperatura foi registrada no mês de novembro e dezembro, com $28,8^{\circ}\text{C}$.

Gráfico 2 – Temperatura média/mês (período 1973 – 2020)



Fonte: UFC – Programa Celina versão 1.0 (2014)

Essas características refletem-se num intemperismo físico dominante, solos rasos ou pouco profundos associados a afloramento de rochas, vegetação de caatinga em padrões fisionômicos variados e dominância de hidrografia com rios de drenagem intermitente.

As condições adversas de semiaridez, contudo, foram amenizadas pela perenização do rio Jaguaribe, depois da construção do açude Orós na década de 1950, no município homônimo, e com a construção do açude Castanhão, na década de 1990, no município de Jaguaribara. Essas características constituem fatores de grande importância para o regime de precipitação local e aspectos físico-ecológicos, para o contexto hidrológico superficial e subterrâneo, como também para a economia, essencialmente para a produção agropecuária.

3.5 Balanço Hídrico

O Balanço Hídrico, conforme Vasconcelos (1999) é um balanço de massa. A massa de água precipitada é parcelada de forma que a expressão do balanço pode ser utilizada para determinar um de seus termos, desde que sejam conhecidos os demais. Conforme Gomes (2008), é a operação que quantifica a diferença numérica

entre as alimentações e as descargas de um sistema hídrico em uma região e em um intervalo de tempo específico; é a soma das entradas (alimentações) e saídas (descarga) e das variações de armazenamento de um aquífero em um intervalo de tempo definido.

A equação do Balanço Hídrico é um instrumento útil que é usado para estimar a magnitude e distribuição no tempo das variáveis hidrológicas. A evapotranspiração real (ETR) é calculada a partir da comparação entre evapotranspiração potencial (ETP) e a precipitação (Pluviometria) (PPT), considerando que o município tem uma capacidade de armazenamento (CA) de 100 mm (VASCONCELOS, 1994).

O Balanço Hídrico da bacia hidrográfica envolve a quantificação dos componentes deste sistema visando a um melhor entendimento do comportamento deste e utilização racional dos recursos hídricos. Envolve a continuidade de massa e a troca de energia dos sistemas envolvidos, no tempo e no espaço. Vale destacar que o conceito de Balanço Hídrico avalia o solo como reservatório fixo, no qual a água é armazenada até o máximo de sua capacidade de campo, podendo esta ser removida pelas plantas. Sobre as categorias teóricas do Balanço Hídrico, destacam-se precipitação, evaporação, evapotranspiração, evapotranspiração potencial (ETP), evapotranspiração real (ETR), infiltração, escoamento superficial, excedente hídrico, deficiência hídrica.

Precipitação é toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. A evaporação é o processo físico no qual um líquido ou sólido passa ao estado gasoso. A evapotranspiração é a perda de água por evaporação da umidade contida no solo e transpiração das plantas. Evapotranspiração potencial é a quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, na unidade de tempo, de uma superfície extensa coberta de vegetação suprida de água. A evapotranspiração real é a quantidade de água que nas condições reais se evapora do solo e transpira das plantas. A evapotranspiração real é igual ou menor que a evapotranspiração potencial ($ETR \leq ETP$). O excedente hídrico é a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, quando o solo atinge a sua capacidade máxima de retenção de água. A deficiência hídrica é a diferença entre a evapotranspiração potencial e a real. O levantamento do Balanço Hídrico de uma bacia hidrográfica também envolve a quantificação dos componentes desse sistema visando a um melhor entendimento do comportamento do sistema e utilização racional

dos recursos hídricos.

O escoamento superficial é a situação em que a água se desloca na superfície da bacia até encontrar uma calha definida. Quando a bacia é rural, o escoamento tem influência da cobertura vegetal e grande parte infiltra.

A infiltração da água no solo é um processo que depende da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da superfície e das quantidades de água e ar inicialmente presentes no seu interior. Infiltração, conforme Tucci (1993) é a passagem de água da superfície para o interior do solo. Assim, é um processo que depende da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e das quantidades de água e ar, inicialmente presentes no seu interior.

A recarga subterrânea é considerada um processo de movimento da água que atinge a zona saturada sob forças gravitacionais e considerando, também, uma direção específica por condicionamento hidráulico. É considerada como a quantidade de água que contribui para aumentar a reserva subterrânea ou temporária. Vasconcelos (1999) denomina de recarga potencial (infiltração total) aquela que penetra no solo e recarga real (infiltração eficaz) aquela que chega no aquífero.

Para a determinação do balanço hídrico na área de estudo foram utilizados os dados pluviométricos e de temperaturas no período de 1973 a 2020, fornecidos pela FUNCEME (2021), através dos quais foi possível fazer uma estimativa da parcela de precipitação que se infiltra no subsolo, permitindo uma avaliação do processo de renovação das reservas de água subterrânea.

Sabe-se que o cálculo do balanço hídrico é realizado com a aplicação da equação de Thornthwaite (1955), que considera as médias mensais de pluviometria (PPT) e temperatura (T), fornecendo a evapotranspiração potencial (ETP) e a avaliação de evapotranspiração real (ETR), permitindo a obtenção da infiltração potencial (IP).

Com base na metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), o cálculo do Balanço Hídrico, foi realizado para o posto pluviométrico N°134 localizado no município de São João do Jaguaribe, sendo assim, possível de avaliar a quantidade de água que entra e sai do sistema, bem como a parcela de infiltração. Sendo assim, o balanço hídrico para o posto pluviométrico N° 134, não forneceu um excedente hídrico, impedindo que se fizesse estimativa da recarga potencial.

A ausência de excedente hídrico no balanço não significa que não ocorre

recarga subterrânea, em média a recarga não existe, mas em anos individualizados dependendo das condições climáticas pode haver ou não o excedente hídrico (Tabela 2).

Tabela 2 – Balanço Hídrico São João do Jaguaribe, Estação 134 (1973 - 2020)

Mês	PPT (mm)	T média (°C)	Im	K	ETP (mm)	PPT - ETP	C	ETR (mm)	le (mm)
Jan	81,85	28,6	13,680	1,06	188,71	-106,86	0	81,85	0
Fev	113,91	27,9	13,181	0,95	153,15	-39,24	0	113,91	0
Mar	160,6	27,3	12,758	1,04	153,67	6,93	6,93	153,67	0
Abr	154,41	27	12,548	1	141,36	13,05	19,98	141,36	0
Mai	89	27	12,548	1,02	144,19	-55,19	0	89,00	0
Jun	43,95	26,6	12,271	0,99	131,83	-87,88	0	43,95	0
Jul	17,23	26,5	12,202	1,02	133,79	-116,56	0	17,23	0
Ago	5,51	27,5	12,899	1,03	156,71	-151,20	0	5,51	0
Set	0,66	28,2	13,394	1	168,26	-167,60	0	0,66	0
Out	2,96	28,5	13,609	1,05	184,33	-181,37	0	2,96	0
Nov	2,59	28,8	13,824	1,03	188,56	-185,97	0	2,59	0
Dez	13,68	28,8	13,824	1,06	194,06	-180,38	0	13,68	0
Total	686,35		156,74	12,25	1938,61	-1252,26	26,91	666,37	0,00
MÉDIA	57,2	27,72			161,55			55,53	

Fonte: Planilha em ambiente do Excel para cálculo de Balanço Hídrico, Apud Rolim, 1998.

Legenda: PPT = Precipitação; T = Temperatura; Im = Índice térmico mensal; K = Fator de correção que depende da latitude do lugar; ETP = Evapotranspiração potencial; C = Capacidade de armazenamento; ETR = Evapotranspiração real; le = Infiltração estimada.

Os valores de precipitação (PPT) variaram de um mínimo de 0,66 mm em setembro para um máximo de 160,6 mm em março. Os valores da evapotranspiração potencial (ETP), de acordo com os cálculos obtidos, variaram de um mínimo de 131,83 mm em junho a um máximo de 194,06 mm em dezembro. Os valores de evapotranspiração real (ETR) variaram de um mínimo 0,66 mm em setembro, para o máximo de 153,67 mm em março. O cálculo da evapotranspiração potencial (ETP) é feito utilizando a Equação 3 de Thornthwaite (1955): $ETP = 16 (10T/I)^a \times K$

Onde:

ETP = Evapotranspiração Potencial (mm);

T = Temperatura média mensal em °C (referente ao período considerado);

I = Índice Térmico Anual;

K = fator de correção que depende da latitude do lugar e da insolação média mensal;

O índice térmico anual (I) é calculado pela expressão:

$$I = \sum_{i=1}^{12} I_i$$

Em que: $I_i = (T_i/5)^{1,5}$

T_i = temperatura média de cada mês do ano.

i = índice térmico mensal, que varia de 1 a 12 e, somados, dão o índice térmico anual (I).

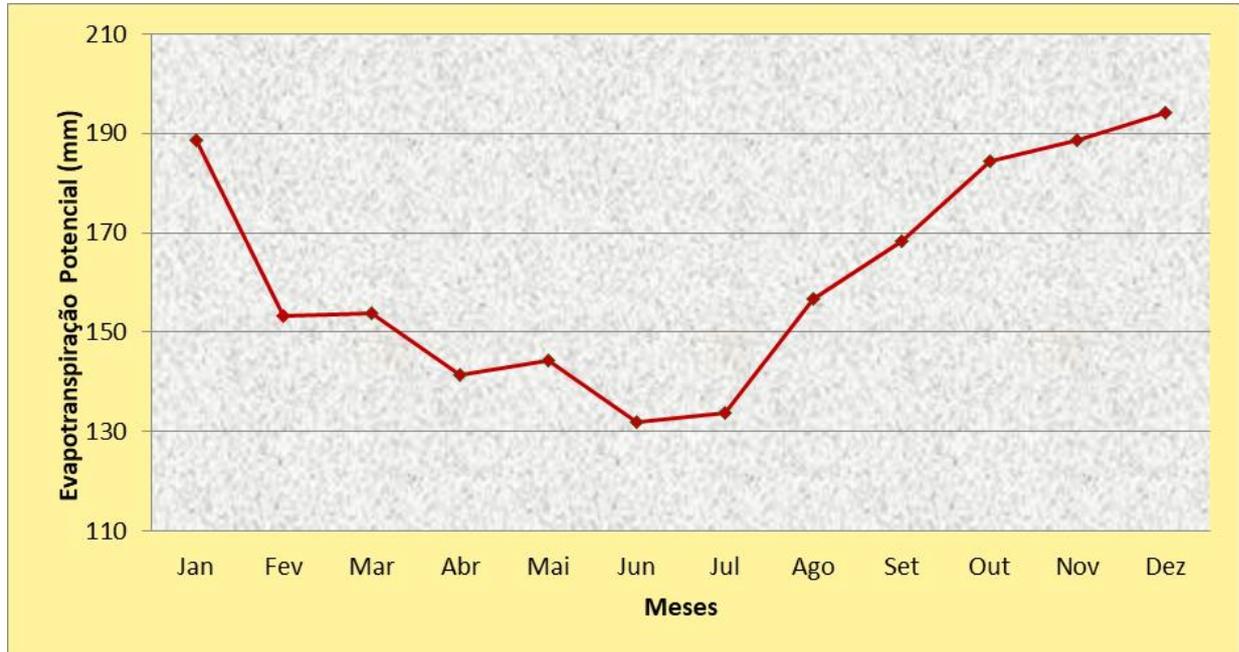
a = parâmetro obtido em função do índice térmico, sendo dado por:

$$a = 0,49239 + (1792 \times 10^{-5} I) - (771 \times 10^{-7} + I^2) + (675 \times 10^{-9} I^3)$$

A evapotranspiração potencial (ETP) corresponde à capacidade máxima de água que pode ser perdida em forma de vapor, em certa condição climática. De acordo com os dados coletados pelo posto pluviométrico N°134, a evapotranspiração potencial anual é de 1.938,61 mm/ano, sendo a menor evapotranspiração potencial mensal observada no mês de junho, com 131,83 mm, enquanto que a maior evapotranspiração potencial mensal é observada no mês de dezembro, com 194,06 mm, com amplitude de 62,23 mm.

Em nível sazonal, os maiores valores de evapotranspiração potencial são observados entre os meses de setembro a janeiro, com média mensal de 184,78mm e total acumulado de 923,92mm, o que equivale a 47,66% do total anual. Os meses de fevereiro a agosto apresentam média mensal de 144,96 mm (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Média Mensal da evapotranspiração potencial do posto pluviométrico N° 134 (1973 a 2020)



Fonte: FUNCEME, 2020

A Evapotranspiração Real anual média corresponde ao somatório das Evapotranspirações médias mensais e a Infiltração Potencial média mensal é calculada pela:

$$\text{Equação 4: } I_p = P - ETR$$

Onde:

I_p = Infiltração Potencial

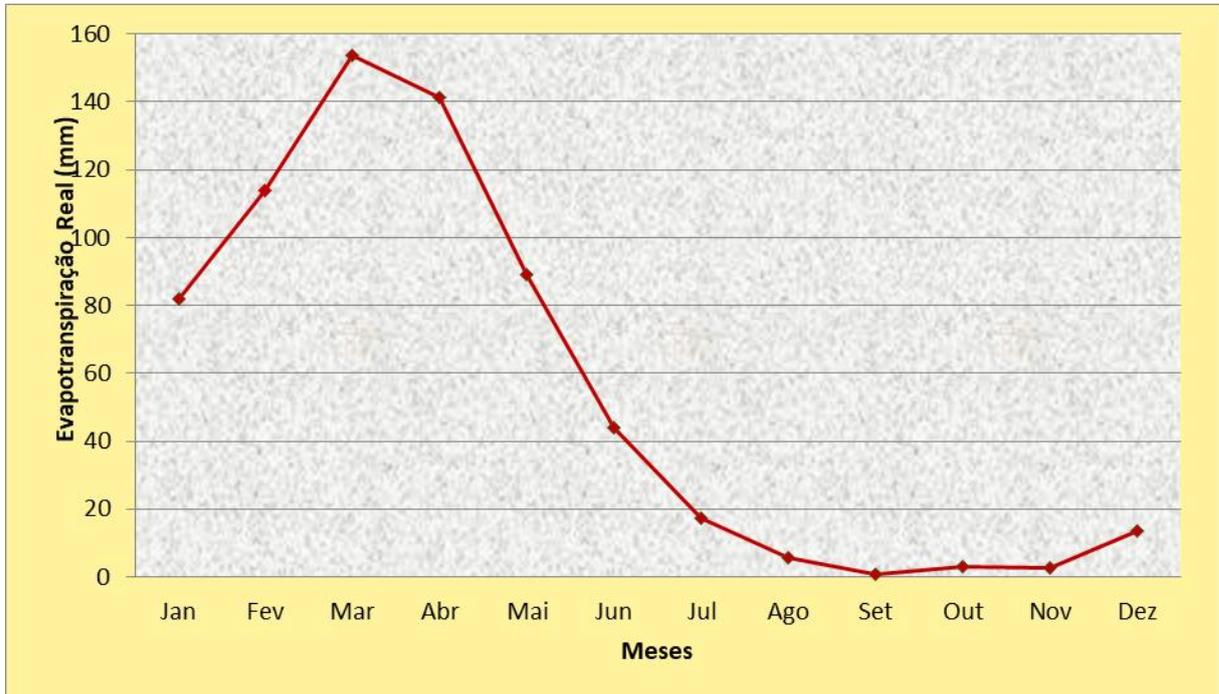
P = Precipitação

ETR = Evapotranspiração Real

No posto pluviométrico N°134, a evapotranspiração real anual é de 666,37 mm/ano, sendo a menor evapotranspiração real mensal observada no mês de setembro, com 0,66mm; a maior evapotranspiração real mensal é observada no mês de março, com 153,67mm, com amplitude de 153,01mm. Em nível sazonal, os maiores valores de evapotranspiração real são observados entre os meses de janeiro a maio, com média mensal de 115,96 mm e total acumulado de 579,79 mm, o que

equivale a 87% do total anual. Os meses de junho a dezembro, apresentam média mensal de 12,37 mm (Gráfico 4).

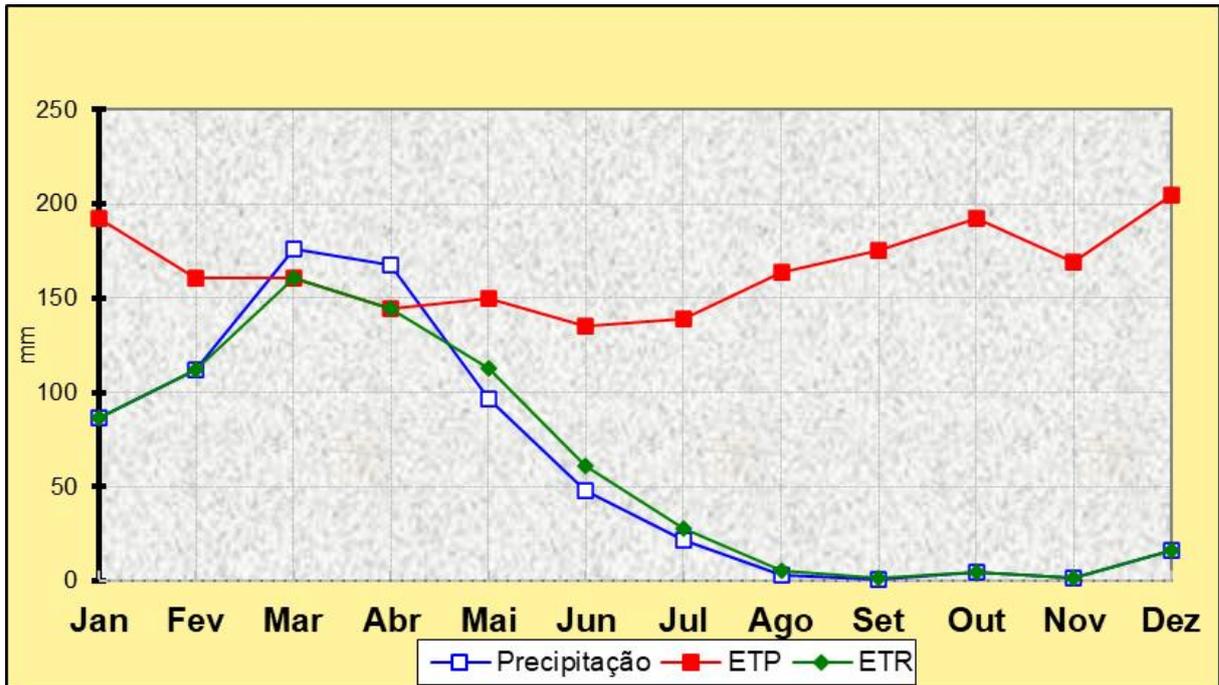
Gráfico 4 – Média mensal da evapotranspiração real do posto pluviométrico N°134 (1973 a 2020)



Fonte: FUNCEME, 2021

Comparando os dados da evapotranspiração real com a evapotranspiração potencial, observa-se que, apenas nos meses de março e abril, a evapotranspiração real é igual a evapotranspiração potencial, tal fato é justificado, pois, nesse período as precipitações atmosféricas são superiores a evapotranspiração potencial, proporcionando um excedente hídrico na região. Juntamente com a Tabela 2 a citada Planilha do Excel para Balanço Hídrico, desenvolvida por Rolim (1998), produziu os gráficos 5, 6 e 7:

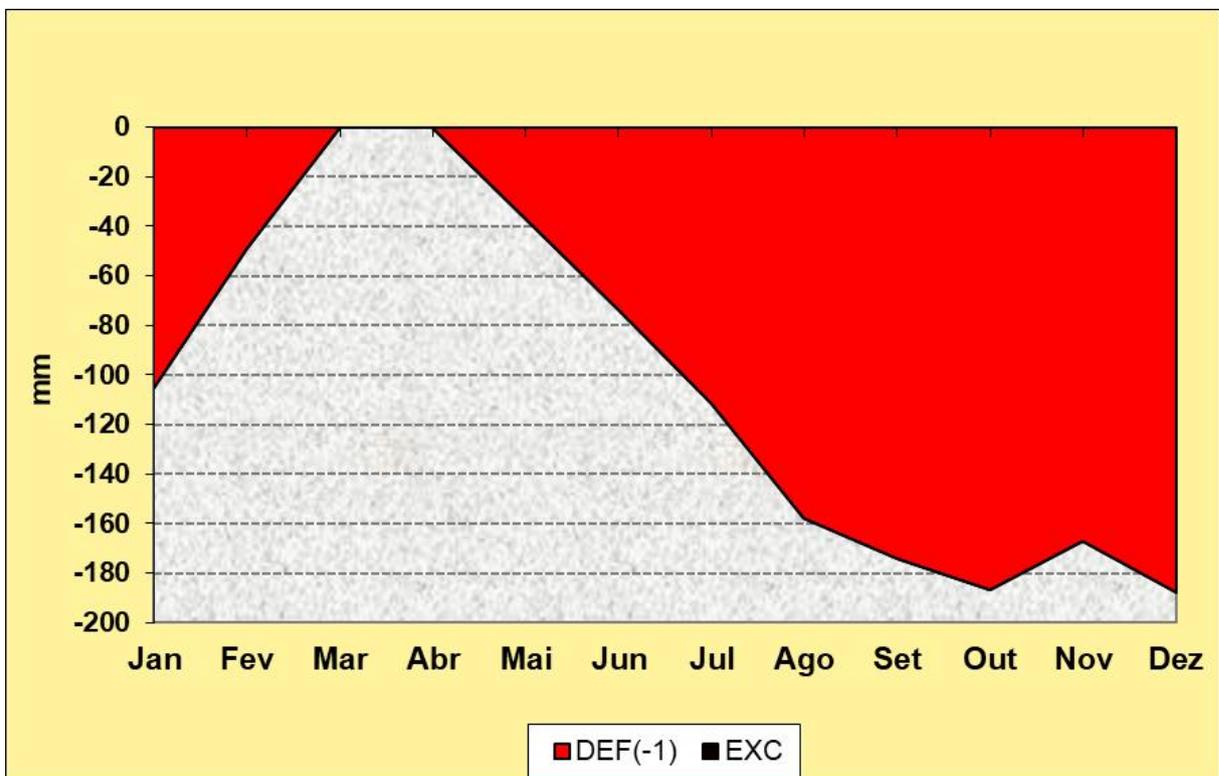
Gráfico 5 – Balanço Hídrico normal mensal



Fonte: FUNCEME, 2021

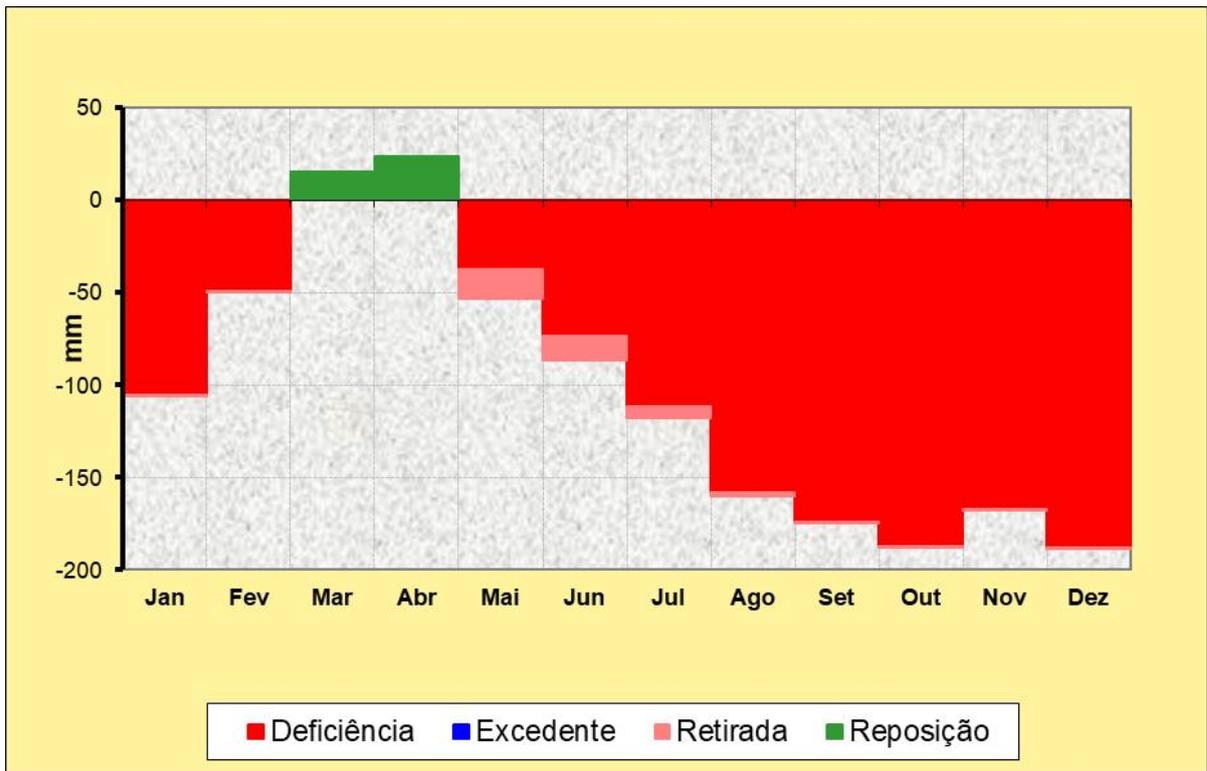
Legenda: PPT = Precipitação; ETP = Evapotranspiração potencial e ETR = Evapotranspiração real.

Gráfico 6 – Extrato do Balanço Hídrico mensal



Fonte: FUNCEME, 2021

Gráfico 7 – Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica



Fonte: FUNCEME, 2019

Pode-se afirmar que no mês de março e abril, a precipitação é superior a evapotranspiração real, pois neste período ocorrem os maiores índices pluviométricos, porém o excedente hídrico é inferior a capacidade de armazenamento do solo (100mm), impossibilitando, assim, a recarga do aquífero. Até a metade do mês de abril, a precipitação é superior a Evapotranspiração Real. A partir daí, a precipitação é deficitária em relação e Evapotranspiração Real durante o restante do ano. Ocorre uma diminuição dos índices pluviométricos promovendo o aumento da evapotranspiração potencial em relação à evapotranspiração real, que nesse período praticamente se iguala a precipitação atmosférica, resultando em uma situação em que quase toda a água precipitada é evaporada. Então, somente na quadra chuvosa, essencialmente de fevereiro até abril, a precipitação é superior aos outros parâmetros.

No que concerne à Evapotranspiração Potencial, ela é superior durante a maior parte do ano à Evapotranspiração Real, com exceção durante os meses de março e abril, quando são equivalentes. Há dominância da Evapotranspiração Potencial, principalmente durante o segundo semestre. O município apresenta uma precipitação média anual de 686,35mm, sendo considerada baixa, já que a

evapotranspiração real (666,37mm/ano) chega a ser praticamente o valor da precipitação, criando um cenário onde praticamente toda água precipitada seja evaporada e o pouco que excede, fica retido na capacidade de armazenamento do solo, não chegando a recarregar os aquíferos, Porém vale lembrar que, a ausência de excedente hídrico no balanço não significa que não ocorre recarga subterrânea, em média a recarga não existe, mas em anos individualizados dependendo das condições climáticas pode haver ou não o excedente hídrico. No contexto geral, portanto, percebe-se um déficit no Balanço Hídrico, o que não favorece uma reposição mais consistente o que ocorre de maneira tímida no período chuvoso e, essencialmente, durante os meses de março e abril.

3.6 Aspectos Pedológicos

Os solos variam de acordo com as condições ambientais. Entre os tipos de solos da área pesquisa, destacam-se os Litossolos (Neossolos Litólicos), Argissolo Vermelho-Amarelo (Podzólico Vermelho-Amarelo) e Luvisolos (Brunos Não-Cálcicos), Vertissolo e Planossolo (Planossolo Solódico) (PRADO *et al.*, 2010).

Os Neossolos são rasos, pouco desenvolvidos, podendo ser encontrados nos terrenos do embasamento. Os solos aluviais correspondem aos solos de deposições fluviais desenvolvidos a partir de sedimentos quaternários. São representados por areias finas a grossas, de cores variadas, incluindo cascalhos, matações e argilas com matéria orgânica em decomposição.

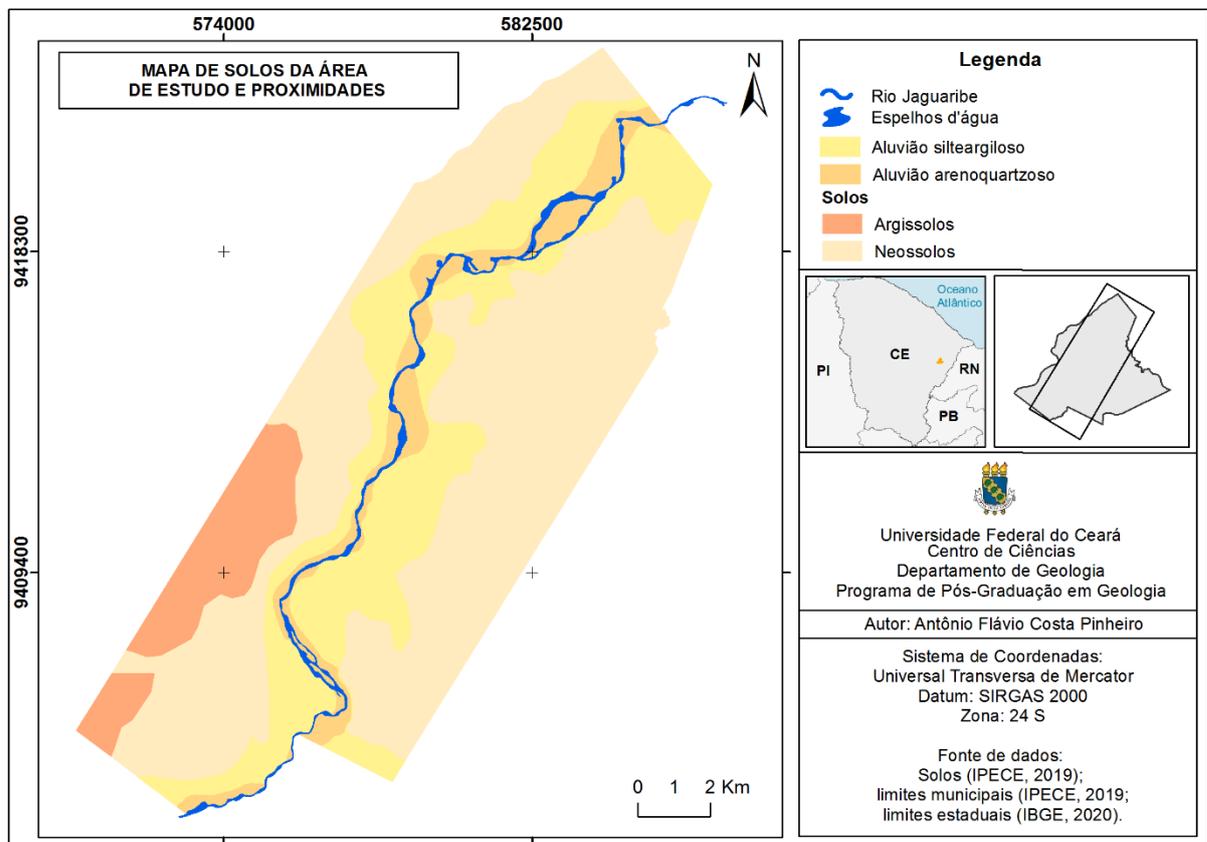
As aluviões funcionam como bons reservatórios, drenando a água, favorecendo um maior armazenamento e um menor escoamento, dadas as boas porosidade e permeabilidade. A recarga hídrica das aluviões é assegurada pelas precipitações pluviométricas e pela contribuição da rede de drenagem influente, particularmente no decorrer dos períodos de cheias. Por ser uma área sedimentar de fácil infiltração, predomina a presença de água subterrânea em toda sua extensão. As aluviões possuem perfil incompleto, apresentando descontinuidade litológica em todo perfil, em função de sua estratigrafia apresentar camadas diferenciadas e sem relações pedogenéticas entre si, que denunciam diferentes contextos deposicionais. Não possuem, portanto, relação com a rocha subjacente, diferentemente de horizontes desenvolvidos a partir de solos alóctones que possuem gênese diretamente vinculada ao substrato. São, portanto, pouco desenvolvidos e originados

de deposições fluviais de natureza diversa, variando de moderadamente a muito profundos, imperfeitamente drenados e com textura variável.

As aluviões apresentam alta fertilidade natural, com pH variando de moderadamente ácido a moderadamente alcalino, apresentando variação textural muito acentuada, mas com predomínio de clásticos finos. Em associação a essa contextualização pedológica, tem-se também uma vegetação característica típica de uma caatinga arbustiva fechada e aberta, representada principalmente pela Carnaúba (*Copernicia cerifera*) e Oiticica (*Licania rígida*).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são profundos, bem desenvolvidos. O horizonte B, normalmente, apresenta cores entre a vermelho-amarelada e a vermelha. Apresentam cores cinzentas ou claras e textura de média a grossa. Podem apresentar baixa ou alta fertilidade natural, dependendo das condições ambientais da área onde esses solos se originam. Sobre as categorias pedológicas, observar o mapa 4:

Mapa 4 – Mapa de solo da área estudada e proximidades



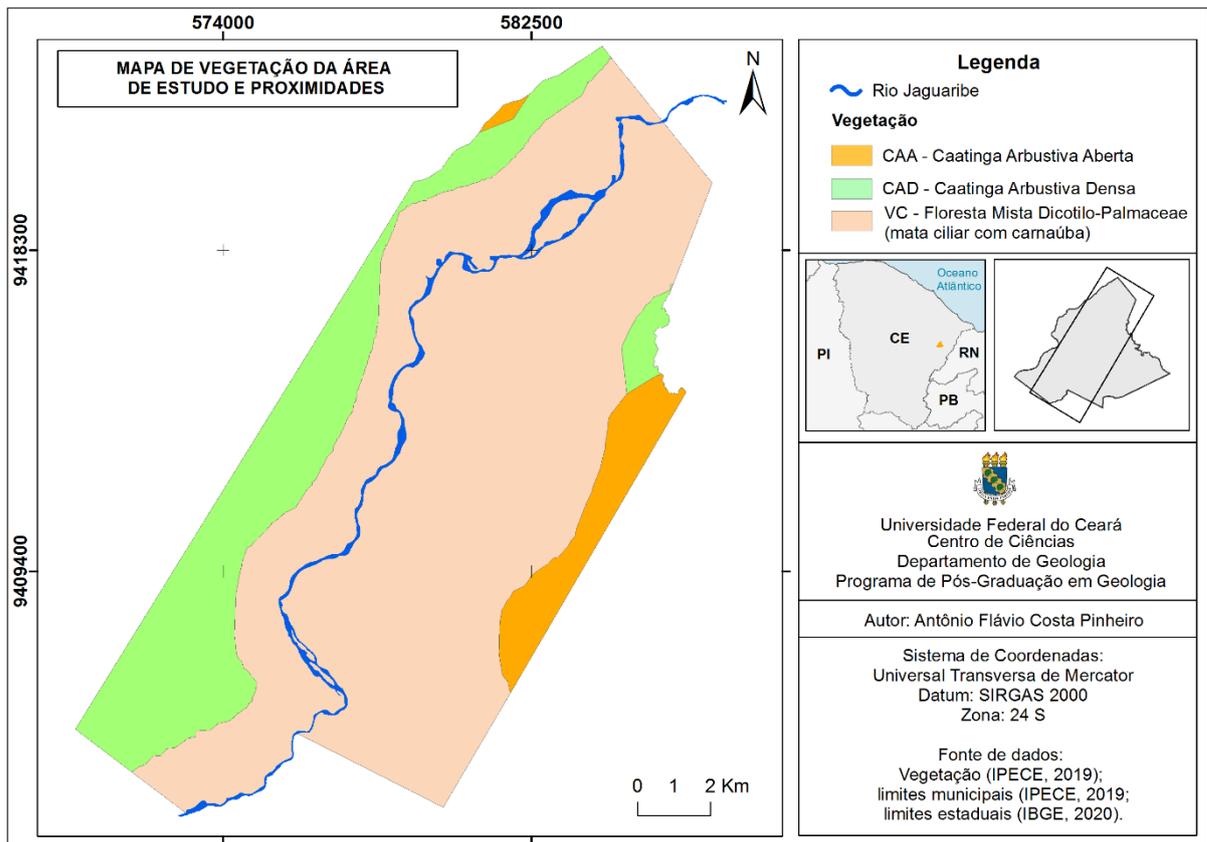
Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020 (Adaptado de IPECE, 2019)

3.7 Aspectos Vegetacional

A variação florística deriva diretamente de condições climáticas, edáficas e geomorfológicas. A associação do tipo de solo junto aos aspectos fluviais define o padrão fitogeográfico. A vegetação deve ser compreendida, então, na relação com os outros aspectos naturais como clima, solo e relevo. A vegetação depende, principalmente, do clima, essencialmente no que concerne à temperatura, pluviosidade e umidade da massa de ar.

Na relação com o solo, deve ser considerada a presença do material mineral e orgânico, a sua capacidade de retenção de água, a espessura e sua fertilidade. Sobre as unidades fito ecológica observar o mapa 5:

Mapa 5 – Unidades fito ecológicas da área estudada e proximidades



Fonte: Adaptado IPECE, 2019

A cobertura vegetal nos terrenos adjacentes à área aluvionar é a caatinga xerófila. Apresenta variedades caducifólias e algumas perenifólias. Ressaltam-se a proeminência de variedades popularmente conhecidas como: *Mimosa hostilis*

(jurema-preta), *Piptadenia moniliformis* Benth (Catanduva), *Croton sonderianus* (marmeleiro- preto), *Combretum leprosum* mart (mufunbo), *Myracrodouon urundeuva* (aroeira), *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Cordia oncocalyx* (pau-branco), *Amburana cearensis* (cumaru), *Cereus peruvianus* mill (mandacaru) etc. (MENDES, 1997). Sobre a diversidade de vegetação no município observar as fotos 1, 2, 3 e 4:

Foto 1 – Vegetação de caatinga na SSD



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano:2021

Foto 2 – Vegetação de caatinga na SGTPT



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Foto 3 – Vegetação de carnaúba na área Aluvionar



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Foto 4 – Vegetação de caatinga no CJ



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

A vegetação, em toda sua complexidade, depende basicamente da disponibilidade hídrica e da fertilidade do solo. O padrão fisionômico da caatinga é alterado pela mata ciliar, principalmente carnaúba (SILVA *et al.*, 2004). O desmatamento, principalmente através das queimadas, tem reduzido a fauna, visto

que há uma interdependência entre flora e fauna. Entre as espécies encontradas, podemos destacar: preás, gato-maracajá, raposa, saguis, cassacos, tejos, pebas, camaleões, tatu, veado, tamanduá, nambu, gavião, asa branca, carcará, juriti, rolinha, sabiá etc. (MENDES, 1997).

Conforme denuncia FUNCEME (1992) o município de São João do Jaguaribe está incluído entre os suscetíveis ao “processo de desertificação do solo”⁴, ou seja, ao processo de perda de fertilidade do solo. Essa situação é consequência do mau uso do solo pelas atividades agropecuárias marcadas pelo desmatamento (principalmente com queimadas), uso de tratores, uso inadequado de fertilizantes químicos e de agrotóxicos etc.

3.8 Aspectos Hídricos

A água é a substância mais abundante na superfície do planeta, participando dos seus processos modeladores pela dissolução de materiais terrestres, transporte de partículas e ainda é responsável por manter a vida sobre a Terra (KARMANN, 2003).

Os bens hídricos representam toda água que se encontra à disposição para uso humano nas suas diferentes atividades. Esses recursos hídricos estão vinculados não só às condições climáticas, mas também às características do substrato geológico e das condições de relevo. Correspondem aos rios, riachos, lagoas, açudes e águas subterrâneas. A área estudada está inserida no contexto do Polígono das Secas, apresentando clima semiárido. A grande variação do escoamento fluvial e o longo período de ausência da lâmina de água na maioria dos rios, durante os meses de estiagem, faz necessária a acumulação de água através de recursos como açudes, que visam a abastecer água à população, à pecuária, à pesca de subsistência e ao lazer.

A Bacia do Rio Jaguaribe, que detém o maior volume de água do estado do Ceará, é responsável pelo abastecimento de grande parte da população cearense.

⁴ É o fenômeno de perda do potencial da fertilidade do solo, provocado por atividades humanas agindo sobre ecossistemas frágeis, com baixa capacidade de regeneração. Ocorre, em geral, em zonas áridas, semiáridas e subúmidas. Arenização é um processo que ocorre no solo, a partir da formação de bancos de areias (areais). O processo de desertificação do solo não deve ser confundido com processo de **arenização** consiste no processo de formação de bancos de areia no solo, em áreas de clima úmido e relativamente chuvoso, em terrenos de composição arenítica.

Está situada, em sua quase totalidade, dentro dos limites do estado do Ceará com pequena parcela estendendo-se ao sul de Pernambuco. O município de São João do Jaguaribe está inserido nesta bacia. Como principal drenagem superficial tem-se o rio Jaguaribe e o riacho do Bezerra, na divisa com o município de Tabuleiro do Norte.

O rio Jaguaribe possui margens limitadas por baixos níveis de terraços fluviais, compostos por seixos de composição quartzosa, mantidos pela mata ribeirinha. Acima do terraço constitui-se a várzea, área típica da planície, local onde se verifica o intenso uso agrícola no período chuvoso, quando as águas baixam, deixando os solos férteis devido às deposições de restos orgânicos trazidos pelo rio nos períodos de cheia. Corta a área no sentido N – S nasce na Serra da Joanhina, no município de Tauá, e percorre aproximadamente 610 km até sua foz, no Oceano Atlântico. Seus principais afluentes são os rios Salgado, Quixeramobim, Banabuiú e Palhano. O nível de açudagem no município, estimado na época era de 15 açudes, com capacidade de armazenamento de 2,760 hm³. Segundo o PERH/CE (1992) há, no município, 15 lagoas, com capacidade de armazenar até 12,12 hm³. Dentre estas, destacam-se as lagoas do Gabriel, do Umari e do Lima. sobre os bens hídricos na área estudada, ver as fotos 5, 6, 7 e 8:

Foto 5 – Visão panorâmica do RJ



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 6 – RJ com seus sedimentos arenosos



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 7 – Visão panorâmica da Lagoa do Gabriel na estação Seca



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2016

Foto 8 – Visão panorâmica do Açude Velho construído com pedras da localidade



Fonte: Flávio Pinheiro, 2020

Diante das condições de semiaridez da área, é fundamental a gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Para isso, são fundamentais estudos específicos quantitativos e qualitativos para avaliação da ocorrência e potencialidade desses recursos. Água subterrânea, consoante Karmann (2003), é toda água que ocupa os vazios em formações rochosas ou no regolito.

Os aquíferos são definidos, conforme Lemos & Medeiros (2006), como sendo pacotes rochosos ou sedimentos, capazes de armazenar e transmitir água. São, portanto, rochas ou sedimentos saturados, suficientemente permeáveis para transmitir quantidades para o consumo vital ou para atividades econômicas, captadas através de poços ou fontes. Os aquíferos em ambientes sedimentares constituem-se de rochas sedimentares (como arenitos e calcários) ou de sedimentos, como as aluviões. Já em rochas magmáticas e metamórficas, os aquíferos se constituem rochas cristalinas, desde que possuam fraturas abertas e interconectadas a uma fonte de recarga. Quanto à porosidade, os aquíferos podem ser classificados em porosos, caracterizados por uma porosidade primária, fissurais e cársticos, caracterizados por uma porosidade secundária.

Na área estudada, as águas subterrâneas estão, predominantemente no meio cristalino que é constituído por litotipos fraturados e pelas manchas aluvionares. As rochas cristalinas representam o que é denominado comumente de aquífero fissural. Como porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas, o que se traduz em reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão.

Neste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido, é ($Q_m = 2\text{m}^3/\text{h}$), na maior parte das vezes, salinizada. Estas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem. Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos arenoargilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semiáridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

3.9 Aspectos socioeconômicos

Segundo o IPECE (2014), São João do Jaguaribe tem 7.900 habitantes, sendo que 40,11% são urbanos e 59,89% rurais, 48,76% são homens e 51,24% mulheres. O município dispõe de abastecimento de água da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), com 2.784 ligações. Possui também posto de saúde, agência dos correios e telégrafos (ECT), serviço bancário, serviço telefônico, hospital, pousadas, escolas do ensino fundamental e escolas do ensino médio.

Quanto às condições econômicas e sociais do estado, estas apresentam níveis diferenciados de qualidade de vida, tendo em vista a satisfação das necessidades e acesso aos serviços e bens essenciais.

A principal atividade econômica reside na agricultura, com culturas de subsistência de feijão, milho, mandioca, monocultura de algodão, cana-de-açúcar, castanha de caju e frutas diversas. Na pecuária extensiva, destaca-se a criação de

bovinos, ovinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai-se na fabricação de carvão vegetal, na extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, bem como em atividades em que são manuseadas matérias-primas provenientes da oiticica e da carnaúba, juntamente com artesanato de redes e bordados. Na área de mineração, destaca - se a extração de argila para fabricação de tijolos e telhas.

A atividade comercial, segundo O IPECE (2017), o município apresenta 116 estabelecimentos, sendo todos varejistas. Numa análise do uso e ocupação do solo no município, a área aluvionar (área estudada) é a mais dinâmica com maior diversidade de atividades econômicas como policultura para subsistência e o comércio local do excedente, agricultura comercial, pecuária de subsistência e para o comércio local, pecuária comercial e até mesmo a carcinicultura que vem crescendo.

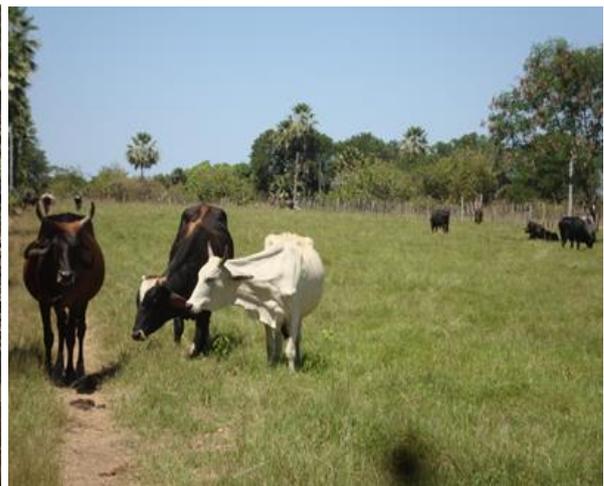
No que concerne a atividade pecuarista, predomina a extensiva de subsistência voltada para o corte e produção leiteira. Contudo, em algumas propriedades, tem como objetivo a produção comercial leiteira. Assim, a dinâmica pecuarista é mais intensiva com o cultivo sistemático de capineiras e até mesmo a alimentação balanceada em estábulos. Destacam-se a bovinocultura, ovinocultura, suinocultura, avicultura e caprinocultura. Os bovinos e os caprinos são os preferidos (ver fotos 9 e 10).

Foto 9 – Pecuária caprina



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 10 – Pecuária bovina



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano 2020

Na agricultura de subsistência destacam-se a produção de feijão, milho, mandioca, banana, abacate e outras frutas. Em algumas propriedades o objetivo é comercial, principalmente com a produção de bananicultura.

Vale destacar que tanto para pecuária de subsistência ou pecuária comercial, como para agricultura de subsistência ou agricultura comercial é usada água do rio Jaguaribe e dos poços. A água das lagoas e dos açudes são menos usadas por se apresentarem em menor volume, pois estão mais submetidas às condições e evaporação. Ver fotos 11, 12, 13 e 14:

Foto 11 – Cultura de milho



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 12 – Cultura de feijão



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 13 – Cultura irrigada de capim



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 14 – Cultura irrigada de banana



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

No extrativismo vegetal destaca-se o corte da palha de carnaúba para obtenção do pó com objetivos industrial. A palha verde é moída numa tradicional máquina gerando o “paú” que serve de adubo. É comum também a exploração de madeira para construção de cercas, assim como a produção de carvão. Ver fotos 15 e 16:

Foto 15 - Carnaubal antes do extrativismo Foto 16 – Carnaubal depois do extrativismo



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

No que concerne à dinâmica da economia do Ceará, apresenta setores modernos com inovações tecnológicas e outros setores voltados para atividades mais tradicionais como agropecuária. No caso do município de São Joao do Jaguaribe, as principais atividades econômicas desenvolvidas são a extração vegetal, a produção de carvão, culturas temporárias e pecuária. Diante da diversidade da vegetação de caatinga, se poderia explorar, também, a apicultura. A pesca de subsistência é comum no rio Jaguaribe, lagoas e açudes. O algodão era tido também como importante produto agrícola até antes da chegada do bicudo.

4 GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

Pedras no caminho? Eu guardo todas. Um dia vou construir um castelo

Nemo Nox

A área de estudo encontra-se inserida na província Borborema, que, conforme Almeida (1977; 1981), constitui a porção mais ocidental de uma unidade tectônica maior, concentrada entre os crátons Oeste Africano, São Francisco e Congo. Está representada na África, conforme Santos & Brito Neves (1984), pelas Províncias Nigeriana, Hoggar e Africana Central.

Essa província compreende um extenso domínio geológico localizado ao norte do Cráton São Francisco e a leste da Bacia do Parnaíba, estendendo-se pelos estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia. Abriga um território de aproximadamente 450.000 km², com terrenos que variam do Arqueano ao Neoproterozoico. É tida, conforme Brito Neves *et al.* (2012), como parte de um domínio orogênico que abrange o nordeste do Brasil e ocupa posição central no oeste do Gondwana, originado pela convergência frontal entre os crátons África-São Luiz, Amazônico e São Francisco-Congo (600 Ma), possuindo mais de 80% de rochas metamórficas pré-cambrianas.

A região de Dobramentos Nordeste teve sua configuração atual definida durante o ciclo brasileiro, que se constituiu numa série de eventos tectono-orogênicos no final do Proterozoico Superior, o que resultou na formação de unidades lito estruturais de rochas magmáticas na parte superior da crosta. A estruturação atual, conforme Jardim de Sá (1984) foi muito atuante no Neoproterozoico, durante a colisão continental Brasileira/Pan-Africana, marcada por intenso magmatismo granítico e pela formação de zonas de cisalhamento transcorrentes como Sobral-Pedro II, Senador Pompeu, Patos e Pernambuco, que limitam distintos domínios crustais e englobam faixas supracrustais de idade proterozoica e domínios gnáissicos-migmatíticos paleoproterozoicos ou arqueanos cortados por granitoides e com deformações neoproterozoicas.

No interior da América do Sul, conforme Brito Neves & Cordiani (1991), a Província Borborema representa uma das áreas severamente afetadas pela referida orogenia. Sua importância é refletida nos mais variados modos, incluindo a composição, forma e retrabalhamento de antigas assembleias. A aglutinação de

núcleos cratônicos, envolvidos em múltiplas e sucessivas colisões durante a formação do Gondwana iniciou-se em torno de 750 Ma e se desenvolveu principalmente entre 650 Ma e 530 Ma, coincidindo com a principal fase orogênica do Ciclo Brasileiro/Pan-Africano no Neoproterozoico. Essa província é afetada por intenso magmatismo e formação de extensas zonas de cisalhamento que, segundo Van Schmus *et al.* (1995), pode ser dividida em dois grandes blocos tectônicos pela Zona de Cisalhamento Patos: o Domínio Norte e o Domínio Sul.

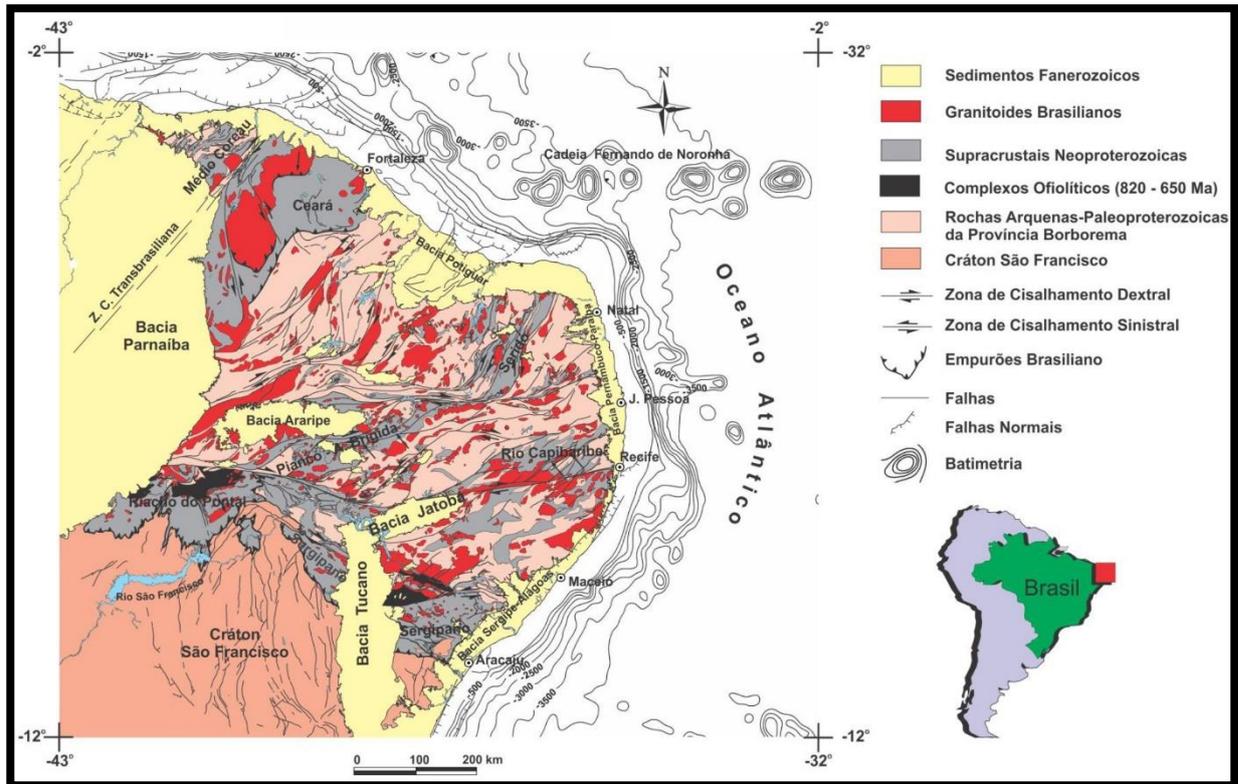
No que concerne à evolução tectônica da província Borborema, Van Schmus *et al.* (1997) advogam que a parte central de um amplo Cinturão Orogenético Pan-Africano-Brasiliano foi formada como consequência de uma convergência e colisão dos cratons São Luís (Oeste da África) e São Francisco (Congo - Kassai), no final do Neoproterozoico, resultando na amalgamação final da porção ocidental do Super Continente Gondwana.

Brito Neves *et al.* (2000) propõem uma história evolutiva para a província Borborema baseada na aglutinação diacrônica de massas continentais e sua subsequente fragmentação, destacando a atuação da orogenia Transamazônica/Eburniana (Paleoproterozoico) na formação do supercontinente Atlântica, a orogenia Cariris-Velho (final do Mesoproterozoico ao Co-proterozoico) associada à formação do Supercontinente Rodínia e, finalmente, a influência do Sistema Orogenético Brasileiro/Pan-Africano (final do Neoproterozoico e início do Cambriano) no desenvolvimento do supercontinente Gondwana Ocidental.

Essa província, conforme Castro (2004) é constituída por um sistema complexo de domínios tectônicos, em geral balizados por grandes zonas de cisalhamento, compostos por núcleos arqueanos menores e grande volume de embasamento gnáissico paleoproterozoico.

As grandes zonas de cisalhamento constituem sistemas de dobramentos, resultantes da superposição de diversos eventos tectônicos, metamórficos e magmáticos e rochas vulcânicas acumuladas durante o proterozoico. Sobre a representação da Borborema no contexto atual ver a figura 10:

Figura 10 – Província Borborema: representação no contexto geológico atual



Fonte: Oliveira, 2020

Discutindo o processo de formação e/ou reativação dos mega lineamentos no contexto de amalgamação do Gondwana Oeste, Almeida *et al.* (2011, p. 15-16) ressalta que:

Este processo de junção para ter sido o responsável, seja pela formação e/ou reativação, dos mega lineamentos (zonas de cisalhamento predominantemente transcorrentes) que caracterizam a Província Borborema e parecem ser os limites de grandes segmentos crustais, os quais comportam proporções variadas de rochas do embasamento paleoproterozoico (com núcleos arqueanos preservados), rochas supracrustais meso a neoproterozoicas e granitoides neoproterozoicos.

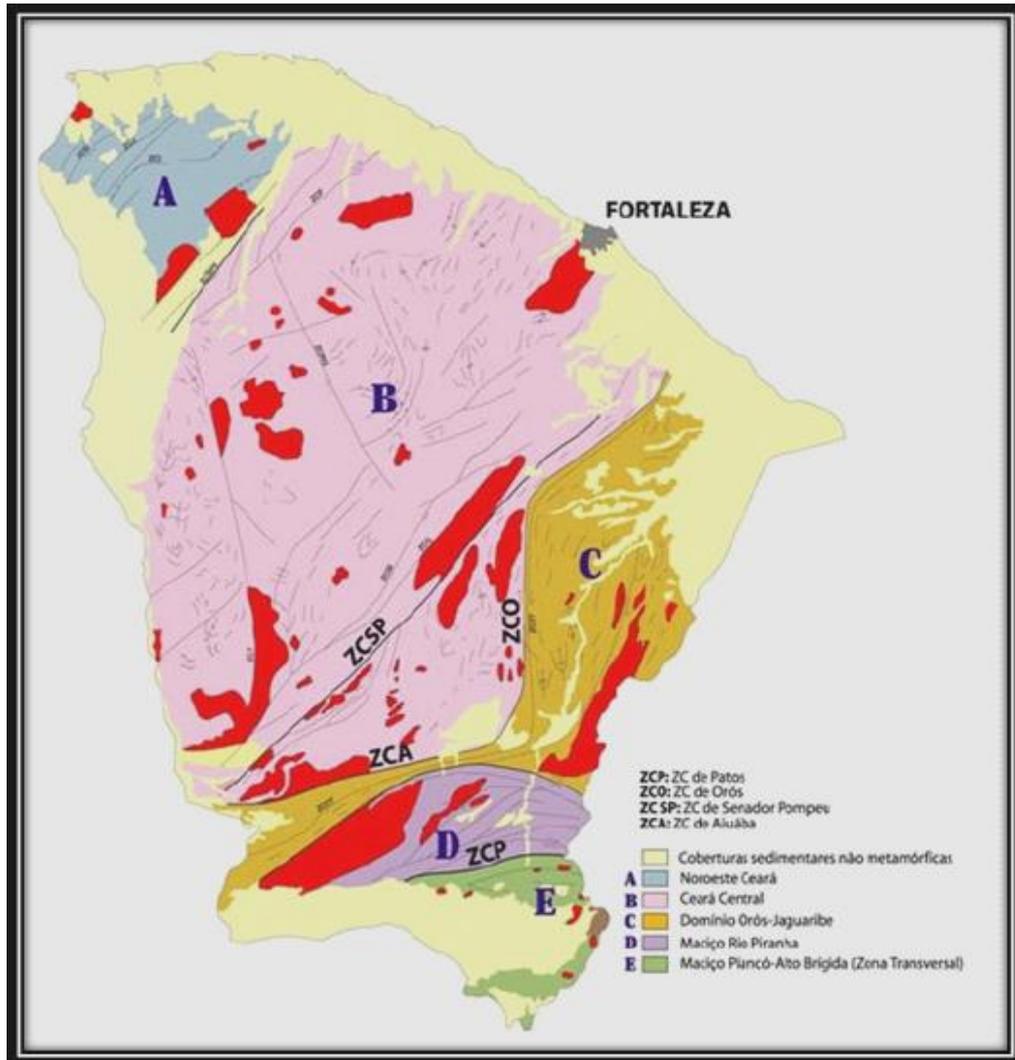
Arthaud *et al.* (1998) reconhecem cinco domínios geotectônicos principais da Província Borborema em sua porção setentrional, inseridos nos limites do Estado do Ceará:

- Domínio Noroeste do Ceará, também denominado Domínio Médio Corearú (DMC);
- Domínio Ceará Central (DCC);
- Domínio Orós-Jaguaribe (DOJ);

- Domínio Granjeiro (DG);
- Domínio Piancó- Alto Brígida (DPAB).

Esta sistematização está representada na figura 11:

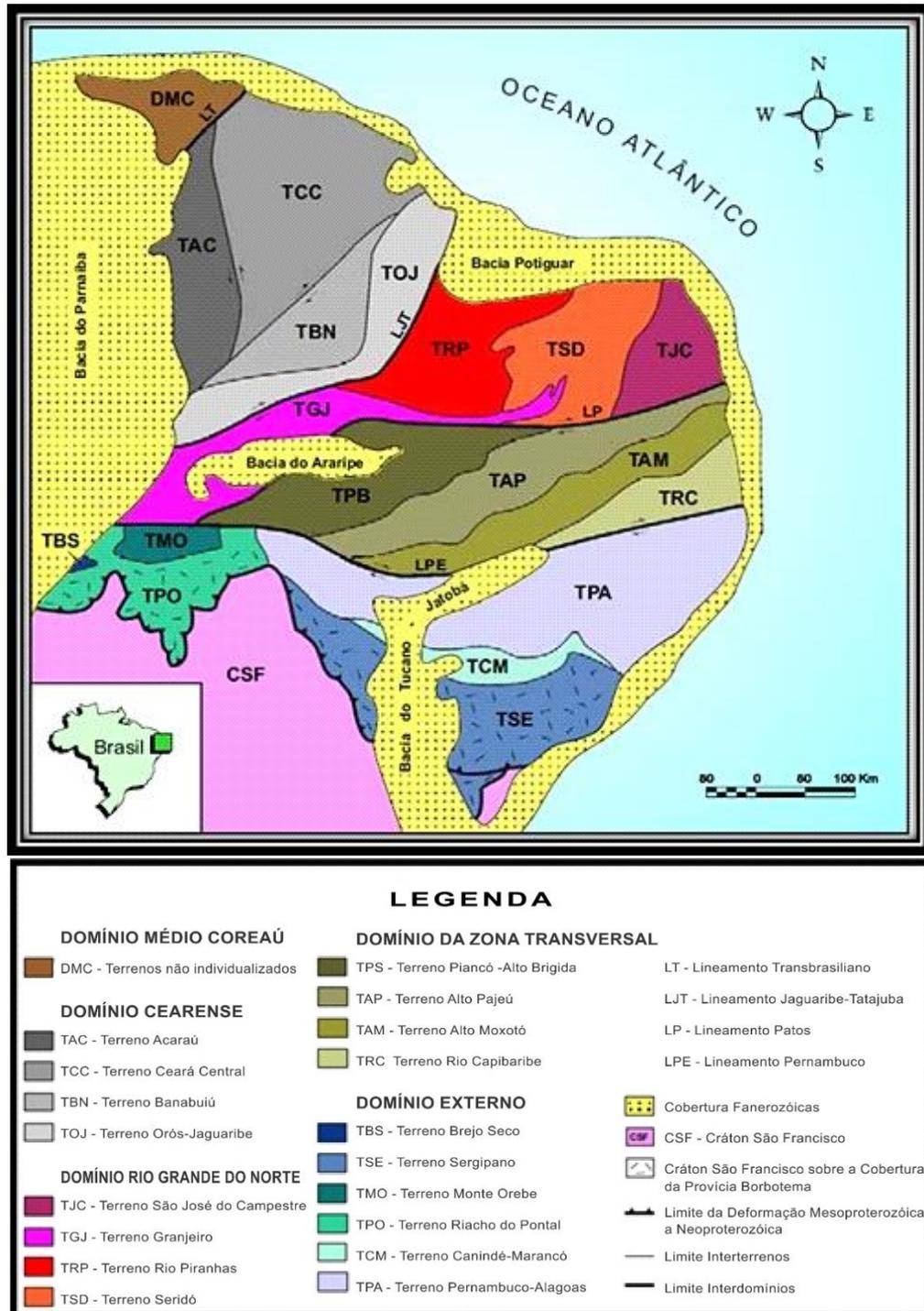
Figura 11 – Principais domínios dos terrenos pré-cambrianos do Ceará



Fonte: Arthaud *et al.*, 1998.

Baseado em dados cartográfico-geológicos, lito geoquímicos e geocronológicos, Santos (2000) propôs o compartimento da Província Borborema em Domínios, tais como Externo, Transversal, Rio Grande do Norte, Cearense e Médio Corearú. Acerca dessa compartimentação ver a figura 12:

Figura 12 – Compartimentação da Província Borborema em domínios



Fonte: SANTOS, 2000

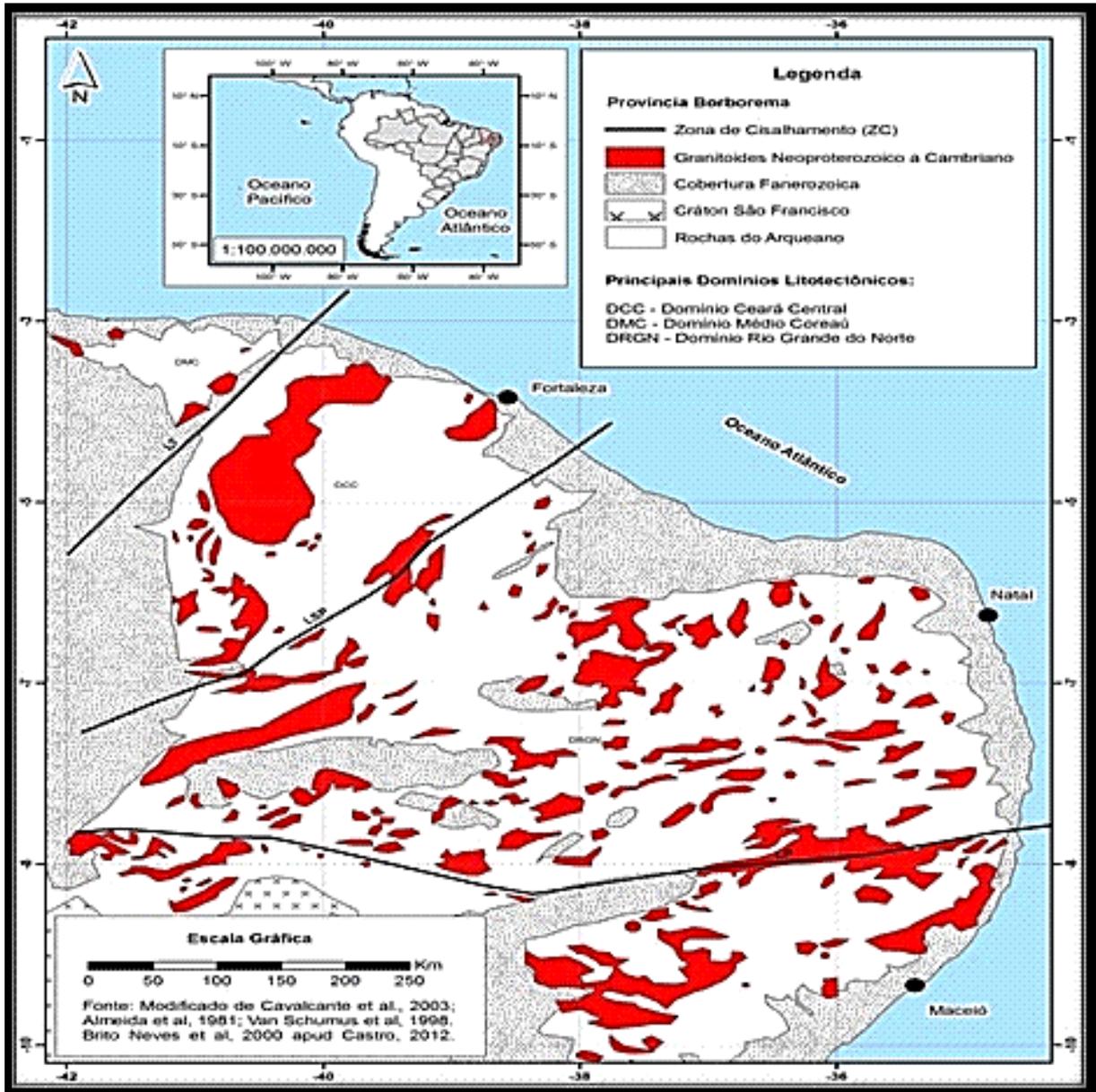
Nessa sistematização, o Lineamento Patos divide a Província Borborema em Segmento Norte e Segmento Sul, sendo o primeiro caracterizado por uma grande contribuição do embasamento arqueano e paleoproterozoico e o Segmento Sul com a predominância dos terrenos meso e neoproterozoico.

O Segmento Sul é formado por domínios situados a sul do Lineamento Patos e é composto pelo Domínio Transversal e o Domínio Externo. O Segmento Norte seria formado pelos domínios situados a norte do Lineamento Patos, sendo composto pelo Domínio Médio Coreaú, Domínio Cearense e Domínio Rio Grande do Norte. Os domínios do Segmento Norte e do Segmento Sul são destacados e problematizados na literatura geológica como Santos (1984), Santos (1999), Santos (2000) e Almeida *et al.* (2011). Brito Neves *et al.* (2000), baseado nos grandes lineamentos de direção E- W a NE-SW e das diferentes características geológicas, subdivide a Província Borborema em cinco domínios tectônicos:

- a) Domínio da Zona Meridional (DZM), situado entre o Lineamento Pernambuco e a borda norte do Craton São Francisco. É composto por vários subdomínios internos (Cinturões Rio Preto, Sergipiano, Riacho do Pontal e pelo Maciço Pernambuco-Alagoas);
- b) Domínio da Zona Transversal (DZT), situado entre os lineamentos Patos e Pernambuco. Sua principal característica é a presença de rochas mesoproterozoicas formadas durante a orogenia Cariris Velhos;
- c) Domínio Rio Grande do Norte (DRGN), situado entre os lineamentos de Senador Pompeu e Patos; encerra em seus limites o núcleo arqueano mais antigo da Província Borborema, inserido no Maciço Caldas Brandão;
- d) Domínio Ceará Central (DCC), cuja área de estudo está inserida, possui a Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasiliano) como limite oeste, o Oceano Atlântico a norte, e encoberto pelas rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba na porção SW;
- e) Domínio Médio Coreaú (DMC), situado a norte do Lineamento Transbrasiliano e a sul da margem do Cráton São Luís. É encontrado um embasamento gnáissico paleoproterozoico formado em torno de 2,35 Ga, supracrustais (Grupo Ubajara e Martinópolis) e ainda granitoides próximos ao Lineamento Transbrasiliano e a NW deste (Meruoca e Mucambo e granitoide Chaval, respectivamente), de idade neoproterozoica.

Esta sistematização está representada na figura 13:

Figura 13 – Divisão tectônica da Província da Borborema



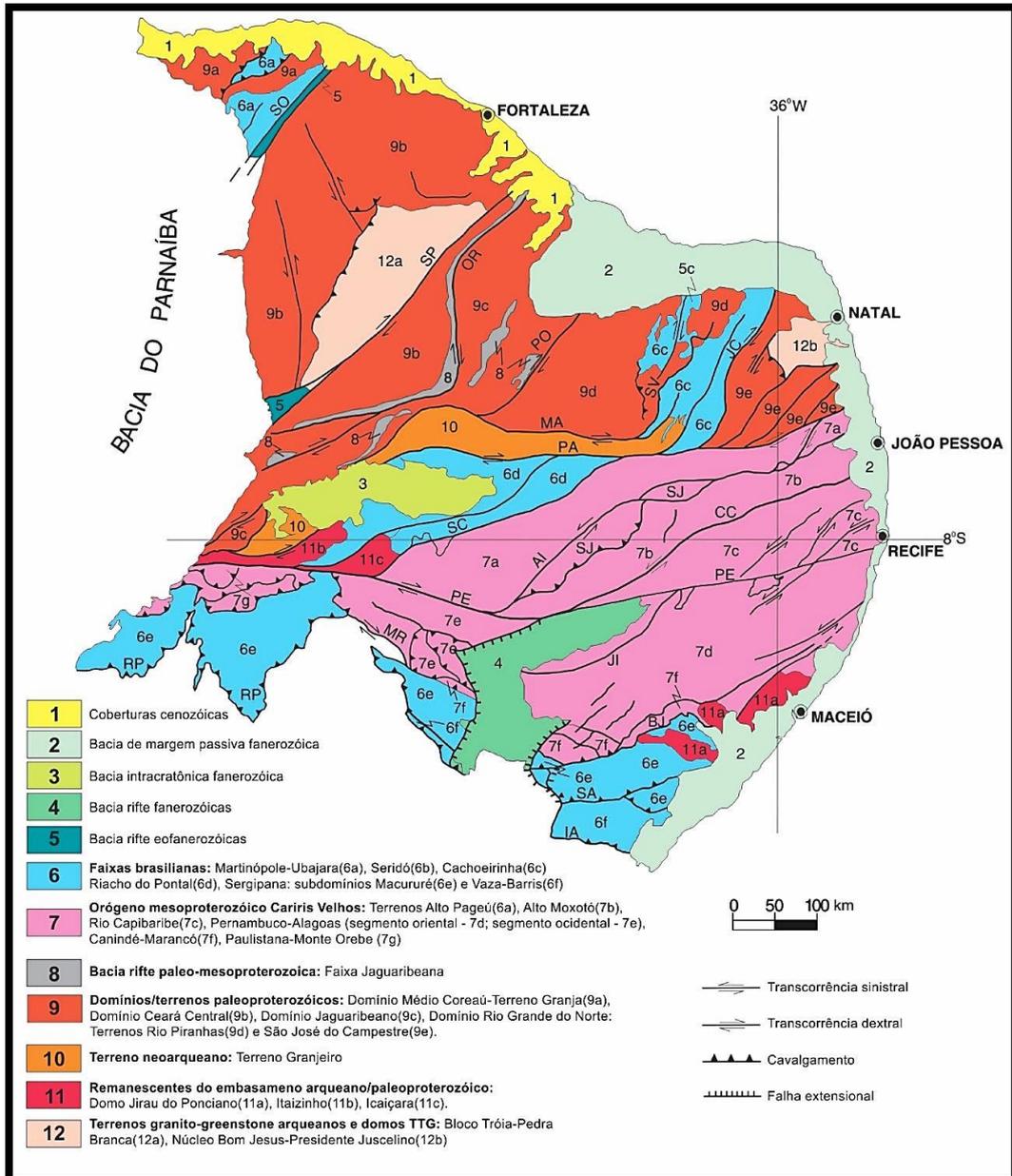
Fonte: Brito Neves *et al.*, 2000

Conforme Biiz *et al.* (2003, p. 264), na Província Borborema:

São individualizados três segmentos tectônicos fundamentais, limitados por importantes zonas de cisalhamento brasileiras aqui denominadas de Subprovíncia Setentrional, Subprovíncia da Zona Transversal ou Central e Subprovíncia Externa ou Meridional, as quais foram subdivididas em domínios, terrenos ou faixas, com base no patrimônio litoestratigráfico, feições estruturais, dados geocronológicos e assinaturas geofísicas.

Apresenta, conforme destacado na figura 14, o arcabouço tectônico da província com base no conceito de terrenos ou domínios tecno estratigráficos de Santos (1996) e Santos *et al.* (2000).

Figura 14 – Domínios tectônicos e principais estruturas da Província Borborema



Fonte: Biiz *et al.*, 2003; CPRM, 2020

Domínios tectônicos e principais estruturas da província Borborema. Zonas de Cisalhamento: Sobral - Pedro II (S0); Senador Pompeu (SP); Orós - Aiuaba (OR); Porto Alegre (PO); São Vicente (SV); Piauí - João Câmara; Malta (MA); Serra do Caboclo (SC); Congo - Cruzeiro do Nordeste (CC); Serra da Jabitaca (SJ); Jatobá - Itaíba (JI); Mucururé - Riacho Seco (MR); Belo Monte - Jeremoabo (BJ); São Miguel do Aleixo (AS) e Itaporanga (IA). Lineamentos: Patos (PA) e Pernambuco (PE). Napes da Faixa Riacho do Pontal (RP).

4.1 Geologia Regional

Tendo como referência Biiz *et al.* (2003), a Subprovíncia Setentrional compreende a porção da província Borborema situada a norte do Lineamento Patos, aqui subdividida, de oeste para leste, nos domínios Médio Coreaú, Ceará Central e Rio Grande do Norte. A área pesquisada está inserida no contexto do Domínio Litotectônico Rio Grande do Norte, descrito a seguir.

O Domínio Rio Grande do Norte (DRGN), conforme Brito Neves *et al.* (2000), foi definido como um segmento litosférico, localizado a norte do Lineamento Patos (LP) e a leste da Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP), formado pela colagem e amalgamento de fragmentos crustais, envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissicos migmatíticos de idade paleoproterozoica e sequências supracrustais paleo a neoproterozoicas, durante a Orogênese Brasileira. Biiz *et al.* (2003) enfatiza, ainda, que:

Este domínio compõe-se das faixas Orós-Jaguaribe e Seridó, e dos terrenos Rio Piranhas, São José do Campestre e Granjeiro. Limita-se a oeste pela Zona de Cisalhamento Orós /Aiuaba e a sul pela Zona de Cisalhamento (Lineamento) Patos. A leste e a norte, o domínio está encoberto pelas rochas sedimentares da Província Costeira e da Bacia do Apodi.

Fundamentando-se em Jardim de Sá (1994), Van Schmus *et al.* (1995), Vauchez *et al.* (1995), Dantas (1997), Brito Neves *et al.* (2000) e Oliveira *et al.* (2006) Gonçalves (2009, p. 8), afirma-se que:

O Domínio Rio Grande do Norte (DRGN) foi definido como um segmento litosférico formado pela colagem e amalgamento de fragmentos crustais, envolvendo núcleos arqueanos, blocos gnáissicos migmatíticos de idade paleoproterozoica e sequências supracrustais paleo a neoproterozoicas, durante a orogênese brasileira. Todo este conjunto foi afetado por inúmeras intrusões graníticas de idade brasileira, geralmente, associadas a extensas zonas de cisalhamento transcorrentes. As zonas de cisalhamentos que segmentam o Domínio Rio Grande do Norte são consideradas como importantes descontinuidades físicas, algumas em escala intra-continental, a exemplo do Lineamento Patos (E-W), Zona de Cisalhamento Picuí-João Câmara (NE-SW), Zona de Cisalhamento Portalegre (NE-SW) e Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (NE-SW), com cinemática essencialmente dextral.

A partir de Cavalcante *et al.* (2003), Bizzi (2003) e Gonçalves (2009), a litoestratigrafia da regional estudada foi sistematizada em Subdomínio Jaguaribetano, Grupo Barreiras e Depósitos Aluviais.

4.1.1 Subdomínio Jaguaribetano

Esse subdomínio, conforme Gonçalves (2009) é limitado a leste pela Zona de Cisalhamento Porto Alegre (ZCPA) e a oeste pela Zona de Cisalhamento Senador Pompeu (ZCSP). Compreendem exposições de embasamento paleoproterozoico intercalados por sequências supracrustais paleo-mesoproterozoicas marginais e granitoides neoproterozoicos intrusivos, ambos recobertos por rochas sedimentares da Bacia Potiguar e sedimentos cenozoicos. Na regional estudada, esse subdomínio é constituído pelo Complexo Jaguaretama, Suíte Granitoide Serra do Deserto e Granito Tardi a Pós-Orogênico.

4.1.1.1 Complexo Jaguaretama

Esta unidade geológica é caracterizada por xistos, migmatitos, ortognaisses, paragnaisses, lentes de quartzito, de calcissilicáticas cortados por veios de pegmatitos. Nesta unidade, a litologia característica corresponde a rochas gnáissicas, por vezes migmatizadas, gnaisse migmatítico com bandamento composicional e tons de cinza a escuro e granulação fina à média.

4.1.1.2 Suíte Serra do Deserto

Esta suíte está inserida no contexto dos terrenos das Faixas Orós e Jaguaribe. Cavalcante (1999) sistematiza estratigraficamente esses terrenos em Faixa Orós e Faixa Jaguaribe. A Faixa Orós (FO) é constituída pelo Grupo Orós, subdividido nas formações Santarém (predominantemente quartzitos puros e impuros, micaxistos de granulometria fina a grossa e metacarbonatos) e Campo Alegre (metandesitos, metabasaltos, metariolitos, metariodacitos e intercalações de metatufos e metassedimentos), e pela Suíte Magmática Serra do Deserto (augen gnaisses graníticos).

A Faixa Jaguaribe (FJ) ostenta caracterização litoestratigráfico-litodêmica similar à de Orós, com maior expressividade superficial dos componentes vulcano-plutônicos (Formação Campo Alegre e Suíte Magmática Serra do Deserto). Também relacionada a essa faixa e descrita separadamente, encontra-se a Sequência Peixe Gordo, constituída por unidades metassedimentares, metavulcânicas

(vulcanoclásticas subordinadas) e metaplutônicas, as primeiras correlacionáveis às Formações do Grupo Orós e a última a Suíte Magmática Serra do Deserto.

A Faixa Extremo Oeste Potiguar (FEOP) é representada predominantemente por rochas do Grupo Serra de São José, subdividido nas formações Catolezinho (domínio de biotita-anfibólio gnaisses, com intercalações de metacalcários, rochas calciossilicáticas, anfibolitos e camadas quartzíticas no sentido ao topo), quartzitos diversos, micaxistos, metaconglomerados, rochas calciossilicáticas, metavulcânicas ácidas, intermediárias e básicas, e metatufos.

Essa suíte, conforme Angelim (2006) é considerado como magmatismo Anorogênico (intraplaca) de tendência alcalina. É formada por rochas de composição essencialmente granítico-granodiorítico à biotita e anfibólio, com textura augen gnáissica. Augenortognaisses granitos, à biotita ± hornenblenda, servem de encaixantes para corpos de tonalitos ou quartzodioritos e sienogranitos gnaissificados. Por vezes, os ortognaisses espelham textura granoblástica de média a grossa.

4.1.1.3 Granitoide Tardi a Pós-Orogênico

A província Borborema foi alvo de intenso e diversificado plutonismo brasileiro. A nomenclatura desses granitoides se baseia, conforme Biiz *et al.* (2003) e Angelim (2006), na classificação de Almeida *et al.* (1967), definida na Subprovíncia da Zona Transversal.

Com a evolução da cartografia geológica e do conhecimento científico em bases petrológicas e isotópicas, os corpos graníticos foram agrupados em suítes. Essa unidade é constituída por corpos granitoides, de composição diversa, em que se destacam na diversidade litológica granitoides cinzentos, geralmente de granulação de média a grossa (fácies porfiríticas subordinadas), de composição granítica dominante, em parte com enclaves dioríticos.

4.1.1.4 Formação Faceira

Essa formação geológica é constituinte do Grupo Barreiras, cuja gênese do está associada a diferentes ciclos de erosão e deposição e, por conseguinte, a sucessivas superfícies de aplainamentos, originadas por pulsos tectônicos e

climáticos. A cimentação pela sílica converteu parte das areias do Grupo Barreiras em massas de “silcretes”, compactos que são muito resistentes à meteorização.

A dinâmica tectônica influenciou na ocorrência residual do Grupo Barreiras, caracterizado com feição geomorfológica de tabuleiro, mais ou menos isoladas em regiões interioranas. Atualmente, conforme Maia (2005), o Barreiras, na realidade, trata-se de uma formação com idade miocênica, sendo a Formação Faceira com idade pleistocênica considerada uma fácies da Formação Barreiras.

Na transição entre o Pleistoceno e Holoceno (10.000 anos, aproximadamente) o clima da região Nordeste era úmido e relativamente mais frio que o atual e tinha taxas de precipitação anual entre 1.500 mm e 1.800 mm (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Neste contexto, a caatinga regrediu para uma cobertura vegetal menos densa, o que deixou o solo mais desprotegido, isto favorecendo a intensificação do processo erosivo do solo e a remoção do regolito das encostas (BIGARELLA, 1994).

Esse material erodido entulhou os fundos de vale, o que resultou numa agradação na topografia regional. Depois, na transição de um clima seco para um úmido, foi retomada a morfogênese química, superando o processo erosivo, o que favoreceu novamente o espessamento do manto de alteração. Assim, através da erosão linear, onde havia deposição e atulhamento, passou a haver incisão.

O aumento pluviométrico resultou num aumento da vazão e numa maior competência da rede de drenagem. Com isso, a menor presença de material disponível à remobilização entalhou o depósito gerado na fase anterior. As condições úmidas do clima favoreceram, conforme CPRM (1996) e Souza (2002), a formação de espessos regolitos, precedendo o processo de deposição do Grupo Barreiras. Depois, no contexto de clima seco, foi retomada a intensa remobilização de material pela dinâmica erosiva e processo de deposição de sedimentos.

A glaciação que marcou o início do período Pleistoceno constituiu-se, conforme Souza (2002), na primeira fase de deposição do Barreiras. Depósitos sedimentares foram levados para as partes mais baixas por influência da gravidade e da água de escoamento. No Baixo Jaguaribe, Ceará, o processo de deposição traduziu-se na remobilização de clásticos de composição granulométrica variada, inclusive de seixos.

O processo erosivo condicionado pela situação de semiaridez definiu a formação do tipo aluvial, de idade atribuída ao Plioceno, constituída de areia, seixos conglomeráticos e laterito. Trata-se da Formação Faceira, que se situa na margem

esquerda do Rio Jaguaribe, estendendo-se de sudoeste para nordeste, desde o médio curso do Rio Jaguaribe até seu baixo curso, porém sem adentrar a planície fluviomarinha onde já fora erodido. Moraes *et al.* (1997) defende essa formação como depósitos aluviais ocorrentes na margem esquerda do Rio Jaguaribe, que se estendem para oeste e sul na forma de fragmentos de tabuleiros, que se reduzem progressivamente à medida que se afasta do vale. Destaca, ainda, que essa Formação tem sua origem pela ablação das rochas cristalinas durante o aplainamento que esculpiu a superfície Pliocênica.

Sobre o alargamento e aumento da área de acumulação atual do curso do Baixo Jaguaribe, Maia (2005) destaca que o processo se deu primeiro em condições de alta energia, tendo em vista o expressivo entalhe na Formação Faceira e, segundo, em condições, possivelmente, de menor energia, onde o alargamento das seções dos canais e a formação de meandros se estabeleceram.

A Formação Faceira, disposta morfologicamente na forma de tabuleiros, caracteriza-se como um ressalto topográfico em relação ao nível da planície atual. Em sua porção limítrofe com as aluviões recentes, apresenta-se limitado por escarpas que se elevam de 20 metros até 50 metros acima do nível topográfico da depressão periférica. É constituída por conglomerados basais, avermelhados, com seixos e calhaus de rochas cristalinas diversas, arenitos pouco litificados e avermelhados, siltitos vermelhos com níveis de argilas e cascalhos (horizonte laterítico na base) /fluvial.

4.2 Geologia Local

A geologia local é constituída por sedimentos quaternários holocênicos. O holoceno, consoante Gradstein *et al.* (2014) é a época geológica mais recente que faz parte do Período Neógeno e se estende de 11.500 anos até hoje. Juntamente com o Pleistoceno o Holoceno faz parte do período do Quaternário.

No município São João do Jaguaribe os sedimentos Holocênicos são constituídos por alúvios, colúvios e elúvios que são produtos da alteração de rochas cristalinas transformados em sedimentos areno-silto-argilosos inconsolidados do Quaternário. Trata-se de um material areno-argiloso caulínico, com cimento argiloso e/ou ferruginoso. São constituídos por grãos de quartzo imaturos e pouco

desgastados, ocasionais pontuações de opacos, palhetas de mica e grãos de feldspato em vias de alteração.

Morfologicamente caracterizam-se como tabuleiros aplainados, muitas vezes rebaixados ao nível da superfície cristalina. A falta de estratificação, o caráter arcoseano, a morfoscopia dos grãos de quartzo e a presença de minerais micáceos e feldspatos caracterizam estes sedimentos como imaturos e, por outro lado, sugerem as condições climáticas semiáridas a que foram submetidos desde a degradação até os tempos atuais.

Esta dissertação, especificamente, trata do pacote aluvionar do rio Jaguaribe que corta a área no sentido S – NNE, onde foram desenvolvidos os estudos desta pesquisa, com mapeamento e caracterização dos poços e coleta de amostras de águas para análises físico-químicas em laboratório.

4.2.1 Sedimentos Quaternários Holocênicos Aluvionar

Sabe-se que os depósitos aluviais são constituídos por detritos (sedimentos clásticos), carregados e depositados pelo rio, sendo, portanto, de natureza alóctone. Este material sedimentar é originado das margens e das vertentes através do processo erosivo e constitui a carga em suspensão e de fundo fluvial. Os sedimentos são constituídos de argilas, areias argilosas, quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas/ fluvial.

O pacote aluvionar depositado por um determinado sistema fluvial, tem no seu leito sedimentos de granulometria mais grossa como cascalhos e areia grossa, num contexto de maior energia; nos terrenos adjacentes tem as planícies de inundação que apresentam sedimentos de granulometria mais fina de composição siltosa e argilosa, depositados no processo de cheias e rebaixamento das águas, num contexto de menor energia.

Dependendo da sinuosidade do rio, ele pode erodir uma margem (onde a correnteza é mais forte) e depositar o material posteriormente (onde a correnteza é mais fraca), formando depósitos de bancos de areia, chamados de barras de pontais, os quais são altamente mutáveis devido a dinâmica do rio. No caso da aluvião do Rio Jaguaribe, conforme *Morais et al.* (2005), a espessura chega a ser de trinta metros (30 m).

No município estudado, os poços, conforme os dados obtidos *in situ*, a média de profundidade dos poços é de 8,73m, variando de um mínimo de 1,55 ao máximo 21,40m. As profundidades obtidas *in loco* não significam as espessuras locais do pacote aluvionar, pois, conforme os agricultores, a grande maioria dos poços é escavada até chegar num pacote sedimentar de pouca permeabilidade, de constituição argilosa com tonalidade escura, que é denominado regionalmente de “salão” ou massapê.

Na aluvião estudada, a área arenoquartzosa costuma ser aproveitada para o plantio de culturas de vazantes como feijão, fava, batata, melancia etc. A planície de inundação além de ser aproveitada para as culturas citadas, é usada também para diversas outras atividades agrícolas (fruticultura, caprinocultura), pecuária (principalmente bovina), carcinicultura etc.

A área aluvionar estudada possui uma parte de composição arenoquartzosa, correspondendo a área de maior energia e uma parte de composição dominante siltoargilosa, sendo a área de deposição de menor energia com sedimentos mais finos, correspondendo a planície de inundação.

A maior concentração da área aluvionar no lado direito justifica maior concentração da produção agrícola no lado direito, principalmente na extensão da denominada planície de inundação. Sobre os sedimentos da aluvião estudada ver as fotos 17 e 18:

Foto 17 – Sedimentos arenoquartzosos



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

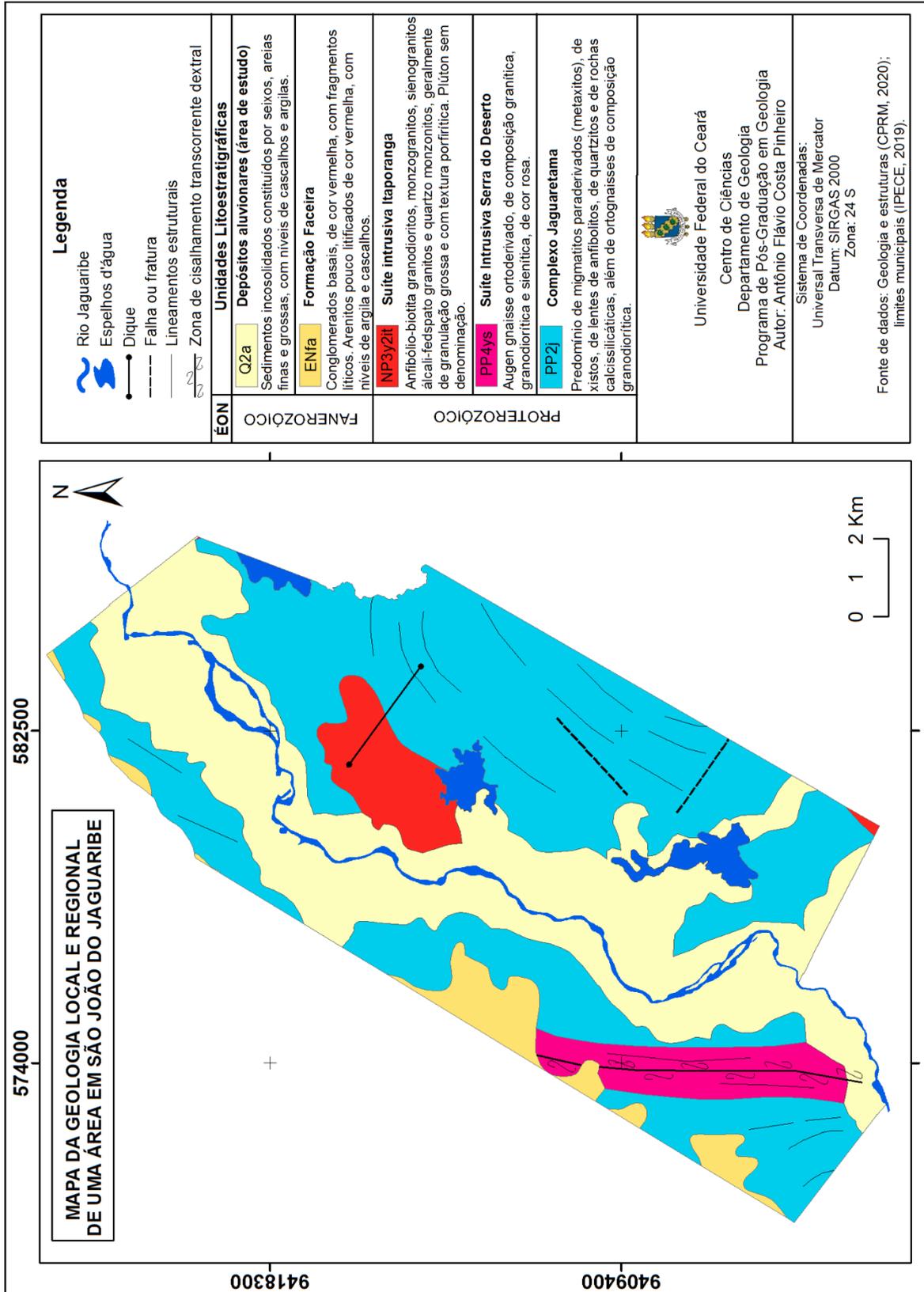
Foto 18 – Sedimentos siltoargilosos



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Ainda acerca da geologia regional e local ver o mapa 6:

Mapa 6 – Geologia regional e local



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021 adaptado de CPRM (2020)

5 AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E OS SISTEMAS DE EXPLOTAÇÃO

O princípio de todas as coisas é a água. O úmido elementar está penetrado no poder divino que o põe em movimento.

Tales de Mileto

Eu digo à minha esposa que a água fresca em seu copo não é tão fresca assim. Seus átomos têm nada menos do que 14 bilhões de anos.

Andy McWilliam

Este capítulo enfatiza a importância das águas, em essencial as subterrâneas, numa pesquisa de caráter quantitativa e qualitativa, numa abordagem a partir pensamento sistêmico, considerando os aspectos físico-químicos e biológicos no ambiente e no pensamento dialético histórico materialista, considerando o uso e ocupação no contexto do modo de produção capitalista, com suas relações socioeconômicas e ambientais.

Vale ressaltar que o uso dos bens hídricos de superfície e subterrâneos não está divorciado do processo de modernização que se efetivou na região estudada. Assim, além de abordar sobre a importância das águas, particularmente as subterrâneas, foi produzida, também, uma discussão sobre a relação entre o ser humano e natureza assim como sobre o processo de modernização da região a partir de suas bases históricas.

5.1 A importância das águas

O termo “água”, no sentido ontológico, segundo Rebouças (1999), refere-se à substância natural, desvinculada de qualquer uso ou utilização. Já o termo “recurso hídrico”, consoante IHP/UNESCO (1991), refere-se aos recursos disponíveis ou potencialmente disponíveis para satisfazer, em quantidade e em qualidade, uma dada procura em um local e por um período determinado. Sendo assim, a água é considerada também como um recurso econômico.

A qualidade e quantidade de água disponível ao ser humano é de vital importância para seu bem-estar. Civilizações inteiras têm desaparecido, ou aparecido, devido à escassez ou abundância de água, provocada por fatores climáticos e pelo mau uso do solo.

Secas ou enchentes ocasionaram e ainda ocasionam pânico, destruição e miséria para sociedades inteiras. Além disso tudo, doenças como cólera, tifo, leptospirose etc., via água, mataram milhões de pessoas ao longo da História. Sobre a disponibilidade e acesso à água, ela não está bem distribuída como denuncia Bouguerra (2004, p.72-73):

Com efeito, vinte e três países possuem dois terços dos recursos mundiais de água: trata-se, além dos quatorze países da União Europeia, do Brasil, Canadá, Estados Unidos, Índia, Indonésia e Rússia. A Ásia abriga 60% da humanidade, mas dispõe de 36% dos recursos de água do planeta, enquanto a América do Norte e América Central gozam de 15% das águas da terra para 8% de seus habitantes. A Índia, cuja população vem imediatamente após a do Império do Centro, dispõe somente de 4% das águas do globo. Quanto aos países árabes, que representam 10,3% da superfície terrestre e 4,55% da população mundial, não possuem mais do que 0,43% dos recursos de água recuperável e se beneficiam somente de 2% das chuvas do planeta. Para os seis países membros do Conselho de Cooperação do Golfo, o déficit de água em relação às necessidades é de 15 bilhões de metros cúbicos [...] A China, que conta com 22% da população total do globo, não tem mais que 8% da água do planeta: a penúria da água que atinge 60 milhões de chineses, provoca 'Invasões' – verdadeiras revoltas camponesas - pela conquista de terras cultiváveis.

O uso da água, qualquer que seja ele, exige uma condição mais ou menos uniforme de fornecimento, não podendo adaptar-se, em muitos casos, às condições de vazões variáveis que ocorrem na natureza, que permitiriam grande fornecimento na época das chuvas e escassez na época de estiagem.

Conforme o uso da água se requer características qualitativas diferentes, ou seja, as exigências quanto ao grau de pureza absoluta ou relativa variam com o emprego que é feito da água. Portanto, o termo qualidade da água não se refere a um grau de pureza absoluto ou mesmo próximo do absoluto, mas que varia de acordo com a finalidade.

A condição natural não deve se constituir como único requisito indispensável ao uso múltiplo das águas. Este deve ser assegurado por um rigoroso planejamento, considerando o conhecimento das potencialidades do recurso hídrico, em termos de quantidade, qualidade e características geográficas, assim como das necessidades atuais e das futuras. Qualquer que seja o uso que se faça da água, existem alguns aspectos que devem ser considerados como cor, odor, sabor, toxicidade, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, produtividade etc. (LENZI *et al.*, 2012).

Os parâmetros estéticos afetam quase exclusivamente os usos humanos da água. Por si só, a cor, o odor, o sabor, a presença de espuma, o teor de matérias em suspensão ou flutuantes na água não constituem óbices ao seu uso na

alimentação, na irrigação ou na sustentação de vida vegetal ou animal. Essas características podem constituir-se em indicadores da qualidade fisiológica ou mesmo ecológica, relacionando-se com a presença de elementos que, pela sua natureza química ou biológica, poderão ser nocivos.

A cor, por exemplo, constitui um indicador de possíveis componentes nocivos e não um elemento negativo em si mesmo. A água para ser considerada potável deve ser isenta de microrganismos patogênicos bem como de substâncias tóxicas. Organismos patogênicos não existem na água em condições ditas naturais. Normalmente, é a matéria fecal que constitui o veículo dos seres patogênicos para a água.

A toxidade pode estar associada à presença de substâncias de origem industrial ou agrícola, tais como metais pesados, biocidas, fertilizantes. Nesses casos, a água tende a reduzir a concentração desses compostos com o tempo, em decorrência da diluição progressiva e da decomposição química e bioquímica, conhecida como degradação.

A produtividade de um corpo d'água, isto é, a sua capacidade de conter biomassa viva, pode ser medida diretamente pela avaliação do desenvolvimento da biomassa, ou pode ser avaliado em termos de produção potencial, através da medida dos fatores químicos responsáveis pela proliferação dos seres vivos.

O conceito fator limitante se torna importante não apenas para a finalidade de se estimular artificialmente a produtividade do meio, como também para reconhecer a causa de desenvolvimento excessivo de certos microrganismos aquáticos que geram desequilíbrio ecológicos e danos à qualidade das águas. Sobre a estimativa do suprimento mundial, os referidos Leinzi *et al.* (2012) fizeram a sistematização conforme o quadro 6:

Quadro 6 – Distribuição da água no planeta em km³

Fonte		Volume (x 10 ³ km ³)	% da Água
Água Doce	Gelo Polar e Demais Geleiras	28.200	2,04
	Águas Subterrâneas	4.450	0,61
	Lagos	125	0,009
	Umidade do Solo	69	0,005
	Umidade Atmosférica	13,5	0,001
	Rios	1,5	0,0001
Total de Água Doce		45.234	2,66
Água Salgada	Oceanos	1.348.000	97,3
	Lagos e Mares Interiores	105	0,008
Total de Água Salgada		1348105	97,4
Total de Água		1.393.339	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Adaptado de Lenzi *et al* (2012)

Ainda sobre esses dados, Feitosa *et al.* (2008) e Baird (2011) reforçam que as águas cobrem três quartos da superfície da Terra, mas cerca de 97% da água do planeta é salgada, encontrada nos oceanos, e menos de 3% é água doce. Desta última, 77% estão congeladas nos círculos polares, 22% compõem-se de água subterrânea e a pequena fração restante encontra-se nos lagos, rios, plantas e animais. Lenzi *et al.* (2012, p. 441) reforçam que:

A água doce está distribuída em seis diferentes fontes: gelo polar, geleiras, águas subterrâneas, lagos, rios, umidade do solo, umidade atmosférica. As fontes de água salgada são três: oceanos, mares interiores e lagos salgados. Do total apresentado, 97,4% são de águas salgadas e apenas 2,6% são de águas doces. Estima-se que o volume de água doce seja de 40 quatrilhões de metros cúbicos ou 40 quintilhões de litros. Destes, 2,3% constituem geleiras e águas de subsolo com mais de 800 m de profundidade. A fração disponível ao homem é pequena, cerca de 0,3%, dividida em águas de rios e lagos (0,01%) e subterrâneas que constituem a maior parte.

O Brasil, consoante Agência Nacional da Água - ANA (2004), detém 12% das reservas disponíveis de água doce do planeta, com uma disponibilidade hídrica de 40.732 m³/hab./ano. Aproximadamente 80% desse percentual estão concentrados na Bacia Amazônica. Entretanto, vários fatores vêm interferindo no potencial hídrico para consumo, bem como no crescente aumento de custo no seu tratamento.

Entre os principais fatores que afetam a disponibilidade hídrica, consoante CETESB (2004), são as extrações excessivas, uso inadequado, lançamento de efluentes domésticos e industriais e a destruição das matas ciliares, o que favorece o processo de assoreamento do ambiente hídrico.

Por ser um recurso estratégico, indispensável à vida e raro em algumas partes do planeta, a água deve ser gerida numa lógica de sustentabilidade de forma com que as gerações atuais e futuras possam desfrutar dos seus benefícios. Assim, é necessário estabelecer normas que regulem seu uso para que ela não venha ser um objeto de disputa no futuro.

A água é motivo de preocupação em todas as sociedades devido à sua utilização excessiva, às irregularidades na sua distribuição, além da poluição e contaminação. Essa situação faz com que a água seja motivo forte de conflitos e tensões em várias regiões do planeta.

O cenário futuro nos mostra que a crescente utilização dos recursos hídricos e sua degradação nos levarão a um cenário de escassez desse bem. Claude Raffestin (1993) observa que só existem bens políticos, não existindo mais bens livres, pois esses correspondem a uma necessidade coletiva, e que os recursos que hoje em dia são fontes de relações de poder, podem não ser os mesmos daqui a dez ou vinte anos, pois dependendo da conjuntura, outros recursos podem vir a ser objeto de tensão. Alerta, ainda, que a água, como qualquer outro recurso, é motivo para relações de poder e de conflitos, que ter o controle e a posse sobre a água é, sobretudo de natureza política, tendo em vista que esse recurso interessa a uma coletividade.

O controle da água potável no mundo contemporâneo se constitui, portanto, como mecanismo de poder, podendo influenciar nas políticas internas e internacionais. Em muitos países como Bolívia, Índia, Tailândia, México, Argentina e Equador, entre outros, se intensifica a luta popular a favor da água compreendida como um bem público e universal, e contra as corporações econômicas que querem se apropriar dela.

Consoante a Organização das Nações Unidas – ONU (2015), em 2025 a carência de água potável atingirá cerca de 2/3 da população mundial. Cerca de 80 países podem entrar em conflito pelo controle de recursos hídricos de superfície e subterrâneos.

Como foi prognosticado na década de 1990 pelo diretor do ‘Centro Para as Instituições Humanas da ONU, Wally N’dow, e por Ismail Serageldin, presidente da Comissão Mundial da Água, de que as guerras no século XXI girarão pelo controle da água potável, estima-se que a questão da água será tão ou mais preocupante que a dos recursos energéticos a da produção e acesso ao alimento. Sobre conflitos relacionados à questão hídrica, Bouguerra (2004, p.93) diz que:

Os conflitos acontecem seja entre Estados (Turquia-Síria, Jordânia-Israel, Índia-Bangladesh, Irã-Iraque, Namíbia-Lesoto, Senegal-Mauritânia, Hungria-Eslováquia, Uzbequistão-Quirguistão a propósito do Amu Darya, o Syr Darya e o Mar de Aral...) ou entre Estados Federados como a Índia, na Malásia e nos Estados Unidos [...] Em 1970, foi evitado por pouco um conflito armado entre a Síria e o Iraque, por causa da água do Eufrates. Para muitos observadores, o controle do delta mesopotâmico de Chatt-el-Arab foi uma das principais causas da guerra Irã-Iraque em 1980.

A previsão cada vez mais assustadora acerca da água potável não deve ser compreendida divorciada da relação com a política de gestão e da formação social vigente, pois o capitalismo produz e se beneficia da escassez enquanto fenômeno social e não meramente climático.

A expressão “Geopolítica da Água”, que é utilizada muitas vezes, designa um conjunto de rivalidades políticas entre países ou regiões em resultado de disputas pelo controle das bacias hidrográficas e dos cursos de água ou mesmo dos aquíferos.

Tendo em conta o aumento das necessidades de água, assiste-se a uma competição crescente pelo controle desse recurso em níveis nunca atingidos antes. Assim, o controle da água potável nas sociedades contemporâneas se constitui como mecanismo de poder, podendo influenciar nas políticas internas e internacionais.

A água está sendo mal gerida mundialmente, esgotada e poluída. A falta de água em muitos países está ligada à manipulação e corrupção por parte de governos, administrações locais e corporações multinacionais que procuram lucrar com a água.

5.2 O interesse pela água subterrânea

Consoante Vieira (2006), cerca de 22,4% das águas doces disponíveis são subterrâneas, o que mostra a significância desse bem natural, que pode ser extraído mediante a construção de poços. A água subterrânea é, cada vez mais, importante fonte de abastecimento seguro para uso doméstico, industrial e agropecuário. Elas possuem grande importância para o abastecimento, economia e conservação ambiental. Contudo, fatores naturais e antrópicos podem alterar sua disponibilidade e qualidade, tornando-as vulneráveis à contaminação.

A água subterrânea é o principal suprimento hídrico para consumo humano de quase metade da população da América do Norte. Em 1990, nos Estados Unidos, a água subterrânea representava 39% da água empregada para o abastecimento público e 96% daquela foi extraída por meio de sistemas domésticos individuais.

Na Europa, a proporção de água potável pública extraída dos aquíferos atinge quase 100% na Dinamarca, Áustria e Itália, chegando a cerca dos dois terços na Alemanha, na Suíça e nos Países Baixos, e menos de um terço na Grã-Bretanha e Espanha (BAIRD, 2011).

No Brasil, consoante Agência Nacional da Água - ANA (2004), mais de 50% da água de abastecimento público provém das reservas subterrâneas. Uma grande vantagem desse recurso é a disponibilidade de água em períodos de seca, quando as águas de superfície ficam mais escassas.

A água subterrânea é o mais aproveitado recurso natural. Contudo, o crescente consumo de maneira não sustentável, tem levado a um uso descontrolado e muito acima da capacidade de recarga dos aquíferos. Essa situação se agrava com as presentes ameaças de poluição e contaminação que se intensificaram com a modernidade de essência consumista. Portanto, é necessária a criação e fortalecimento de políticas públicas para gerenciar o uso da água subterrânea numa perspectiva de sustentabilidade do presente e, principalmente, para as futuras gerações.

As reservas mundiais acessíveis de água diminuem devido a sua super utilização e poluição. Mais de 30 países sofrem de uma séria e crônica falta d'água e recorrem cada vez mais à água subterrânea. O caráter essencial desse recurso o torna, inclusive, propriedade pública em muitos países.

5.3 As águas subterrâneas no Ceará

O Ceará está inserido no Polígono das Secas e apresenta um regime pluviométrico marcado por irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico.

Esse quadro de escassez pode ser amenizado através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Compreender o processo de interação entre as águas superficiais e as águas subterrâneas é um componente importante para caracterizar a gestão dos sistemas hídricos, a sustentabilidade, a preservação e o desenvolvimento dos aquíferos, considerando as características físicas dos ambientes como as do solo e as do subsolo (Cavalcante & Mata, 2007).

Entre fatores que interferem no processo de trocas hídricas entre as águas superficiais e subterrâneas destacam-se mudanças no uso e ocupação do solo, que podem influenciar na diminuição cobertura vegetal, em alteração no bioma natural, compactação no solo.

Deve-se destacar, também, mudança na permeabilidade da superfície terrestre e nas redes de drenagem devido ao processo de urbanização não sustentável, mudança no regime das águas superficiais. Todos esses fatores podem provocar rebaixamento do lençol freático por captação além da capacidade objetiva de suporte, além de poluição e contaminação.

A compreensão desses fatores que influenciam na qualidade das águas subterrâneas em geral é de fundamental importância, tendo em vista a exploração a longo prazo dos aquíferos aluviais. A detecção de zonas de recargas e as estimativas da velocidade média de percolação e da rede de fluxo subterrâneo, consoante Healy (2010), são importantes na avaliação do transporte de contaminantes, na definição da potencialidade dos aquíferos e na adoção de políticas de uso e ocupação do solo.

Além do pensamento e atuação que considerem um atrelamento entre as águas de superfície e subterrâneas, a gestão integrada deve envolver uma práxis, ou seja, uma visão e uma atuação sistêmicas considerando a unidade planejamento-gestão das águas atrelada a estudos técnicos e científicos, a uma política ambiental voltada para o uso e ocupação do solo de maneira sustentável, contribuição de estudos técnicos e científicos, além da participação das comunidades nas discussões e decisões.

Essa unidade sistêmica deve ter abrangências local e regional, sendo fundamentais para a avaliação da ocorrência e da potencialidade desses recursos; contudo, ainda são insuficientes, reduzindo substancialmente as possibilidades de seu manejo, inviabilizando uma gestão eficiente. As decisões sobre as ações de convivência com a seca exigem o conhecimento básico sobre a localização, caracterização e disponibilidade das fontes de águas superficiais e subterrâneas.

Para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente num contexto emergencial, como é o caso das secas, merece atenção a utilização das fontes de abastecimento de água subterrânea, que passam a ter uma importância mais significativa no suprimento da população e dos rebanhos.

Um fato preocupante é o desconhecimento generalizado, em todos os setores, tanto do número quanto da situação das captações existentes, fato este agravado quando se observa a grande quantidade de captações de água subterrânea no semiárido, principalmente em rochas cristalinas, desativadas e/ou abandonadas por problemas possíveis de serem solucionados.

No Ceará, a exploração de águas subterrâneas tem crescido. Entretanto, ainda carece de estudos mais sistemáticos e consistentes sobre o real potencial de exploração. Sobre as Águas subterrâneas no Ceará, Silva (2007, p.136) diz que:

Até 2003, havia cerca de 23.000 poços perfurados no Ceará. Em torno de 63% estavam no embasamento cristalino, 29% em litologia sedimentar e o restante em aluviões e formações cársticas. Os poços localizados no cristalino cearense possuem vazão específica em torno de 13% do valor observado em poços localizados em bacias sedimentares. Os poços deste tipo litológico são 35% mais profundos que os de embasamento cristalino

Usos cada vez mais competitivos da água exigem a definição de um perfil de qualidade em concordância com seu fim de aplicação. Os aspectos qualitativos das águas subterrâneas tendem a receber maior atenção em regiões economicamente abastadas ou onde estas constituam a principal, senão a única, fonte de abastecimento.

Em localidades menos desenvolvidas é importante que se disponha de uma base de dados, instrumento fundamental à valoração da água e à tomada de decisões. Inicialmente, é preciso que as informações existentes sejam compiladas, para construção de um cenário-base acerca da qualidade da água subterrânea, além da quantificação do potencial e da efetiva exploração.

A insuficiência, ainda, de estudos específicos e a falta de políticas locais associadas com políticas regionais são fatores limitantes à aplicação de um modelo crítico e eficaz de gestão da água. Estes são fundamentais para avaliação da ocorrência e da potencialidade de recursos hídricos subterrâneos, em essencial no contexto do semiárido.

Os recursos hídricos superficiais constituem a principal fonte de suprimento de água no Ceará. Entretanto, a exploração de águas subterrâneas vem crescendo significativamente. Pressões de demanda somadas aos períodos de estiagem prolongada impulsionam o uso das águas subterrâneas.

As águas de poços do cristalino possuem maior conteúdo salino que os situados em ambiente litológico sedimentar. Modelos empíricos locais podem ser empregados para estimar o conteúdo salino das águas subterrâneas do Ceará.

As maiores limitações, no que concerne às exigências dos padrões de potabilidade em relação aos principais parâmetros de salinidade, recaem sobre cloreto, sólidos totais dissolvidos, dureza total e sódio. Para uso agrônômico, as águas subterrâneas do cristalino são mais restritivas, porém atenção especial deve ser dada à toxicidade do íon cloreto (SILVA, 2007).

Diante de um contexto de contaminação dos bens hídricos de superfície, os reservatórios subterrâneos assumem um papel de destaque no equacionamento do problema de água. Praticamente todos os países do mundo, desenvolvidos ou não, utilizam água subterrânea para suprir suas necessidades.

No subsolo brasileiro, consoante Ministério do Meio Ambiente - MMA (2001) estima-se que o volume armazenado deste recurso seja da ordem de 112.000 km³. O quadro 10 mostra os aspectos gerais da ocorrência de águas subterrâneas, bem como sua importância.

O armazenamento no cristalino, litologia dominante no Ceará (80%), é limitado, em razão da alta resistência à infiltração, ocorrendo principalmente quando da existência de fraturas abertas e interconectadas. Para prospecção adequada, é exigido bom reconhecimento hidrogeológico e estrutural da área, acompanhada de sondagens geofísicas. Em geral, as litologias cristalinas apresentam limitações no que concernem as águas subterrâneas. Entretanto, vazões médias apresentadas em alguns estudos (SRH, 1992; CPRM, 2000) sugerem que vários municípios cearenses podem dispor do recurso de maneira significativa.

As regiões onde os recursos hídricos do substrato são notáveis estão representadas pelas áreas sedimentares. Isto ocorre devido à porosidade e permeabilidade destas rochas, que as transformam em excelentes corpos armazenadores.

O Ceará, consoante Manoel Filho (2000), pertence a duas províncias hidrogeológicas: o escudo oriental e a província costeira. Cerca de 80% da área do Ceará é composta de embasamento cristalino, representando 21% do total do cristalino nordestino (500.000 km²), caracterizado por solos de pequena espessura (≤ 2 m). Defende, ainda, que o embasamento cristalino apresenta, em princípio, baixo potencial de exploração, pois a condutividade hidráulica é pequena ($1,3 \text{ a } 10^{-1}$ a $7,5 \text{ a } 10^{-2}$ m/s), assim como a porosidade eficaz média (0,001 %), a permeabilidade ($1,2 \text{ a } 10^{-8}$ a $6,9 \text{ a } 10^{-9}$ m²) e a abertura de vazios (0,27 - 0,38 mm). Há, também, bacias sedimentares como as de Iguatu, do Apodi, do Araripe e da Ibiapaba.

Além dos aquíferos existentes nestas conformações, existem áreas de aluviões, e o sedimento costeiro que é representado por dunas, paleodunas e Formação Barreiras. Na área estudada o potencial hídrico está inserido no contexto cristalino e no contexto sedimentar, com maior captação nas manchas aluvionares do Rio Jaguaribe.

5.4 Pensando a Unidade Planejamento-Gestão Hídrica

Discute-se, aqui, a gestão dos recursos hídricos, em essencial das águas subterrâneas, advogando que a problemática da água não deve ser compreendida de maneira fragmentada, numa abordagem analítica cartesiana e nos limites do tecnicismo, mas na sua complexidade, nos âmbitos da condição natural e da formação social vigente, pois as desconexões levam a compreensões aparentes, limitadas, tendo como consequência uma separação entre planejamento e gestão, favorecendo uma inoperância.

Defende-se, aqui, que a gestão das águas deve ser construída numa visão de totalidade, na integração com o planejamento, com a política ambiental, passando pela discussão sobre a natureza no capitalismo, e a dinâmica dos diversos aspectos naturais em suas relações físico-químicas e biológicas internas e externas, como também com o uso e ocupação do solo no contexto do modo de produção vigente.

As reflexões sobre o pensar e o agir acerca das águas de superfície e subterrâneas devem ser feitas numa abordagem sistêmica-holística para melhor compreensão da dinâmica dos elementos naturais e numa abordagem materialista dialética, no que concerne a apropriação e dominação das águas na lógica capitalista. Assim, é feita uma discussão da unidade “planejamento-gestão” na interface com os métodos de abordagem propostos e a apropriação da natureza com seus elementos como as águas enquanto mercadoria.

Os bens hídricos são de fundamental importância no desenvolvimento socioeconômico das diversas sociedades. Contudo, com o crescimento demográfico e intensificação das atividades econômicas, tem aumentada a demanda por água potável, no que resulta numa maior pressão nos reservatórios das águas de superfície e na exploração de aquíferos (FEITOSA *et al.*, 2008).

Para o capitalista a água é pensada, em seu objetivo primeiro, enquanto mercadoria, seja ela em condição prístina, ou seja, como elemento natural para o consumo direto, seja ela como geradora de energia, seja como elemento constituinte para produção de outras mercadorias. Ela também não deixa de ser mercadoria nas políticas ambientalistas mitigadoras, compensatórias; essas políticas denominadas de ‘desenvolvimento sustentável’ ou ‘economia verde’ propostas nas conferências promovidas pela Organização das Nações Unidas (ONU), na realidade, continuam a priorizar a atribuição de valor monetário às águas e não como valor de uso (MISOCZKY E MÖHM, 2012).

Na forma social vigente a natureza é transformada em recurso (bem econômico), portanto, inserida na lógica da mercadoria. A visão e o uso da natureza na perspectiva do lucro pela lógica de (re)produção de mercadorias têm afetados as águas nos seus aspectos quantitativos e qualitativos.

Diante desse contexto, se torna necessária uma política de uso sustentável dos bens hídricos, em que planejamento e gestão sejam pensados e efetivados de forma sistêmica e holística, no tocante às faculdades naturais e numa visão da dialética materialista no que concerne a problemática das águas no contexto das relações capitalistas.

Como já foi discutido, a abordagem sistêmica permite uma leitura interdisciplinar e relacional dos diversos aspectos naturais e antrópicos, constituindo uma totalidade na especificidade de cada componente e nas suas relações internas e externas, transcendendo a visão analítica cartesiana. O holismo defende a concepção

de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas apenas em termos de seus constituintes individuais (BERTALANFFY, 2015; LEFF 2007).

Existe uma interação efetiva entre as águas subterrâneas e o ciclo hidrológico e, dessa forma, os corpos geológicos que constituem aquíferos deixam de ser compreendidos de forma desagregada para representarem um sistema na concepção de que eles possam interagir com o ambiente na sua totalidade.

A discussão sobre as águas, não só na sua condição natural e essencial para a vida, mas também no âmbito da economia, do planejamento e da gestão, passa também pela discussão acerca de natureza, numa visão marxiana, pois o ser humano, além de se constituir nas relações físico-química-biológica, se compõe também enquanto ser racional e nas relações sociais.

Na formação social vigente os bens naturais (água, solo, minerais, rochas, biodiversidade) e as pessoas são transformados em mercadorias no que vem resultando num caos ambiental e humanitário, denunciado pelas academias, pelos movimentos sociais e até mesmo pela grande mídia.

Nessa visão marxiana, a água, enquanto bem natural e de necessidade fundamental para todos os seres vivos se constitui, universalmente, como valor de uso. Contudo, na apropriação capitalista ela apresenta dupla face, duas dimensões (valor de uso e valor de troca) de um mesmo processo de geração de valor, sendo que o propósito principal nessa apropriação passa a ser a produção de valor de troca. Para esse objetivo os capitalistas desenvolvem as forças produtivas e procuram explorar, ao máximo possível, a força de trabalho e os bens naturais como a água que passa a ser considerada enquanto recurso.

A apropriação da água pelo capital a transforma numa mercadoria, mas essa vinculação desse bem natural como recurso, portanto como bem econômico, passou a ser mais presente nos textos acadêmicos e nas resoluções das conferências promovidas pela ONU sobre essa temática como a “Conferência de Dublin” (1992)⁵ que produz um documento de princípios, sendo o primeiro muito enfático ao afirmar que:

⁵ A vinculação da água como recurso econômico passou a ser frequente nos textos acadêmicos principalmente a partir da Conferência de Dublin em 1992. Contudo, o pioneirismo da água enquanto recurso cabe a McGee (1909) que já enfatizava a água como insumo necessário para a produção industrial, agrícola e para o consumo humano, e, como qualquer recurso da produção, deve ser mensurado, quantificado e gerido como mercadoria.

Água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente. Uma vez que a água sustenta a vida, a gestão eficaz dos recursos hídricos exige uma abordagem holística, ligando o desenvolvimento social e económico à proteção dos ecossistemas naturais. Uma gestão eficaz liga os usos da terra e da água em toda a bacia hidrográfica ou aquífero.

O capital transforma a água, que é um bem natural para as necessidades vitais e todos seres vivos, em mercadoria, portanto monetizando e controlando esse bem, dificultando o acesso para todos, provocando impactos ambientais pela excessiva exploração e pela presença de resíduos químicos e orgânicos em consequência de outras atividades econômicas.

Tendo, portanto, a natureza e o trabalho como as fontes da produção de valor, as lutas pela contenção da exploração do trabalho, pela conquista de direitos como a diminuição do seu tempo apropriado pela classe capitalista e até mesmo na perspectiva de superação do capitalismo, são também lutas contra a exploração predatória da natureza e de seus elementos, como a água, para produção de valor.

Os discursos sustentados em conceitos como “desenvolvimento sustentável”, “ecodesenvolvimento”, “sustentabilidade”, “capitalismo verde” construídos pelas conferências ambientais da ONU e reproduzido até mesmo nas academias e em movimentos ambientalistas desde a década de 1970, numa possível articulação entre economia e ecologia⁶ com participação social, na realidade acaba mascarando a apropriação e a espoliação dos bens naturais com a ilusão de possibilidade de coexistência entre produção de valor e ecologia, legitimando e fazendo prevalecer uma conciliação com a ideologia do dominador como denuncia Marx e Engels (2018, p.47):

As ideias da classe dominante são, em cada época, as ideias dominantes, isto é, a classe que é a força material dominante da sociedade é, ao mesmo tempo, sua força espiritual dominante. A classe que tem à sua disposição os meios da produção material dispõe também dos meios da produção espiritual, de modo que a ela estão submetidos aproximadamente ao mesmo tempo os pensamentos daqueles aos quais faltam os meios da produção espiritual. As ideias dominantes não são nada mais do que a expressão ideal das relações materiais dominantes, são as relações materiais dominantes apreendidas como ideias; portanto, são a expressão das relações que fazem de uma classe a classe dominante, são as ideias de sua dominação.

⁶ “Daí surge a busca de um conceito capaz de ecologizar a economia, eliminando a contradição entre crescimento econômico e preservação da natureza [...] Começa, então, naquele momento, a cair em desuso o discurso do Ecodesenvolvimento, suplantado pelo discurso do desenvolvimento sustentável” (LEFF, 2001, p.18).

A classe dominante procura sempre sobrepor sua ideologia, mas o consenso dessas ideias desconexas, incompletas e inconsistentes seduz e contamina diversos setores da sociedade. Então, resistir à transformação da água em mercadoria significa também questionar e resistir às concepções e projetos que ficam na superfície do problema, nas falsas e enganadoras resoluções do problema, mascarando os conflitos e legitimando a racionalização da apropriação capitalista pelo discurso do *pseudo* ou limitado ecologismo, assumido, em parte, pelo discurso acadêmico, por ONGs, por setores de movimentos ambientalistas organizados.

A utilização das águas enquanto recurso para o capital, portanto, como mercadoria, faz com que as políticas de planejamento-gestão voltada para beneficiar todas as comunidades, principalmente as mais carentes, sejam inexistentes ou inoperantes, o que tem gerado extrema exploração, poluição e contaminação por efluentes domésticos, industriais e por resíduos de fertilizantes químicos e agrotóxicos, eufemicamente denominados pelos agrônomos de formação acadêmica voltada para o agronegócio, de defensivos agrícolas.

Essa situação posta tem provocado vários impactos ambientais negativos como esgotamento, assoreamento, poluição, contaminação e impactos sociais como restrição ao acesso, falta para o consumo doméstico e para atividades econômicas, prejudicando a produção para subsistência e para a pequena produção econômica agropecuária, além de doenças vinculadas à água.

Mesmo as políticas públicas e iniciativas privadas para uma racionalização de uso e conservação da água, criando mecanismos de mitigação e de regulação dos custos ambientais, são sempre na lógica da água enquanto mercadoria para (re)produção do capitalismo.

Diante do que foi enfatizado, pode-se compreender que a questão da água passa pela discussão do modo de produção vigente com suas contradições inerentes em que crescimento econômico e desenvolvimento científico-tecnológico são acompanhados de desigualdades sociais e caos ambiental como a degradação das águas e seus ambientes.

Na formação social vigente, água apropriada "*in natura*", ou tratada é mercantilizada ou usada como fonte de energia, como condição necessária para vitalidade de plantas e animais, como elemento necessário para produtos industrializados e agropecuários, se constituindo, nesses produtos econômicos o que

a literatura chama de água virtual⁷, que é a quantidade de água usada diretamente ou indiretamente para produzir algo.

A crise hídrica por motivação antrópica não é hoje um problema de expansão local ou regional, mas também global. Portanto, é um problema de toda humanidade. A responsabilidade não deve ficar no conceito de “culpa coletiva”, pois esse discurso mascara (oculta) de culpabilidade direta, os grandes responsáveis pelos crimes ambientais que afetam a disponibilidade, a resiliência dos ambientes hídricos de superfície e subterrâneo.

As lutas ecológicas e as políticas hídricas como “planejamento-gestão” das águas, têm que identificar, denunciar e criminalizar, no âmbito legal, enquanto entidade física ou entidade jurídica os atos dos responsáveis que afetam quantitativamente e qualitativamente as águas e seus ambientes, como os aquíferos. Contudo, sabe-se que a sociedade capitalista é constituída de classes antagônicas, onde prevalecem os interesses políticos e econômicos da classe burguesa.

Assim, no capitalismo não existe equivalência entre os indivíduos e entre as classes desiguais, com a literatura burguesa mascarando esse antagonismo com o conceito de sociedade civil, que seria universalizante para todos os indivíduos.

Marx e Engels (2018), se contrapondo ao pensamento burguês sobre “sociedade civil” e Estado, denunciam que no modo de produção capitalista, o Estado com todo seu aparato legal, ideológico e repressivo está a serviço da (re)produção do modo de produção vigente, garantindo os interesses dos grupos econômicos burgueses.

A visão de sociedade civil no capitalismo legitima a desintegração da produção na lógica ecológica, caracterizada pela dinâmica do metabolismo “ser humano-natureza”, consolidando a propriedade privada com a produção voltada para o “valor”, influenciando numa visão dos bens naturais como a água, enquanto objetos a serem apropriados pelo capital e em políticas públicas voltadas para os interesses privados, em detrimento de satisfazer as necessidades da coletividade, em essencial, das comunidades mais carentes. Para o capitalismo, os valores intrínsecos dos bens naturais não são considerados em si mesmos, enquanto valor de uso, mas em relação às necessidades de (re)produção do capital, portanto, enquanto valor de troca (MARX, 2016; MARX, 2019, MARX, 2019a).

⁷ Esse conceito foi desenvolvido 1990 pelo cientista inglês John Anthony Allan. O termo leva em conta o volume de água utilizado, o quanto evapora e/ou fica poluído no processo de produção.

Na produção do espaço geográfico brasileiro, o controle e uso das águas tiveram influência, conforme a Agência Nacional de Água - ANA (2007) no desenvolvimento dos primeiros núcleos urbanos, na manutenção dos fortes, na produção econômica nos engenhos, como vias de comércio, apesar dessa atividade ainda ser muito restrita, como vias para as expedições do interior desconhecido com o objetivo de apreensão de nativos, além de descobertas e exploração de riquezas minerais.

No século XIX, em essencial, a partir da década de trinta, o uso da água teve importância para o desenvolvimento da cafeicultura no vale do rio Paraíba e no oeste paulista, assim como para a gênese do processo de industrialização, a partir das últimas décadas desse século, aumentando a demanda não só em função do consumo para produção industrial, mas também à demanda pela agricultura irrigada e para o consumo público, principalmente pelo crescente processo de urbanização.

No século XX, em essencial a partir da década de 1930, em que a produção agroexportadora passou a coexistir com o intenso crescimento industrial, se consolidou a visão prioritária da água enquanto recurso para possibilitar a produção industrial, não havendo preocupação com a resiliência das massas hídricas e de seus ambientes, com o acesso e condições qualitativas de uso para todos, gerando assim uma situação de insustentabilidade ambiental e socioeconômica, principalmente para a classe trabalhadora, se intensificando o paradoxo, típico do capitalismo, entre produção econômica e acesso-uso universal.

Getúlio Vargas, no seu primeiro governo (1930 -1946), adotou uma política de intervenção estatal, caracterizada pelo protecionismo econômico, incentivos fiscais, construção de indústrias de base e de outras infraestruturas voltadas para o fortalecimento industrial na perspectiva de consolidação de uma política de substituição das importações, pela dominância da produção interna e modernização. Nesse contexto econômico foi aprovado o “Código de Águas de 1934”⁸, instituído pelo Decreto N°24.643, de 10 de julho de 1934, que passou a ser referência legal para os investimentos públicos pelas cinco décadas subsequentes.

Com a intensificação do processo de industrialização aumentou também a demanda por energia elétrica, fazendo o poder público criar cada vez mais

⁸ Apesar do “Código de Águas de 1934” ser considerado uma referência histórica no que concerne a intervenção jurídica acerca da questão hídrica, merece destaque o Art. 584 do Código Civil Brasileiro de 1916, que proíbe construções capazes de poluir ou inutilizar, para o uso ordinário a água de poço ou fonte alheia.

hidrelétricas, inclusive se expandindo das bacias hidrográficas do Sudeste para as de outras regiões como Sul e Nordeste. Como consequência, o potencial hidrelétrico do país cresceu, segundo a ANEEL (1999), de 615,2mw, na década de 1930, para 3.642, na década de 1960, apesar dos custos ambientais e socioeconômicos para as comunidades diretamente afetadas pela construção das barragens.

Essa dominação capitalista sobre a natureza, em essencial dos bens hídricos de superfície e subterrâneo, se dá conforme os interesses de conjuntura de produção econômica, na lógica do valor forças produtivas vigentes. Assim, a incorporação dos diversos espaços, se dá numa relação dialética, em que se imbricam, numa totalidade, especificidades, disparidades e convergências, considerando as relações entre as realidades local, regional e global, conforme a lógica do modo de produção capitalista produtor de mercadorias (SMITH, 2010). Assim como todos os outros bens naturais, a exploração das águas, desde o período colonial, portanto no contexto do mercantilismo, e com a consolidação do regime capitalista no século XVIII, foi sempre feita na perspectiva dos interesses econômicos e com a alegação de que essas águas são abundantes e inesgotáveis.

A partir da década de 1950, principalmente a partir do governo de Juscelino Kubitschek se intensificou o processo de modernização do país evidenciado pelo fortalecimento do processo de industrialização e do processo de modernização do campo, na realidade intensificação da inserção do capitalismo no campo, assim como o processo de urbanização com a população urbana já superando a população urbana no início da década de 1970, o que significava, portanto, um maior consumo de água nesses espaços urbanos.

Essa dinâmica de modernização se constituiu como conservadora e degradadora por manter a estrutura social, favorecendo um crescimento econômico não acompanhado pelo desenvolvimento social e às custas da degradação ambiental como assoreamento, poluição e contaminação das águas de superfície e subterrânea, além da deficiência ou inexistência de políticas efetiva e consistentes de acesso e uso da água de qualidade. Por exemplo, com a expansão das fronteiras da agropecuária industrial, principalmente a partir da década de 1970, do Sudeste para outras regiões como Nordeste, Centro Oeste e Norte, os agricultores no semiárido, principalmente os minifundiários, continuavam a serem afetados pelo déficit hídrico gerado por condições naturais, pela ineficiência de política de democratização fundiária e de

atuação de intervenções tecnológicas como a construção de açudes e poços para as necessidades de consumo doméstico e de atividades produtivas das comunidades.

Com o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), implantado em 1971, as prefeituras passaram a conceder às empresas estaduais a efetivação de obras hídricas, em contrato de 20 ou 30 anos, o que favoreceu o aumento do abastecimento de água de 60% para 80% nas residências urbanas, assim como como houve um crescimento de esgotamento sanitário de 22% para 42% nas cidades.

A ausência de uma regulação ambiental favorecia a atuação de indústrias altamente poluidoras. No regime militar (1964-1985), principalmente durante o período do chamado 'milagre brasileiro' (1967-1973)⁹, para manter o crescimento econômico, o regime procurava atrair indústrias, independente das consequências ambientais.

O Governo do general Médici fez ampla propaganda interna e internacional, enquadrando o país como caminhando para potência econômica emergente. Neste contexto, o seu ministro do planejamento, João Paulo dos Reis Velloso, convidava empresas a se instalarem no país, divulgando que o Brasil era um grande espaço para ser poluído.

Sobre esse posicionamento do poder público federal merece destaque a frase do ministro, em 1972 diante da Conferência de Estocolmo: "nós temos ainda muito que poluir, eles [os países industrializados] não mais...nós temos inúmeros rios a serem poluídos" (GUIMARÃES, 1991, p. 130).

Essa compreensão de procurar justificar a degradação ambiental pela necessidade do crescimento econômico pra superar problemas sociais continuou pós período de ditadura militar como destaca a frase cunhada na Gazeta Mercantil (1990) : "a pior poluição é a miséria", como se no capitalismo o crescimento econômico estivesse atrelado ao desenvolvimento social e não à produção de valor, com a transformação da força de trabalho e os bens naturais em mercadorias, para (re)produção da lógica excludente e degradadora do capital.

A sociedade civil brasileira, neste contexto de crescimento econômico, de censura e de repressão física e ideológica, demorou a sensibilizar-se, com as discussões e atuações acerca das questões ambientais ainda sendo muito restrita, apesar de já estar presente desde a década de 1950, diante dos problemas ambientais

⁹ Em 1968, a taxa de variação do PIB alcançou 11,2% contra os 4,8% verificados no ano anterior. Em 1969, a taxa de crescimento foi de 10% seguida de 8,8% em 1970; 13,3% em 1971; 11,7% em 1972; 14,0% em 1973 e baixando a 9,8% em 1974 (ALVES, 1989). Esse crescimento econômico ocorreu, num contexto de ditadura militar e sem desenvolvimento social.

gerados por uma política agropecuária e industrial predatória socialmente e ambientalmente¹⁰, afetando diretamente as massas hídricas com efluentes industriais e doméstico por resíduos de fertilizantes químicos e de agrotóxicos.

No contexto neoliberal, que começou a se constituir nos Estados Unidos, nos países europeus e no Chile, ainda nas décadas de 1970/80, e, no Brasil, a partir da década de 1990, o caos ambiental se mostrava mais evidente e os movimentos ambientais se (re)construíram e se fortaleceram a esse processo de “ecocídio”. Entre as diretrizes do neoliberalismo são as privatizações como das empresas de água e energia e nesse processo político vigente foi aprovada a Lei 11.079/2004, institucionalizando as Parcerias Público-Privadas (PPP).

Em consequência da Constituição Federal (CF), que garante a água como bem público e devido as resistências das mobilizações sociais organizadas, a privatização do abastecimento de água e saneamento foi mais tímida e onde se efetivou foi marcada por deficiências nos serviços e aumento das tarifas (VARGAS, 2005).

O projeto neoliberal, em coexistência com práticas tradicionais obsoletas e com alto potencial de degradação ambiental como o desmatamento e uso abusivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos, procura se adaptar à algumas exigências da agenda ambientalista implementando políticas de racionalização de uso dos bens naturais, que continuam sendo vistos como recursos, apesar da máscara ecológica, não vai contra ao consumismo, à acumulação, enfim, à lógica de produção de valor.

Em 1995, é incluída, na estrutura ministerial, a pasta de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, sendo criada, nesse contexto, a Secretaria de Recursos Hídricos, o que favoreceu na criação da Lei nº 9.433 promulgada em 1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, advogando os seguintes fundamentos: a água como bem de domínio público; como um recurso natural e limitado, dotado de valor econômico e que, em situações de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e

¹⁰ Em junho de 1971, tendo como um dos fundadores José Lutzenberger, é instituída em Porto Alegre a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural - AGAPAN, com perfil ambientalista amplo e com clara influência do novo movimento ambientalista norte-americano, desenvolvido na segunda metade da década de 1960. Em 1958 foi criada no Rio de Janeiro a Fundação Brasileira para Conservação da Natureza - FBCN, tendo como principal objetivo trabalhar em prol da preservação da fauna e da flora, especialmente das espécies ameaçadas de extinção. De cunho preservacionista, nasce vinculada à União Internacional para Conservação da Natureza, fundada na Suíça em 1947.

dessedentação animal. Defende, ainda, que uso múltiplo das águas deva ser proporcionado e a gestão descentralizada e participativa.

Essa Lei advoga, também, a necessidade de se autorizar previamente o uso da água pelo instrumento da outorga, a efetivação do princípio do “poluidor-pagador” com pagamento de taxas conforme os impactos ambientais negativos pelo uso. Esse princípio foi adotado pela Lei nº 6.938/81¹¹, e foi absorvido pela Constituição Federal de 1988, no seu art. 225, no seu parágrafo terceiro¹².

A cobrança pelo uso da água conforme o uso e impactos, apresenta-se contraditória, pois no lugar de favorecer a conservação do recurso com seu ambiente pode potencializar a sua mercantilização consoante ao poder financeiro do explorador do recurso para pagar pelos impactos, ou seja, a cobrança sem um instrumental mais rigoroso para o mau uso pode favorecer a produção de impactos ambientais, que podem efetivamente ficar impune em função do poder econômico.

O princípio “poluidor pagador” traz a concepção de que quem polui deve internalizar os custos pelas consequências negativa ao ambiente, com a responsabilização se dando por forma de pagamento, que pode consistir por meio de dinheiro ou em atos do poluidor.

Atividades intoleráveis com seus impactos negativos, mesmo com todas as medidas de prevenções, de amenidades e de possíveis compensações forem desproporcionais aos benefícios gerados à coletividade essa atividade não deve ser justificada pelo princípio “poluidor-pagador”, ou seja, não deve ser permitida e a insistência por parte do responsável deve ser criminalizada. Assim, a cobrança pelo uso da água pelas atividades industriais e pelo agronegócio e um mecanismo dessas atividades internalizar parte dos custos ambientais pela exploração e os diversos usos com seus impactos dessa água.

¹¹ Lei 6.938/1981, que regula a Política Nacional do Meio Ambiente [...] Art. 4º - A Política Nacional do Meio Ambiente visará: [...] VI - à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida; VII - à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

¹² Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. [...] § 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

Essa política de cobrança deve ser acompanhada com ações de educação ambiental relacionadas ao uso da água e de que a cobrança pelo uso não significa a liberação da exploração e uso de maneira que impacta de maneira intolerável a qualidade socioambiental de toda comunidade, devendo os responsáveis serem punidos conforme as leis ambientais, pois o agente econômico paga “para não poluir” ou paga “porque poluiu”, o que não significa pagar para poder poluir.

A poluição e contaminação das águas não podem ser consideradas como problemas no âmbito meramente técnico, mas também político, pois os responsáveis estão se apropriando de um bem que a própria constituição considera como bem comum.

Foram criados os denominados “Parlamentos da Água”, que ficaram conhecidos como Comitês de Bacias Hidrográficas”, com a função de implementação do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, sendo que a implementação destes com seus instrumentos de gestão está sujeita à aprovação e ao apoio financeiro do órgão hegemônico do sistema que é a Agência Nacional de Águas-ANA.

Apesar da Lei nº 9.433 ser considerada um avanço para muitos, acerca da conservação dos recursos hídricos, na realidade ela também tem sido muito criticada pela burocratização, pelos estudos técnico-científicos tidos ainda como inconsistentes, enfim, dentro dos limites da racionalidade e interesses da política neoliberal vigente, portanto, no âmbito da lógica capitalista.

No Ceará, os recursos hídricos superficiais constituem a principal fonte de suprimento de água. Esse estado está inserido no Polígono das Secas, apresentando, portanto, num regime pluviométrico marcado por irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço.

O cenário de escassez hídrica imposto pelas condições de semiáridade constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico, mas esse quadro pode ser amenizado através de um planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos de superfície com os subterrâneos.

Em 1972, foi criada a Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais pela Lei nº 9.618. Em 1987, com a Lei nº 11.380, o nome foi mudado para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, com o objetivo de realização de pesquisas científicas e tecnológicas, realização de estudos *in situ* dos recursos hídricos

superficiais e subterrâneos, além da prestação de serviços especializados em meteorologia.

A Secretaria de Recursos Hídricos é um órgão da administração direta criado pela Lei nº 11.306, de 01 de abril de 1987, que tem como responsabilidade a implementação da política estadual de recursos hídricos, de forma integrada, descentralizada e participativa, para promover a oferta, a gestão e a preservação da água. No mesmo ano, foi criada a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA, que é uma autarquia, criada pela Lei nº 11.380, de 15 de dezembro de 1987 e tem como finalidade planejar, executar e acompanhar a fiscalização de obras e serviços de interferência hídrica, no âmbito da política estadual de recursos hídricos.

Em 1992, foi criado o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos – SIGREH, com o Decreto Lei nº 11.996 de 1992 voltada para gerenciamento, planejamento, cobrança pelo uso e outorga, tratando o gerenciamento das águas subterrâneas em conjunto com as águas de superfície.

Em 18 de novembro de 1993, com a Lei nº 12.217, foi criada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, responsável pelo gerenciamento de recursos hídricos de domínio do estado ou da união, por delegação, de forma descentralizada, participativa e integrada, pelo monitoramento quantiquantitativo da água, manutenção, operação de obras hídricas, elaboração de planos e estudos, cadastro de usuários de água, cobrança pelo uso da água e apoio à organização e funcionamento dos comitês de bacia e comissões gestoras de sistemas hídricos (CEARÁ, 2009).

Como nas águas de superfície, o planejamento e gestão de aquíferos, consoante Cavalcante & Mata (2007), devem ter como base não só o domínio hidrogeológico, mas também a Bacia Hidrográfica, sendo necessário, portanto, o reconhecimento da Lei de Águas (Lei Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997).

. Analisar os processos hidrológicos que ocorrem nos sistemas de rios e aquíferos tem importância significativa para compreender a dinâmica de funcionamento desses ambientes. Compreender o processo de interação entre as águas superficiais e as águas subterrâneas é um componente importante para caracterizar a gestão dos sistemas hídricos, a sustentabilidade, a preservação e o desenvolvimento dos aquíferos, considerando as características físicas do solo e subsolo.

Entre fatores que interferem no processo de trocas hídricas entre as águas superficiais e subterrâneas destacam-se mudança no uso e ocupação do solo e na cobertura vegetal, alterando o bioma natural e compactando o solo; mudança na permeabilidade da superfície terrestre e nas redes de drenagem devido o processo de urbanização; mudança no regime das águas superficiais; rebaixamento do lençol freático por captação.

A compreensão desses fatores que influenciam na qualidade das águas subterrâneas em geral é de fundamental importância, tendo em vista a exploração a longo prazo dos aquíferos aluviais. A detecção de zonas de recargas e as estimativas da velocidade média de percolação e da rede de fluxo subterrâneo, consoante Healy (2010), são importantes na avaliação do transporte de contaminantes, na definição da potencialidade dos aquíferos e na adoção de políticas de uso e ocupação do solo.

As planícies aluviais abrigam aquíferos produtivos que desempenham um papel importante no fornecimento de água potável e irrigação. Os sedimentos fluviais formam frequentemente aquíferos rasos compostos por cascalho, areia, silte ou argila depositados nos canais do rio ou várzeas. Esses aquíferos permeáveis são vulneráveis à contaminação.

Concentrações elevadas de nutrientes químicos ou de agrotóxicos podem ser observadas em muitos aquíferos, com impacto na qualidade dos poços de abastecimento de água potável. Diferentes fatores podem influenciar os padrões de qualidade das águas subterrâneas em aquíferos aluviais, sendo que a influência dos rios na qualidade da água subterrânea pode ser direta, via recarga, ou indireta, pelo controle da distribuição de depósitos de inundação que são ricos em sedimentos mais finos e em carbono orgânico.

Em aluviões com atividades agropecuárias pode ocorrer uma maior lixiviação de material orgânico como estrume e material químico com resíduos de fertilizantes químicos com concentração de Nitrogênio-Fósforo-Potássio (NPK), atingindo o fluxo de água em superfície, setores do pacote aluvionar, em escala horizontal e vertical.

A contaminação da água subterrânea pode ocorrer com a lixiviação dos resíduos presentes no solo sem a participação direta do rio ou por influência direta

deste no contexto em que a relação entre o rio e o aquífero está no regime hídrico influente¹³.

A infiltração de água do rio no aquífero influi diretamente o teor do nutriente pela diluição, pois o aumento desta conduz a uma diminuição das concentrações dos resíduos químicos e orgânicos. Por exemplo, os solos hidromórficos podem estar relacionados aos processos de desnitrificação, que reduzem concentração de nitrato, devido a condição de escassez de oxigênio dos solos saturados por água.

A gestão de recursos hídricos não deve se limitar somente a uma política de intervenções tecnológicas para uma racionalidade de uso e conservação das águas de superfície e subterrâneas mas também a sua democratização efetiva no que concerne à distribuição, conforme as necessidades de cada comunidade, considerando as condições geológicas e geográficas como substrato rochoso com suas estruturas, clima, solo, vegetação, atividades produtivas para o consumo e econômicas, relação urbano-rural e suas especificidades no âmbito cultural e socioeconômico.

Gestão e o planejamento são conceitos que não devem estar divorciados, formando, na realidade, uma unidade, sendo que o planejamento é precedente. Essa unidade conceitual está atrelada a um determinado tipo de política, pois a gestão das águas deve ser pensada politicamente, não de maneira imparcial, neutra; ela deve estar associada a uma determinada visão de mundo que influencia no conjunto nos aspectos quanti-qualitativos, nos objetivos e resultados que podem favorecer aos interesses das necessidades das comunidades locais, no que concerne a uma melhor qualidade de vida, ou simplesmente para atender os interesses agroindustrial e comercial da economia capitalista.

A discussão gestão de recursos hídricos não pode ficar divorciada da discussão da água no contexto do modo de produção capitalista. Os mecanismos de gestão da água não devem estar atrelados às práticas de apropriação integradas à lógica capitalista com sua produção de valores de troca.

Não se trata de simplesmente criar um ambiente institucional funcional de governança, de instrumento científico-tecnológico para garantir a produção capitalista

¹³ Na interação entre rio e aquífero o rio é de regime hídrico influente quando perde água para o aquífero, ao longo de um trecho, ele possui um regime hídrico influente; neste caso a carga hidráulica do aquífero encontra-se abaixo da cota do leito do rio. Já quando o rio recebe água do aquífero ele possui um regime hídrico efluente; neste caso, a carga hidráulica do aquífero encontra-se acima do leito.

a todo custo ou de adaptar esses mecanismos à um discurso de desenvolvimento sustentável do capitalismo verde, mascarando a dominação e a espoliação, quando, na realidade, o interesse de uma maior racionalidade no uso desses recursos é a permanência de uma contínua apropriação e expropriação com o objetivo final sendo sempre garantir a (re)produção do capital.

A sustentabilidade hídrica além da integração de um planejamento e gestão da conservação e uso das águas de superfície e dos aquíferos, no que concerne ao manejo e exploração, deve dar, também, a necessidade de formação educacional das comunidades, diminuição das desigualdades sociais e incentivo para atividades econômicas sustentáveis ambientalmente e socialmente.

No que concerne, especificamente às águas subterrâneas, é indispensável para planejamento e gestão, o mapeamento e caracterização do aquífero e de poços (vazão, sistema técnico de captação, análises físico-químicas e bacteriológicas, vulnerabilidade etc.) para conhecimento real da disponibilidade e potencialidade hidrogeológica diante da oferta e demanda.

Planejamento e Gestão, não estão divorciados dos interesses econômicos e das decisões políticas, mas devem ter sustentação do conhecimento científico e técnico no que concerne não apenas aos aspectos geológicos, construtivos, mas também aos aspectos socioambientais, na perspectiva de um monitoramento e conscientização para um uso sustentável.

A problemática da água não pode ser compreendida de maneira fragmentada, como se a solução estivesse só no tecnicismo, desconsiderando o âmbito político e essa desconexão leva a compreensões aparentes e, como consequência, o planejamento e a gestão se tornam inoperantes, limitados. O pensar e o agir sobre as águas de superfície e subterrâneas não podem estar separados; devem acontecer numa unidade dialética, ou seja, na *práxis*.

A física, a química e a biologia estão presentes em todas as coisas, inclusive no ser humano e nas suas relações, pois fazemos parte de uma racionalidade cósmica maior, que é ao mesmo tempo harmoniosa e contraditória. A natureza com sua racionalidade físico-química e biológica existe independente do ser humano com sua capacidade de razão, mas o ser humano não existe sem a natureza, pois ele não está separado dela. Assim, quanto mais procuramos nos distanciar da natureza mais nos destruimos, pois essa negação, esse falso domínio em relação ao natural, caminha para a nossa própria negação.

A defesa de que “sociedade-natureza” ou “razão-racionalidade natural” forma um todo, não significa negar que o ser humano crie artificialidades, de que a razão é transformadora. Contudo, o ser humano não é oposto ao natural, de que a natureza é obstáculo à existência humana, como se não existisse natureza em tudo que a razão produz.

Apesar do conhecimento, do desenvolvimento das técnicas, da cultura, da produção de objetos, em tudo existe natureza, em tudo existe racionalidade orgânica e/ou inorgânica. As artificialidades desenvolvidas pela razão não são opostas, ou seja, não significa superação ou negação ao mundo natural, pois estas mesmas dependem, sobretudo, da natureza. As artificialidades não são extraterrestres, pois partem da própria natureza e continuam sendo natureza em novas condições de operação de relações físicas, químicas e biológicas.

A natureza como uma totalidade ou em suas realidades específicas como os bens hídricos não constitui em si propriedade privada, pois com as intervenções a natureza não deixa de ser natureza, mas sim se apresenta em novas condições. Nesse sentido, as privações são relações sociais impostas pelo modo de produção, se constituindo, portanto, em atos artificiais que negam a própria natureza, e, portanto, o próprio ser humano.

A privação da água é determinação de violência posta pelo capitalismo em função da produção de valor e de negação da água enquanto bem comum universal para todos os seres humanos, para toda biodiversidade. Compreende-se bem comum, aqui, não em função de relações comuns para (re)produção da lógica capitalista, mas sim no sentido de humanidade, na relação de compartilhamento entre pessoas e comunidades e numa relação prioritária de valor de uso com o bem hídrico seja de superfície ou subterrâneo.

As lutas pela água, então, passam pela defesa da vida humana e dos demais seres vivos e as políticas de planejamento e de gestão com todo instrumental científico e tecnológico devem buscar o mesmo caminho, mesmo nos limites do Estado, na perspectiva da construção de sua superação, pois só assim, numa visão marxiana, se pode pensar no processo de resgate do metabolismo entre ser humano e os bens hídricos, em que a produção e o processo de trabalho acontecesse numa lógica ecológica, garantindo a sustentabilidade social e ambiental, e não na lógica da produção de valor.

Karl Marx, portanto, tem uma concepção radical sobre sustentabilidade social e ambiental, considerando toda humanidade e toda a Terra, em todas as gerações, o que não é possível no modo de produção capitalista, sendo necessário e fundamental a construção da sociedade que transcenda o capitalismo.

No que concerne, especificamente, às águas subterrâneas, é indispensável para planejamento e gestão o mapeamento e caracterização de aquífero e de poços (vazão, sistema técnico de captação, análises físico-químicas e bacteriológicas, vulnerabilidade etc.) para conhecimento real da disponibilidade e potencialidade hidrogeológica diante da oferta e demanda.

É preciso uma compreensão e atitude por parte da sociedade e do poder público que leve a uma integração planejamento-gestão com a política ambiental de caráter sustentável. O poder público também não deve desempenhar um papel unilateral, centralizador, mas que agregue o protagonismo das comunidades na unidade planejamento-gestão democraticamente participativa, considerando, em essencial, como um bem fundamental para as comunidades e não como mercadoria para os interesses das indústrias e do agronegócio.

5.5 O processo de modernização do campo

Esse intenso processo de modernização não pode ser compreendido somente pela variedade de opções tecnológicas disponíveis, mas, sobretudo pelo jogo de interesses econômicos e políticos, pelas consequências ao meio ambiente e pelos impactos negativos que atingem os aquíferos.

Especificamente no campo, conforme Silva (1999), as inovações tecnológicas permitiram a expansão da área cultivada e a elevação dos índices de produtividade, ao mesmo tempo em que favoreceram o aumento da pobreza, não só no meio rural como também na cidade.

O processo de modernização observado na agricultura, que se fortaleceu no espaço rural a partir da década de 1960, não pode ser bem analisado somente a partir da própria agropecuária, mas também através do salto urbano industrial operado na economia brasileira desde meados dos anos 50, da revolução nas técnicas e nos esquemas financeiros da reprodução ampliada do capital que o acompanhou (PINHEIRO, 2004). Gradativamente, o setor industrial foi assumindo o comando de

acumulação do capital, imprimindo no campo uma série de mudanças, como bem destaca Silva (1987:3):

Com o desenvolvimento da produção capitalista na agricultura, (ou seja, nas transformações que o capital provoca na atividade agropecuária), tende a haver um maior uso de adubos, de inseticidas, de máquinas, e maior utilização de trabalho assalariado, o cultivo mais intensivo da terra etc. Em resumo, a produção se torna mais intensiva sobre o controle do capital.

Este processo, na sua atual dinâmica, não se resume à utilização de insumos industriais pela agricultura, mas pela reunificação agricultura-indústria, tendo a agricultura se convertido no ramo da produção que compra insumos e vende matérias primas para outros ramos industriais. Tais mudanças, contudo, não significaram a transformação da estrutura agrária, nem melhorias para a sociedade, particularmente para os trabalhadores do campo. Silva (1999) sintetiza a modernização da agricultura brasileira em quatro momentos. Nos anos 1950 houve um aumento do uso de insumos modernos, basicamente por meio de importações. No período 55/65 presenciou-se o crescimento industrial no Brasil, inclusive de indústrias de base. No período 65/75 foi acelerada a internalização de indústrias para a agropecuária (máquinas, equipamentos etc.). O período 75/85 se caracteriza, principalmente, pela integração de capitais, ou seja, pela fusão de capitais industriais, bancário, comerciais e agropecuário, na formação de empresas rurais.

A industrialização da agricultura, contudo, vem ocorrendo através de apropriações parciais e descontínuas do trabalho rural, pelo uso de biotecnologias, de máquinas, de produtos químicos e pelo desenvolvimento de substitutos industriais para os produtos rurais. Esse processo é favorecido pelos setores agroindustriais que fornecem insumos para o campo e pelo processamento de alimentos para além da unidade produtiva.

A modernização da agricultura brasileira, marcada pelo discurso da racionalização da produtividade e pelo uso da tecnociência voltada para o interesse do capital, apresenta um caráter seletivo, privilegiando alguns lugares, determinadas culturas e alguns segmentos socioeconômicos (ELIAS & SAMPAIO, 2002). É importante acrescentar, também, o fato de que ela é parcial em relação ao ciclo produtivo de alguns produtos.

Os países capitalistas desenvolvidos, a partir da década de 1950, intensificaram a industrialização da agricultura no mundo subdesenvolvido, como estratégia de revigoração do capitalismo em âmbito mundial. Instituições como a

Fundação Rockefeller, Fundação Ford, Banco Mundial e FMI, comprometidas com o grande capital, divulgaram várias estratégias destinadas a aumentar a produção e a produtividade nos países subdesenvolvidos. Entre algumas estratégias, destacamos o uso de máquinas, tratores, fertilizantes, defensivos agrícolas. Isso ficou sendo denominado de *Revolução Verde* (PINHEIRO, 2004).

Essa realidade ocorreu com a intervenção do Estado, cujas políticas de teor agrário e agrícola sempre foram voltadas para o produtivismo, comumente sem preocupação com a questão ambiental. Entre as principais consequências do modelo de *Revolução Verde*, Zamberlan (2001; p. 21-22) apresenta extensa e diversificada listagem:

Alto custo social, econômico e ambiental; efeitos nocivos sobre a população por contaminação e envenenamento do solo, ar e água; destruição do equilíbrio natural dos ecossistemas por erosão e morte dos solos, o desaparecimento dos inimigos naturais das pragas; eliminação, inibição ou redução sensível da microfauna do solo; maior dependência e custos de produção pela perda da fertilidade dos solos, da biodiversidade e pelo aumento da resistência das pragas, trazendo consigo aumentos crescentes nas doses de fertilizantes, de pesticidas e do grau de toxicidade; [...] queda das exportações, devido ao uso dos pesticidas cada vez mais fortes, altas doses de fertilizantes químicos e por implantação de barreiras ambientais e sistemas de protecionismo dos países desenvolvidos; [...] concentração de rendas; processo permanente de quebra financeira, marginalização e emigração do campo para as cidades de milhões e pequenos agricultores, devido ao encarecimento do custo de produção em razão do aumento dos insumos básicos como fertilizantes, defensivos e maquinaria; deterioração das condições sociais do trabalho como baixo salário, estabilidade de emprego, aumento de intoxicações.

A *Revolução Verde* não buscou a melhoria dos cultivos tradicionais. Aumentou a especialização de cultivos e tornou os camponeses dependentes de máquinas, adubos e sementes modificadas. Outro fator negativo da modernização da agropecuária pela *Revolução Verde* é o alto consumo de energia, apresentando um balanço quase sempre negativo, ao contrário da agropecuária tradicional.

O processo de modernização do espaço agropecuário brasileiro, consoante Silva (1998), é conservador, pois não foi condicionado pela busca do bem-estar social, mas para favorecer os interesses dos grandes proprietários (latifundiários) e da indústria de insumos e equipamentos agrícolas, que se apropriam de uma renda total, cada vez maior, em consequência do aumento da produção e produtividade, como também da superexploração dos trabalhadores.

A expressão *Modernização Conservadora* refere-se a uma forma particular de desenvolvimento da agricultura brasileira, que se limitou a incrementar o uso de

insumos químicos e instrumentos mecânicos, conservando sem alteração a estrutura anacrônica da propriedade e das relações sociais. Esse processo de modernização está vinculado a uma reestruturação das estruturas de produção e do processo produtivo que se constituiu, sobretudo, depois da segunda guerra mundial. Essa reestruturação significou ruptura nas tendências seculares, influenciando numa reconfiguração na vida social, econômica e política. Contudo, as mudanças não alteraram a estrutura fundiária, tampouco significaram melhorias qualitativas significativas das condições de trabalho no campo.

O termo “conservador”, se não for analisado no sentido amplo, se restringe à ideia de conservação de estruturas, como se não houvesse mudanças qualitativas, mas só quantitativas. Na realidade, esse processo significa mudanças qualitativas nos instrumentos tecnológicos, nas relações sociais, na cultura, ou seja, na maneira de pensar, de agir, nas mentalidades. (PINHEIRO, 2004).

O modelo degradador da modernização do espaço agropecuário no Brasil, essencialmente a partir da década de 1950, se voltou sobre o homem e a natureza em nome do progresso, do produtivismo, acarretando a (re)estruturação do espaço, alterando os modos de vida das comunidades rurais. O espaço é produto social e político, não sendo, portanto, dado, e sim um instrumento do poder.

Como ressalta Santos (1980), o espaço é uma categoria subordinada-subordinante, pois, ao mesmo tempo em que vai sendo transformado pela vida social, transforma-a. Resulta da transformação da natureza pelas sociedades com mediação da técnica. Contudo, as técnicas não têm vida própria, não se apresentam autônomas, pois são comandadas pela vida social, pelo poder político e econômico.

A região do Baixo Jaguaribe-Ceará desde cedo assumiu papel de grande importância na história da formação do Estado do Ceará com as charqueadas, torna-se o acesso preferencial aos sertões da antiga província (aproveitando-se de sua rede hídrica), quer como área propícia para instalação de população, dada à fertilidade do solo aluvial e a presença abundante de água em boa parte de seu território. No contexto da economia local, porém, a região somente veio a se consolidar ao longo do Século XVIII, em virtude da pecuária e, especialmente, das mantas de carne bovina salgada ou Charque.

Finda a *Época do Couro*, como a denominou o historiador cearense Capistrano de Abreu, devido ao crescimento da atividade no Rio Grande do Sul e aos efeitos devastadores da Seca Grande (1791-1793), a Região Jaguaribana atravessou

período de intensas dificuldades, subsistindo a sua população por meio da criação de rebanho bovina, então diminuída como potencialidade econômica, e do plantio de gêneros alimentícios de primeira necessidade.

Com a crise de abastecimento da matéria prima para as indústrias têxteis europeias, consequência da Guerra da Secessão americana (1861-1865), uma vez mais a região pode assistir dias melhores, servindo-se das margens ribeirinhas para o plantio do algodão com vistas ao fornecimento daqueles mercados consumidores.

Mais tarde, na primeira metade do século XX, a valorização da cera de carnaúba no mercado europeu favoreceu, depois da cotonicultura, a segunda especialização do território jaguaribano para fins de integração ao mercado internacional, aproveitando-se, para tanto, das abundantes áreas de carnaubais existentes na planície aluvial do Rio Jaguaribe. Os médios e grandes fazendeiros anteriormente envolvidos com a exploração da pecuária veem-se seduzidos a investir na exploração da cera de carnaúba.

Da década de 1960 em diante, dada a substituição da matéria-prima natural por produtos sintetizados artificialmente, iniciou-se o processo de desvalorização da cera de carnaúba, acarretando a elevação dos custos de produção e a diminuição do preço junto aos mercados consumidores. A planície aluvial foi gradativamente ocupada por pomares, cuja expansão deveu-se ao uso de cata-ventos para bombear água para irrigação das culturas de banana, laranja e limão, e do crescimento dos mercados consumidores das cidades de Fortaleza e circunvizinhos.

A consolidação da fruticultura se consolida principalmente a partir da década de 1970. Até o final da década de 1970, no Vale do Jaguaribe, a irrigação era artesanal via cata-vento, técnica que foi agregando adaptações. Esse meio de irrigação surgiu na região banhada pelo Rio Jaguaribe no início do século XX, acompanhando o contexto econômico da pecuária, cultura do algodão e a exploração da cera de carnaúba. Essa técnica foi apropriada não só pelos pequenos produtores, como também pelos maiores, como meio de elevar a produtividade de suas terras cultivadas. As enghocas eram construídas com madeiras de carnaubeiras associadas à aroeira e pau branco e gradativamente modernizadas. Elas eram embaladas dia e noite pelos ventos que sopram no vale, como o “Vento Aracati”, que é denominado o vento diário que se forma no litoral, percorrendo o vale do Jaguaribe, à tarde e à noite, propiciando o aproveitamento de água subterrânea. Apesar dos cata-ventos não serem mais dominantes, ainda é possível de serem encontrados em

algumas propriedades, alguns até com estrutura metálica, desativados ou ainda em atividades para pequenas vazões, como mostram as fotos 19 e 20:

Foto 19 – Resquício de cata-vento de madeira da década de 1970



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 20 – Cata-vento atual de estrutura metálica



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Nas propriedades rurais da área estudada era comum a construção de tanques para banho, alimentados pelos cata-ventos, para o lazer familiar e até mesmo para festejos nos finais de semana. A principal função do cata-vento era a utilização para irrigação de culturas como feijão, banana, mamão, goiaba, hortaliças etc., como também para pecuária e captação da água para o consumo doméstico. As culturas para fins comerciais e a produção de pomares para consumo doméstico aconteciam sem uso de fertilizantes químicos e de agrotóxicos.

Gradualmente, essencialmente a partir da década de 1970, os cata-ventos foram sendo substituídos pelo gasogênio (aparelho que transforma, por oxidação incompleta, o carvão ou a madeira no gás pobre, empregado nos motores de explosão como substituto da gasolina). O gasogênio, também chamado de gaseificador, funcionava com a queima de lenha, carvão ou resíduos agrícolas, tais como bagaços de cana, cascas de frutos e sabugos de milho, se obtendo uma mistura gasosa que funcionava como combustível. Essa mistura gasosa depende do tipo de material do qual foi gerado, da sua constituição química e da umidade. Sobre o gasogênio, observar as fotos 21:

Foto 21 – Motor gasogênio



Autor: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Depois vieram os motores a óleo diesel e os sistemas elétricos que passaram a predominar a partir da metade da década de 1980 (Ver foto 22).

Foto 22 – Sistema elétrico para captação de água subterrânea



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

O processo de modernização do Vale Jaguaribano, essencialmente na área estudada, significou, além da eletrificação rural, o aumento do consumo de

fertilizantes químicos e de agrotóxicos que contaminam o solo, as águas de superfície e as subterrâneas.

Com relação ao uso de agrotóxicos, sabemos que tem sido nos últimos anos, motivo de muita preocupação, pois, além de poluir o meio ambiente, põe em risco a saúde humana. Os pesticidas e herbicidas são utilizados na agricultura para controlar o ataque de pestes e ervas daninha. Zamberlam (2001) relata que empresas multinacionais, como a Bayer, na Alemanha, não produzem os atuais agrotóxicos para a agricultura dos países do Primeiro Mundo, sendo os estoques vendidos nos países subdesenvolvidos, como o Brasil. Se no início da década de 2000 o Brasil era denunciado como um dos cinco maiores consumidores de agrotóxicos, Rigotto *et al.* (2014, p.1), denunciam que o mercado e consume de agrotóxicos continuou a crescer na década seguinte:

O mercado brasileiro de agrotóxicos expandiu rapidamente na última década (190%), num ritmo de crescimento maior que o dobro apresentado pelo mercado global (93%), o que coloca o Brasil em primeiro lugar no ranking mundial, desde 2008. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na safra 2010/2011, o consumo foi de 936 mil toneladas, movimentando US\$ 8,5 bilhões entre dez empresas que controlam 75% deste mercado no país. A liberação do cultivo a partir de sementes transgênicas e sua difusão nas áreas agricultáveis estão associadas ao aumento do consumo, tendo em vista o uso intenso de herbicidas, responsáveis por 45% do volume consumido, seguidos pelos fungicidas (14%) e inseticidas (12%).

O aumento do mercado, do consumo de agrotóxicos e de doenças relacionadas está estão atrelados ao modelo de produção agropecuária fundado nos fundamentos da chamada “revolução verde”, implementado no país com a conivência do poder público, tendo como consequências além da manutenção e, até mesmo a intensificação da estrutura fundiária concentrada, o consumo de pacotes tecnológicos impostos ideologicamente pelas empresas agroindustriais como o consumo de fertilizantes químicos e de agrotóxicos expondo os ambientes e suas biodiversidades, assim como trabalhadores e consumidores da produção agropecuária à contaminação, inclusive aumentando significativamente as estatísticas de pessoas com doenças vinculadas a agrotóxicos, sem contar os casos que não são denunciados, por desconhecimento e por temor à denúncia (RIGOTTO *et al.*, 2011; WAISSMANN, 2007).

A economia do Ceará está estruturada na lógica da produção agropecuária na lógica do agronegócio com destaque para a fruticultura para o mercado interno e

para exportação, a pecuária e a carcinicultura que se estendeu do litoral para as áreas aluvionares como as do rio Jaguaribe, isso tem como consequências a eliminação ou diminuição dos pomares para subsistência e para o mercado local, a restrição da oferta de trabalho no campo, o aumento do êxodo rural, aumento intenso do consumo de água exigindo a exploração de maiores vazões, a mecanização, o aumento do consumo de fertilizantes industrializados e de agrotóxicos com suas consequências socioambientais como contaminação do solo, das águas de superfície e subterrânea, além de doenças vinculadas ao uso desses produtos químicos. Assim como todos os estados, o Ceará como todo o país vem enfrentando sérios problemas relacionados com a comercialização, consumo e contaminação com suas nefastas consequências para os ambientes e para a saúde. Sobre os agrotóxicos no Ceará, Maciel *et al.* (2017), a partir de boletins do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA-MMA (2017) afirmam que:

Segundo os dados houve um crescimento de 124% de 2000 a 2011, considerando que os anos de 2006 e 2011 foram os que obtiveram os maiores picos de venda. Entre os anos de 2011 a 2013 houve uma queda relativamente significativa de 45% na comercialização, porém, retornando a subir 24% no ano seguinte. A oscilação de vendas entre os anos pode ser atribuída a dois fatores: a redução da área cultivada, que influencia diretamente na venda de agrotóxicos e/ou a apresentação de informações incorretas, por parte das empresas às autoridades registrantes e fiscalizadoras. Desta forma, obter dados sobre vendas e consumo de agrotóxicos no Ceará é um desafio.

As consequências socioambientais acerca do consumo de agrotóxicos têm sido denunciadas pela imprensa, pelos boletins oficiais do poder público e por diversos artigos científicos e livros. Sobre esse problema, em essencial na região do médio/baixo do Jaguaribe, merecem destaque Maciel *et al.* (2017), Rigotto *et al.* (2011; 2014), Milhome *et al.* (2009) entre vários outros. Em São João do Jaguaribe, apesar de não ser um polo de produção do agronegócio como Morada Nova, Limoeiro e Russas, a lógica da inserção capitalista também tem deixada sua marca com a eliminação dos pomares, processo de esvaziamento do campo, produção para o mercado e aumento do consumo de fertilizantes químicos e de agrotóxicos desse ao pequeno aos maiores produtores.

Os impactos causados pelo uso de agrotóxicos no município têm se manifestado na contaminação diretas das águas de superfície e das águas subterrâneas, do solo, dos alimentos, da biota e dos seres humanos, principalmente

dos trabalhadores que convivem com o veneno nas práticas de manipulação e de pulverização, não sendo incomum relatos de trabalhadores que desenvolveram doenças relacionadas aos agrotóxicos e até mesmo casos de pessoas desenvolveram doenças e até mesmo faleceram com sintomas estranhos ao conhecimentos das famílias, mas que não foram que as causas não chegaram a ser diagnósticas como relacionadas ao contato intensivo com agrotóxicos. Sobre o uso de agrotóxicos na área estudada, (Fotos 23 a 26).

Foto 23 – Presença de embalagens de agrotóxicos próximo à boca do poço



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 24 – Presença de embalagem de agrotóxico nas plantações



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 25 – Agricultor pulverizando com herbicida



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano 2020

Foto 26 – Presença de embalagens de 20 L de agrotóxico



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Na área estudada os agrotóxicos são aplicados tanto pelos pequenos quanto pelos grandes produtores, o que envenena o solo, as águas de superfície e

subterrâneas e as pessoas, além de provocar desequilíbrio da cadeia alimentar. O uso de agrotóxicos é denunciado pelo forte cheiro do veneno e pelos depósitos vazios, alguns até com resíduos, no meio das plantações, inclusive nas proximidades dos poços. Essas embalagens vazias deveriam ser devolvidas aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos e, antes da devolução, cabe ao agricultor realizar a tríplice lavagem, e outros procedimentos, descritos na norma NBR 13968/1997 que “estabelece os procedimentos para a adequada lavagem de embalagens rígidas vazias de agrotóxicos que contiveram formulações miscíveis ou dispersíveis em água, classificadas como embalagens não-perigosas, para fins de manuseio, transporte e armazenagem”. Em 2017 foi inaugurado o posto de recebimento de embalagens vazias de defensivos agrícolas, em Quixeré, com capacidade para 60 toneladas.

Como na área de estudo o uso de fertilizantes químicos e de agrotóxicos é uma realidade, é necessário que iniciativas individuais, as escolas e o poder público desenvolvam estudos, discussões sobre os riscos destes produtos para o meio ambiente, inclusive para as águas subterrâneas, a fim de criar uma consciência e práticas para um melhor uso da terra sem trazer danos ambientais.

Como alternativa ao uso de agrotóxicos e aos fertilizantes químicos é possível uma *práxis* agroecológica que se sustenta na compreensão e na prática de uma agropecuária em harmonia com o ambiente, sem desmatamento, com o uso de “coberta viva”, uso de adubos orgânicos e técnica de agrofloresta. Mesmo em áreas já intensamente degradadas os usos dos agrotóxicos podem ser substituídos pelo uso de defensivos naturais.

5.6 Recursos hídricos da área pesquisada

Apesar do foco principal ser as águas subterrâneas, foi dada ênfase também para as águas de superfície, essencialmente as águas do Rio Jaguaribe, sendo inclusive coletada água à montante e à jusante para análises físico-químicas e bacteriológicas.

5.6.1 Águas de superfície

A água é considerada um bem fundamental para a vida, além de ter uma relação sistêmica com o clima e com todos os ambientes. Para o ser humano, além

de ser indispensável para sua existência enquanto ser natural é também um recurso para suas atividades diversas como produção econômica.

Apesar de ser renovável pelo ciclo hidrológico, esse bem na condição potável, tanto no contexto superficial como subterrâneo, é cada vez mais escasso em consequência da poluição e contaminação.

A área pesquisada está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, na transição entre o Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe. Como principais drenagens superficiais tem-se o Rio Jaguaribe, riachos e lagoas. Entre os riachos temporário (secam com o término das chuvas) destacam-se o Riacho da Carnaúba, Riacho da Madeira. Dentre as lagoas as maiores são Lagoa da Moita Verde, Lagoa das Pedras, Lagoa do Gabriel, Lagoa do Umarí. Também merece destaque a presença de açudecos (pequenos açudes artesanais). As lagoas e os açudes que são utilizados com a finalidade de lazer, pesca e culturas de vazante como feijão, jerimum etc., só sustentam água, em sua maioria, no segundo semestre, quando o período chuvoso é intenso.

No caso do Rio Jaguaribe, além da cultura de vazante nas adjacências do canal do rio, é comum o uso do rio para pesca, lazer, bombeamento direto da água do rio para irrigação nos terrenos mais distantes, conforme destacam as fotos 27 e 28:

Foto 27 – Estiva de barro e madeira ligando as duas margens do rio



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 28 – Captação de água do rio para agropecuária



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

5.6.2 Águas subterrâneas

Água subterrânea é a que ocorre abaixo da superfície terrestre, preenchendo os poros dos sedimentos, das rochas sedimentares ou preenchendo as fraturas das rochas denominadas cristalinas (rochas ígneas e rochas metamórficas). Submetida às forças de adesão e de gravidade tem papel importante na umidade do solo, dos rios, lagos e brejos.

Como o estado do Ceará está localizado no Polígono das Secas e considerando a importância do uso das águas subterrâneas através dos poços, é fundamental o reconhecimento dos benefícios que as reservas hídricas trazem à população no que concerne ao uso para atividades de subsistência e atividades econômicas. A água subterrânea da área estudada é fonte de abastecimento para a zona urbana e para zona rural. Em face desse contexto, a região se subdivide em dois domínios hidrogeológicos: Cristalino, de caráter fissural, e o Sedimentar.

5.6.3 Domínios hidrogeológicos

Na área distinguem-se o Domínio Hidrogeológico Cristalino (representado pelos terrenos cristalinos) e o Domínio Hidrogeológico Sedimentar (representado pelos depósitos aluvionares e Formação Faceira).

5.6.3.1 Domínio hidrogeológico cristalino

Os terrenos cristalinos predominam na área e representam o que é denominado comumente de “Aquífero Fissural ou Fraturado”. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas abertas, o que se traduz por reservatório aleatório, descontínuos e de pequena extensão, ou seja, heterogêneos e anisotrópicos.

A infiltração da água ocorre essencialmente nas zonas fraturadas, com circulação restrita às fraturas abertas, ou seja, a capacidade dessas rochas armazenar e ceder água está condicionada à intensidade, abertura e interconexão de redes de fraturas abertas.

Os mantos de intemperismos ou as coberturas colúvio-eluviais desenvolvidos sobre essas rochas podem armazenar água, dependendo de suas espessuras, volumes de água que, eventualmente, podem ser aproveitados em captações pontuais. No entanto, a maior importância dessas coberturas está no fato de funcionarem como áreas de recarga para o meio fraturado subjacente.

As linhas de drenagem encaixadas em fraturas e diáclases do embasamento são fundamentais, juntamente com aluviões a eles associados, para a alimentação dos aquíferos fraturados, constituindo importantes guias na prospecção de água subterrânea.

Esse domínio hidrogeológico, consoante Cavalcante (1998), possui fraca vocação aquífera e as melhores áreas são condicionadas pela existência de zonas cisalhantes, com fraturas abertas e associadas, muitas vezes, a reservatório superficiais d'água que constituem fontes de recarga.

As vazões produzidas por poços são pequenas, em geral abaixo de 2 m³/h, e a capacidade específica é com dominância inferior a 1,0 [(m³/h) /m], em função da deficiência da reduzida porosidade e, na maior parte das vezes, a água é salinizada. No Ceará, tendo como referência Möbus *et al.* (1998), a vazão média para o domínio das rochas cristalinas é de 1,7 m³/h.

O baixo potencial hidrogeológico desse domínio não diminui sua importância, em essencial como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

5.6.3.2 Domínio hidrogeológico sedimentar

Na área esse domínio é representado pelo contexto sedimentar aluvionar e Formação Faceira.

5.6.3.2.1 Sistema Hidrogeológico Faceira

Na área essa formação geológica está na parte oeste da área e geomorfologicamente corresponde a um platô situado na cota 100, recobrindo porções da Suíte Magmática Serra do Deserto.

A Faceira apresenta variação litológica com intercalações de níveis mais ou menos permeáveis, constituído por conglomerados basais de tonalidade

avermelhada com seixos de sílica, arenitos pouco litificados e avermelhados, siltitos areias e argilas vermelhas. São depósitos sedimentares terciário-quadernários (plioceno-pleistoceno), se constituindo enquanto tabuleiro interiorano, depositado, no município, em discordância com os substratos cristalinos e em parte da suíte granítica Serra do Deserto. São sedimentos clásticos afossíferos, siltosos e argilosos, friáveis, pouco consolidados e de tonalidade que varia da esbranquiçada-amarelada a tonalidade avermelhada, com a dominância desta última (CAVALCANTI *et al.*, 2013)

A contextualização dos sedimentos da Formação Faceira confere parâmetros hidrogeológicos diferenciados, de acordo com o contexto local, e reflete características de um aquífero livre. Contudo, localmente se constitui como aquífero livre, com características regionais de semiconfinamento em função dos níveis silto-argilosos e sua recarga é proveniente da pluviosidade e da contribuição de drenagens superficiais.

O conteúdo ferruginoso do material da Faceira pode ter influência no teor de ferro, evidenciado pela presença de capa rosa nas águas dos poços do sistema aluvionar que se concentra entre a cota 40 e cota 50. Vale ressaltar que não foi encontrado nenhum poço neste sistema que tem uma espessura média de vinte metros (20 m).

5.6.3.2.2 Sistema Aluvionar

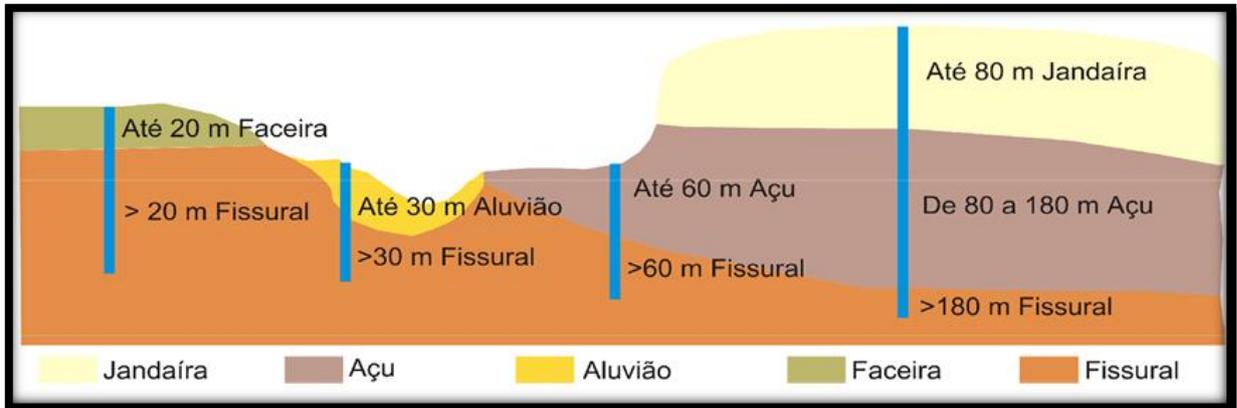
Esse sistema hidrogeológico é representado pelas manchas clásticas que margeiam o rio Jaguaribe. Nele estão 98% dos poços mapeados por esta pesquisa. Esses terrenos arenoargilosos recentes que ocorrem margeando as calhas dos principais rio e riachos representam uma boa alternativa como manancial hídrico, principalmente em áreas semiáridas com predomínio de rochas cristalinas.

As aluviões são resultantes de um processo de sedimentação fluvial com irregular energia de transporte o que gera material com granulometria variada de composição que oscila de silto-argilosa a areias grossas.

A alta permeabilidade do material de composição arenosa compensa as pequenas espessuras, o que aumenta a transmissividade, produzindo vazões significativas. Representa um aquífero livre (freático), de alta permeabilidade, com espessuras variáveis (PINHEIRO *et al.*, 2019). Representa um aquífero livre, freático, de alta permeabilidade, com espessuras variáveis. No caso da aluvião do Rio

Jaguaribe a espessura chega a ser de trinta metros (30 m), conforme mostra a figura 15 de contexto regional.

Figura 15 – Representação contextualizada do perfil transversal do pacote aluvionar do Jaguaribe

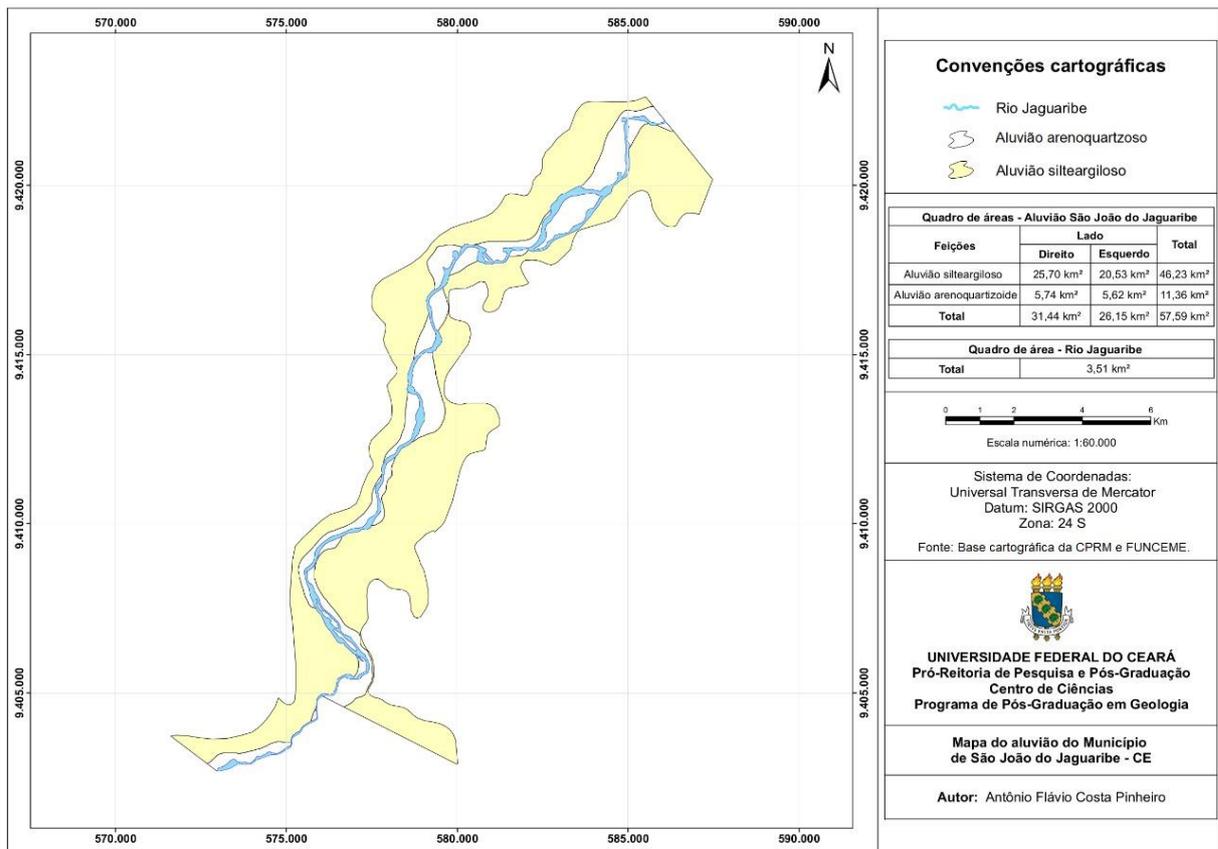


Fonte: Morais *et al.* (2005)

No município estudado, os poços, conforme os dados obtidos *in situ*, possuem profundidade média de 8,73m, com valor máximo de 21,40m e mínimo de 1,55m. As profundidades obtidas não significam a espessura local do pacote aluvionar, pois, conforme os agricultores, os poços, em sua grande maioria, são escavados até chegar num pacote sedimentar de pouca permeabilidade, de constituição argilosa, denominado regionalmente de “salão” ou massapê, de tonalidade escura. A espessura média das lâminas d’água é de 4,45m, com máximo de 13,00m e mínimo de 1,15m. O nível estático (NE) médio é de 4,30m, com máximo de 14,30m e mínimo de 0,05m. a alta permeabilidade do material de composição arenosa compensa as pequenas espessuras, o que aumenta a transmissividade, produzindo vazões significativas desse aquífero freático (PINHEIRO *et al.*, 2019).

Sobre as informações quantitativas da área aluvionar estudada, ver o mapa 7 e a tabela 3:

Mapa 7 – Caracterização quantitativa da aluvião na área estudada



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Tabela 3 – Quantificação das Feições da Aluvião

FEIÇÕES	LADO DIREITO		LADO ESQUERDO		TOTAL	
	ÁREA (km ²)	%	ÁREA	%	ÁREA	%
Aluvião Silteargiloso	24,48km ²	54,39	20,53km ²	45,61	45,01km ²	100
Aluvião Arenóquartzoso	7,31km ²	56,45	5,64km ²	43,55	12,95km ²	100
Área Total	31,79km ²	54,85	26,17km ²	45,15	57,96km ²	100

Fonte: Flávio Pinheiro, 2020.

A aluvião possui, portanto, 57,96 km², apresentando uma parte constituída por uma composição dominante arenóquartzosa, sendo a área de deposição de maior energia com sedimentos mais grossos e outra parte constituída de uma composição dominante silteargilosa, sendo a área de deposição de menor energia com sedimentos mais finos, correspondendo a planície de inundação, com a maior área da aluvião no lado direito (54,85%). A área total de constituição silteargilosa é também maior no lado

direito correspondendo 54,39% da denominada planície de inundação. A maior concentração da área aluvionar no lado direito justifica maior concentração da produção agrícola no lado direito, principalmente na extensão da denominada planície de inundação.

5.7 A construção dos poços

Para se construir um poço é de suma importância que se faça uma avaliação adequada do local (locação do poço), levando em consideração os aspectos hidrogeológicos e socioeconômicos (conforme interesses público ou privado). Depois de determinado o local de construção é definido o método de perfuração, os diâmetros de perfuração e do poço, o fluido de perfuração a ser utilizado, a perfilagem geofísica a ser utilizada, caso necessário, para detalhar melhor o meio aquífero ou o poço, tipo de revestimento, pré-filtro, filtro, cimentação, desenvolvimento, proteção sanitária e teste de produção. Levando em conta tais condições e considerando que as características de um aquífero estão diretamente relacionadas com a produtividade do mesmo, evita-se a construção inadequada de poços com baixas vazões, entre outras desvantagens.

No que concerne aos poços tubulares da área pesquisada, as informações sobre as etapas de construção dos poços, seja através de documentos ou por informação oral dos proprietários, haja visto que a maioria dos proprietários não mora nas propriedades onde se encontram os poços. Vale destacar, também, que é provável que a maioria dos proprietários não tenha a documentação com os dados técnicos de construção dos poços, haja vista serem, predominantemente, poços tubulares rasos ou cacimbas construídas por moradores locais.

5.8 Aspectos dos poços

Com relação à distribuição de poços por domínios hidrogeológicos na área, verificou-se que dos 817 (98, 91%) dos poços cadastrados ocorrem na aluvião e somente 9 (1,09%) no Cristalino.

Constata-se que a maioria dos poços está nas localidades Lima com 104 poços (12,59%) e Mocós com 89 poços (10,77%). As menores quantidades estão nas localidades no limite entre a mancha urbana e Pinto com 3 poços (0,36%), no limite

entre Barra do Figueiredo e Alto Santo com 3 poços (0,36%), em Limoeiro Queimado com 3 poços (0,36), em Raposo com 3 poços (0,36%), no limite entre a mancha urbana e São Bento com 3 poços (0,36) e no limite de São Brás com Raposo com 1 poço (0,12%).

5.8.1 A natureza dos poços

No que concerne as categorias, os poços foram individualizados em tubulares, mistos e cacimbas, estas também conhecidas como poços escavados manualmente.

Poço tubular é aquele utilizado para captação de água subterrânea e que recebe, após a perfuração, um revestimento constituído por tubos (metálicos ou de PVC) com diâmetro geralmente inferior a vinte polegadas (“20”), onde os revestimentos são intercalados com filtros, cuja água é explotada por meio de bombas e compressores. Na área, alguns poços tubulares são de manilhas de argila e outros são de manilha de cimento como destacam as fotos 29 e 30.

Foto 29 – Poço tubular de manilha



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 30 – POCO tubular em PVC



Fonte Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Cacimba, cacimbão ou poço escavado manualmente, é aquele poço construído por escavação manual convencional, de seção circular, por ser mais estável, com diâmetro mínimo de dois metros (2m), onde a profundidade final da escavação depende da profundidade do nível estático do aquífero que se propõe explotar. É revestido com material pré-moldado, tijolos ou pedras, e a retirada de água

é realizada através do uso de baldes, bombas de pequena potência, bombas manuais e cata-ventos, como destacam as fotos 31, 32, 33 e 34.

Foto 31 – Vista externa de cacimbão de alvenaria



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 32 – Vista interna de cacimbão de alvenaria



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 33 – Vista panorâmica de cacimbão de Anel



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 34 – Vista interna de Cacimbão de anel



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Além dos poços tubulares e das cacimbas, são encontrados na área poços mistos que podem ser individualizados em poço misto de alvenaria e tubular, poço misto de anel e tubular, poço misto de alvenaria de anel e tubular conforme destacam as fotos 35, 36, 37 e 38.

Foto 35 – Visão externa de poço misto Anel x PVC



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano; 2020

Foto 36 – Visão interna de poço misto Anel x PVC



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano; 2020

Foto 37 – Visão panorâmica de poço misto Anel x PVC



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 38 – Visão panorâmica de poço misto Alvenaria x PVC



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Considerando os 827 poços mapeados, 817 estão na área aluvionar e 10 poços nos terrenos cristalinos adjacentes; constata-se que 377 (45,59%) estão ativos, 363 (43,89%) estão inativos e 86 (10,40%) estão inutilizados. Dos poços ativos, 173 (45,89%) são poços mistos, 105 (27,85%) são poços escavados (cacimbões) e 99 (26,26%) são tubulares. Dos poços inativos, 155 (42,70%) são poços escavados (cacimbões), 138 (38,02%) são mistos e 70 (19,28%) são tubulares. Dos poços inutilizados, 71 (82,56%) são poços escavados (cacimbões), 10 (11,63%) são tubulares e 5 (5,81%) são poços mistos. Considerando somente o universo dos 817 poços situados na aluvião, na época de coleta de dados *in situ*, 374 (45,8%) estavam

ativos, 357 (43,7%) inativos e 86 (10,50%) assoreados ou em estado avançado de assoreamento; significa que, dos 827 poços mapeados, todos os assoreados estão situados na área aluvionar.

Desses poços mapeados na área aluvionar (817 poços), 731 (89,47%) estão propícios (aptos) para exploração d'água; contudo, desses poços, em 12 (1,64%) não foi possível obter o conjunto das medidas (Profundidade, Nível Estático e Coluna d'Água) por algum motivo, como a tampa da boca do poço vedada ou por se encontrar trancado. Assim, essas medidas obtidas, sem descartar nenhuma das variáveis, foram obtidas em 719 poços. Ainda sobre a sistematização dos poços em categorias, considerando os 817 poços presentes na aluvião no período pesquisado ver a tabela 4 e o gráfico 9:

Tabela 4 – Caracterização dos poços da aluvião

NATUREZA DO POÇO	QUANTIDADE (Nº)	%
Misto	321	39,29
Cacimbão	317	38,80
Tubular	179	21,91
Total	817	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Considerando somente os 719 poços que apresentam as informações de nível estático (NE), profundidade e coluna d'Água, ver a tabela 5 e o gráfico 10:

Tabela 5 – Categorização da natureza dos poços com medidas de profundidade, nível Estático e coluna d'água

NATUREZA DO POÇO	QUANTIDADE (Nº)	%
Misto	311	43,25
Cacimbão	243	33,8
Tubular	165	22,95
Total	719	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Percebe-se o domínio dos poços mistos e os poços tubulares ainda são minoria. Os cacimbões que predominaram até o início da década de 1980 ainda apresentam um percentual considerável (33,80%). Contudo, com o avanço do sistema

tecnológico de captação de água a tendência é aumentar os poços mistos e tubulares, sendo que o percentual dos tubulares tende a ter um maior crescimento, principalmente por permitirem maiores vazões.

Os cacimbões predominaram na época de dominância dos cata-ventos, principalmente antes da eletrificação rural na região, em que a água explotada era votada para o consumo doméstico, da pecuária e para os pomares.

Mesmo com sistemas de captação mais avançados os cacimbões ainda resistem em algumas propriedades com o uso de motor-bomba com potencial para captação de pequenas vazões, sendo que parte desses cacimbões estão mal conservados, deteriorados, parcialmente assoreados ou entupidos.

Os poços escavados já foram bastante úteis e continuam tendo utilidade em algumas propriedades, visto que são estruturas de baixo custo e apropriadas para captação d'água em aquífero freático, em que o nível estático está a poucos metros de profundidade.

5.9 Avaliação das obras de capacitação

Para compreender as condições de exploração e proteção dos aquíferos da área estudada foram analisadas as situações dos poços no que concerne ao uso e conservação. No Brasil, a ABNT é o órgão que regulamenta os procedimentos de projeto e construção de poços tubulares profundos para captação de água subterrânea, através da disposição de duas normas técnica. Para isso foram feitas analogias entre as características construtivas apresentadas em campo com as normas técnicas da ABNT existentes como a NBR 12244/92 que trata da construção de poço tubular profundo para captação de água subterrânea e a NBR 12212/2006 que “[...] fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de poço para captação de água subterrânea para abastecimento público”.

Um dos aspectos mais discutidos sobre águas subterrâneas é a vulnerabilidade das obras de captação em relação às diversas fontes de poluição e contaminação, principalmente de origem antrópica. Dos poços mapeados grande parte apresentava alguma deficiência quanto aos aspectos construtivos e de proteção sanitária.

Os principais problemas construtivos observados, principalmente nos mais antigos, foram relacionados à locação, cimentação e a proteção superior e seus

respectivos abrigos. Segundo proprietário e trabalhadores locais, nem todos os poços apresentam a cimentação entre o tubo de revestimento e a parede de perfuração, cuja função principal é de isolar o revestimento tubular de modo a prevenir infiltrações verticais ao longo de sua superfície externa.

Mesmo com a fossa séptica esteja tecnicamente totalmente segura e oferecendo um tratamento de esgoto bem completo é fundamental que haja uma distância mínima entre a fossa e o poço. As normas que estão na literatura recomendam distância mínima entre poço e fontes de contaminação/poluição como lixões, fossas sépticas e currais. A NBR 7229 (ABNT 1993) recomenda uma distância mínima de quinze metros (15m) entre poço e fonte de contaminação.

O processo de uso e ocupação da área de estudo sem o devido planejamento influenciou na construção de poços com escassos metros de distância em relação às fossas sépticas e em lugares próximos de acumulação de lixos orgânicos, inorgânicos, em currais (Ver foto 39) e até mesmo de depósitos com resíduos de agrotóxicos ou fertilizantes químicos, (Ver fotos 40 e 41). Vale ressaltar, que, em várias situações, essas fontes de contaminação e poluição surgiram depois da construção dos poços.

Foto 39 – Chiqueiro de porco e curral situados próximos a poço tubular ativo



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 40 – Embalagens de agrotóxicos situados nas adjacências de poço tubular ativo



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2019

Foto 41 – Embalagens de agrotóxicos situados nas adjacências de cacimbão de alvenaria inativo



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2019

A construção de um poço tubular para extração de água subterrânea é complexa e deve ser executada por empresas especializadas e profissionais capacitados. Durante a obra, deve-se cuidar para que não haja aporte de material contaminante para o poço.

No processo de construção de poços tubulares, a instalação do selo sanitário, que consiste no isolamento de aquíferos superiores e/ou entradas de água ou de outro material indesejável, necessita de atenção especial. Segundo as normas NBR 12212/2006 (revisada pela NBR 12212:2017) e 12244 (2006), o processo de selamento consiste em:

Isolamento através do preenchimento do espaço anular entre a perfuração e a coluna de revestimento com cimento e/ou pellets de argila expansiva, ou outra técnica que evite a percolação de águas superiores pela parede externa do revestimento.

Ainda nesta norma, o selo sanitário é definido como:

Preenchimento do espaço anular entre a parede de perfuração e a coluna de revestimento, com espessura mínima de 75 mm, com a finalidade de preservar a qualidade das águas subterrâneas e de protegê-las contra contaminantes e infiltrações da superfície. Depende da geologia local, sendo aconselhável uma profundidade mínima de 12 m.

Tendo como base as normas citadas, no que concerne ao selo sanitário, não foi possível saber se os mesmos possuíam os selos, pois não se teve acesso ao laudo técnico de perfuração de cada poço. Quanto à laje de proteção e a tampa, a

norma NBR 12244/1992 afirma que deve ser construída uma laje de concreto envolvendo o tubo de revestimento com declividade do centro para a borda, com espessura mínima de 15 cm e área não inferior a 1,0 m².

A coluna de tubos deve ficar saliente no mínimo 50 cm sobre a laje para impedir o acúmulo de água ao redor do poço. No mapeamento in situ não foi obtido nenhum projeto técnico construtivo dos poços, em parte por desconfiança dos proprietários e em parte pelo motivo das empresas construtoras não entregarem os projetos. O não acesso aos projetos impossibilitou uma avaliação das condições técnicas que não são visíveis.

Percebe-se que os poços, em sua maioria, apresentam falhas técnicas como ausência de laje de proteção. Portanto, o critério necessário à construção da laje de proteção, conforme determinam as normas citadas, não foi comprovado em campo. Além da questão da laje de proteção, é importante ressaltar que prevalece os poços sem tampa ou com tampas inadequadas como saco de náilon, saco de pano e telha.

A falta de tampa nos poços se faz presente tanto nos que estão em uso como nos desativados e nos inutilizados. Isso mostra uma falta de consciência sobre a importância da conservação do aquífero contra a contaminação e poluição. Ver as fotos 42,43, 44 e 45.

Foto 42 – Poço tubular inativo sem laje de proteção e sem a presença de tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 43 – Poço tubular ativo com laje de proteção e tampado com saco nylon



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 44 – Poço tubular ativo sem laje de proteção e sem a presença tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 45 – Poço misto de Anel x PVC sem tampas



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Os poços escavados (cacimbas ou cacimbões) predominaram até o início da década de 1980, portanto, na época dos cata-ventos e dos gasogênios. A maioria está desativada, mas alguns estão em situação de atividade. Normalmente os cacimbões estão descobertos, deixando-os mais vulneráveis à poluição e contaminação. como visto nas fotos 46 e 47.

Foto 46 – Poço de alvenaria ativo tampado com madeira de carnaúba



Fonte; Flávio Pinheiro; Ano; 2020

Foto 47 – Poço de alvenaria ativo sem tampa de proteção



Fonte; Flávio Pinheiro; Ano; 2020

Para melhor proteção, o poço deve ser lacrado com chapa soldada e tampa vedante de acordo com a ABNT NBR-1290/1990. Apesar de dominar os poços sem tampa, também podem ser encontrados os com tampa. Ver fotos 48 A e B

Fotos 48 – A e B – Poços protegidos com tampas metálicas



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

5.9.1 Revestimento dos Poços

O revestimento é a tubulação do poço sem a presença de ranhuras, com o objetivo de sustentar as paredes dos litotipos. Também é empregado para impedir a drenagem de água superficial ou de água poluída de aquíferos, que possam contaminar o interior do poço.

As rochas sedimentares possuem baixa coesão possuindo, no geral, porosidade clástica primária e esta característica faz com que a água seja transmitida através da intercomunicação entre os espaços vazios ao longo de um gradiente hidráulico, (permeabilidade) e armazenada (porosidade)

. Os poços devem ser totalmente revestidos com tubos de revestimento e filtros, sendo que estes permitem a transmissão de água para dentro do poço. Quanto ao revestimento dos poços na área de estudo ver as tabelas 6 e 7:

Tabela 6 – Categorização dos revestimentos considerando todos os poços da área aluvionar

REVESTIMENTO	QUANTIDADE (N°)	%
Alvenaria (A)	286	35,05
Anel X PVC (B)	177	21,57
PVC (C)	154	18,87
Alvenaria X PVC (D)	127	15,56
Anel (E)	35	4,29
Manilha (F)	24	2,94
Alvenaria X Manilha De Cimento(G)	7	0,86
Alvenaria X Anel (H)	4	0,49
Alvenaria X Anel X PVC (I)	3	0,37
TOTAL	817	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Tabela 7 – Categorização do revestimento dos poços da área aluvionar com medidas de profundidade, nível estático e coluna d'água

REVESTIMENTO	QUANTIDADE (N°)	%
Alvenaria (A)	214	29,74
Anel X PVC (B)	173	24,05
PVC (C)	147	20,44
Alvenaria X PVC (D)	122	17
Anel (E)	26	3,61
Manilha (F)	23	3,2
Alvenaria X Manilha (G)	7	1
Alvenaria X Anel (H)	4	0,55
Alvenaria X Anel X PVC (I)	3	0,41
Total	719	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

5.9.2 Diâmetro dos Poços

O diâmetro do revestimento ou da perfuração do poço está intimamente associado a fatores como diâmetro de filtro escolhido (com maior ou menor porcentagem de área aberta) e diâmetro da bomba, que depende do volume de água a ser bombeado devendo, ainda, ser duas vezes o diâmetro nominal do corpo da bomba utilizada (para diminuir perdas por fricção e aumentar a eficiência da bomba).

A escolha do diâmetro adequado é importante porque afeta significativamente o custo da estrutura. O diâmetro do poço pode, ou não, ser o mesmo desde a superfície até o final do poço, influenciando na sua produção, mas não em razão constante e, inclusive, pode ser diminuído abaixo da câmara de bombeamento (CARDOSO, 2006).

O tratamento estatístico em relação aos dados de campo sobre os diâmetros de revestimento dos poços mostra que os poços tubulares possuem um desvio máximo de 0,3 m, mínimo de 0,10 m, média de 0,22 m e desvio padrão de 0,04m. Os cacimbões possuem, por sua vez, máximo de 4,80, mínimo 0.40m, média de 1,60 e desvio padrão de 0,72m. Os poços mistos, por possuírem duas medidas de diâmetro de revestimento, ou seja, o diâmetro externo (com a boca em superfície do terreno) e o mais interno; as medidas mais externas apresentam máximo de 4,45m, mínimo de 0,71m, média de 1,44m e desvio padrão de 0,45m; as medidas dos revestimentos internos apresentam máximo de 0,34m, mínimo de 0,10m, média de 0,24 m e desvio padrão de 0,04m.

5.9.3 Tipo de Sistema de Bombeamento

De acordo com o cadastro de poços, verificou-se que os sistemas de bombeamento dos tipos: cata-vento, bomba centrífuga e bomba submersa, que é o tipo ideal e de maior rendimento para poços de qualquer profundidade. O conjunto motor-bomba é instalado dentro do poço, submerso em alguns metros abaixo do nível dinâmico, funciona silenciosamente e requer pouquíssima manutenção quando bem especificado e corretamente instalado, mas requer a existência de energia elétrica trifásica. (Fotos 49 a 50)

Foto 49 – Cata-vento de estrutura metálica ativo



Foto 50 Cata-vento de madeira ativo



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Foto 51 – Bomba centrífuga



Foto 52 – Bomba submersa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

5.9.4 Profundidade dos poços

Os poços analisados são classificados quanto à profundidade segundo o Decreto Estadual Nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994, da Secretaria dos Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará (SRH), onde são divididos em poços profundos (profundidade superior a 50 m), mediamente profundos (20-50 m) e rasos (< 20 m). Seguindo esta classificação, 100% dos poços em estudo estão na categoria de rasos. Dos 719 poços analisados, 471 (65,51%) poços apresentam profundidades menores do que 10,00m; 9 (1,25%) poços apresentam profundidades de 10,00m e 239 (33,24%) poços apresentam profundidades maiores do que 10,00m. 717 (99,72%) dos poços, apresentam profundidades menores do que 20,00m, sendo, portanto, considerados rasos, e apenas 2 (0,28%) apresentam profundidades menores do que 20,00m, considerados, então, mediamente profundos.

As profundidades dos poços foram obtidas com medições diretas, com o uso de um cordão de nylon, com um ferro cilíndrico preso na extremidade do cordão graduado em metros e também com auxílio de uma trena para obtenção dos centímetros complementares, onde foi elaborada, a partir dos dados obtidos e classificado por classes, a tabela 8.

Tabela 8 – Profundidade dos poços, na área aluvionar, com a Presença d'água

CLASSES	QUANTIDADE (Nº)	%
1,55m ≤ Profundidade < 4,00m	36	5,02
4,00m ≤ Profundidade < 7,00m	193	26,84
7,00m ≤ Profundidade < 10,00m	242	33,66
10,00m ≤ Profundidade < 13,00m	182	25,31
13,00m ≤ profundidade < 16,00m	52	7,23
16,00m ≤ profundidade ≤ 21,40m	14	1,94
TOTAL	719	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

As profundidades com intervalo variando de maior que 7,00m até 10,00m predominam em 242 (33,66%) dos poços; já o intervalo variando de maior que 16,00m até 21,40m, abrange uma minoria, 14 (1,94%) dos poços. Ainda, no processamento estatístico, a somatória das medidas de profundidade é de 6273,59m, mediana de

8,50m, média de 8,72m, moda de 8,50m, desvio padrão de 3,23m, valor máximo de 21,40m e profundidade mínima de 1,55m.

5.9.5 Nível Estático (NE)

O nível estático é a medida da distância do nível de água subterrânea à superfície, sem interferência dos efeitos de bombeamento. Em anos de secas podem ter rebaixamento e, diante dessa situação o proprietário pode aprofundar o poço; essa situação é comum principalmente nos cacimbões em aquífero freáticos. Não deve ser confundido com o nível dinâmico em que a profundidade do nível dinâmico, fixada em função da vazão de exploração. O nível estático é medido a partir da cota local do terreno e não a partir da boca do poço, como está erroneamente posto em alguns manuais oficiais. A partir dos dados de nível estático obtidos *in situ* foi feita a tabela 9:

Tabela 9 – Nível Estático (NE)

CLASSES	QUANTIDADE (N°)	%
$0,05\text{m} \leq \text{NE} \leq 2,00\text{m}$	66	9,10
$2,00\text{m} < \text{NE} \leq 4,00\text{m}$	290	40,33
$4,00\text{m} < \text{NE} \leq 6,00\text{m}$	258	35,90
$6,00\text{m} < \text{NE} \leq 8,00\text{m}$	91	12,70
$8,00\text{m} < \text{NE} \leq 14,13\text{m}$	14	1,97
TOTAL	719	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Dos 719 poços analisados, percebe-se que os níveis estáticos com intervalo variando de maior que 2,00m até 4,00m predominam em 290 (40,33%) dos poços; já o intervalo variando de maior 8,00m até 14,30m, abrange uma minoria, 14 (1,97%) dos poços. 710 (98,75%) poços apresentam Níveis Estáticos (NE) menores do que 10,00m, com apenas 9 (1,25%) com Níveis Estáticos (NE) acima de 10,00m. Desta forma, o nível estático das águas subterrâneas da área pode ser considerado como freático, ou seja, raso (inferior a 15,0 m), segundo Cavalcante (1998). Ainda no que concerne ao processamento estatístico do nível estático, apresenta mediana de 4,05m, uma média de 4,30m, uma moda de 4,00m, um desvio padrão de 1,89m, um valor máximo de 14,30m e um valor mínimo de 0,05m.

5.9.6 Coluna d'Água

A Coluna d'água e o nível estático (NE) estão relacionados; a diminuição da coluna d'água implica no aumento deste. A coluna d'água tem ligação com diversos fatores como a fonte primária de recarga natural, condições climáticas como precipitação, não se podendo desconsiderar, também, a possível influência de rios lagos e até mesmo reservatórios artificiais. A coluna d'água, constituída pela zona saturada, tem ligação com diversos fatores como a fonte primária de recarga natural é influenciada pelas condições climáticas como precipitação, não se podendo desconsiderar a possível influência de rios lagos e até mesmo reservatórios artificiais. O volume e a velocidade de infiltração são dependentes de fatores constituição dos sedimentos ou da litologia, cobertura vegetal, topografia e clima. Sobre a sistematização das colunas d'água por classes, ver tabela 10:

Tabela 10 – Colunas d'água

CLASSES	QUANTIDADE (N°)	%
0,15m ≤ COLUNA D'ÁGUA ≤ 2,00m	143	19,90
2,00m < COLUNA D'ÁGUA ≤ 4,00m	175	24,30
4,00m < COLUNA D'ÁGUA ≤ 6,00m	234	31,20
6,0m < COLUNA D'ÁGUA ≤ 8,00m	129	17,90
8,0m < COLUNA D'ÁGUA ≤ 13,00m	48	6,70
Total	719	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Dos 719 poços analisados, percebe-se que as colunas d'água com intervalo variando de maior 4,00m até 6,00m predominam em 234 (31,20%) poços; já o intervalo variando de maior 6,00m até 8,00m, abrange uma minoria, 48 (6,70%), dos poços. Ainda, no processamento estatístico, os dados de colunas d'água apresentam soma de 3197,71m, mediana de 4,60m, média de 4,45m, moda de 5,00m, desvio padrão de 2,33m, valor máximo de 13,00m e mínimo de 0,15m.

5.9.7 Situação atual dos poços

Dos 827 poços mapeados, 1,10% se encontram em Domínio Cristalino, sendo, portanto, 98,9% situados na área aluvionar estudada. 98,55% são particulares,

08 (0,97%) foram identificados como de uso comunitário, 04 (0,48%) foram identificados como de controle do poder público. Sobre a situação atual dos poços foi feita uma sistematização considerando as categorias de poços ativos, inativos e inutilizados. Poço ativo é aquele que está em plena atividade, sendo explotado com finalidade doméstica ou econômica. A explotação pode ser feita com o uso de motores elétricos, motores a diesel ou, até mesmo, cata-vento, voltada para diversas atividades como consumo doméstico, agropecuária e carcinicultura. Acerca dos poços ativos na área estudada ver as fotos 53, 54, 55 e 56:

Foto 53 – Poço tubular ativo tampado com saco nylon



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 54 – Poço Misto Anel x PVC ativo sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 55 – Poço cacimbão de alvenaria ativo sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 56 – Poço tubular de manilha ativo sem tampa situado numa casa de proteção



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Poço inativo é aquele que está em boas condições, mas temporariamente está desativado por algum motivo de defeito de bomba, cano quebrado etc. É importante lembrar que quando a quadra chuvosa é consistente, é comum os agricultores desativarem o sistema de captação para diminuir os gastos com energia e para evitar o furto de bombas, fato comum na região. A inatividade é, em geral, uma situação temporária, geralmente relacionada ao período de “entre safra”, período de quadra chuvosa, quando o sistema é desativado, descanso do solo, incapacidade de investimento do produtor dentre outros motivos. Ver fotos 57, 58, 59 e 60:

Foto 57 – Poço tubular inativo de PVC com tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Foto 58 – Poço misto Alvenaria x PVC inativo sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano; 2020

Foto 59 – Poço cacimbão de alvenaria inativo sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2019

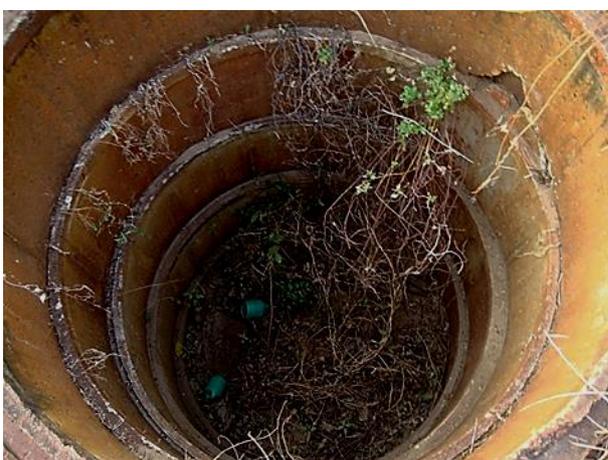
Foto 60 – Poço tubular de manilha inativo sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2019

Poço inutilizado é aquele que foi abandonado, encontrando-se em estágio de deterioração e assoreamento. Essa situação acontece, em sua maioria, com os cacimbões. A inutilidade dos poços está relacionada ao assoreamento parcial ou total, e, até mesmo, a situação de deterioração de toda estrutura; a maioria desses poços inutilizados encontra-se sem nenhuma tampa de proteção, expostos à poluição, contaminação e acidentes com animais. Ver fotos 61 e 62:

Foto 61 – Cacimbão de anel assoreado sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2019

Foto 62 – Cacimbão de alvenaria assoreado sem tampa



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2019

5.9.8 Finalidade dos poços

Até o início da década de 1980, ainda com o uso de cata ventos, gasogênios e o início da captação por sistema elétrico a finalidade dos pequenos produtores era irrigar os pomares, garantindo o abastecimento com qualidade alimentar das famílias e para abastecer o mercado local.

A maior produção, principalmente a bananicultura, era escoada para abastecer Fortaleza, a partir do mercado São Sebastião e do Centro Econômico de Abastecimento Sociedade Anônima - CEASA. O escoamento da produção para Fortaleza era feito por intermediários. Quanto à finalidade dos poços, conforme as informações obtidas para essa pesquisa, observar a tabela 11:

Tabela 11 – Categorização dos poços conforme as finalidades

FINALIDADE DOS POÇOS	QUANTIDADE (N°)	%
Agropecuária (A)	382	46,25
Agricultura (B)	268	32,45
Sem Uso (C)	60	4,84
Carcinicultura (D)	40	7,26
Agricultura e Uso Doméstico (E)	21	2,54
Pecuária (F)	13	1,57
Agropecuária e Carcinicultura (G)	9	1,09
Uso Doméstico (H)	8	0,97
Agropecuária e Uso Doméstico (I)	8	0,97
Pecuária e Carcinicultura (J)	6	0,73
Agricultura e Carcinicultura (K)	5	0,60
Pecuária e Consumo Doméstico (L)	3	0,36
Abastecimento Público (M)	2	0,24
Agricultura e Lazer (N)	1	0,13
Total	826	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2020

Percebe-se que a maioria (46,25%) tem como finalidade a agropecuária e uma minoria (1 poço) tem uso duplo de agricultura e lazer. Essa finalidade para o lazer já foi bem maior, principalmente em poços situados próximos às residências, com a água sendo bombeada para tanques usados como piscinas.

Os tanques desativados, em geral devido a mudança de moradia dos proprietários, não foram considerados. É importante destacar também, que tem acontecido um fenômeno intenso de mudança da finalidade das águas de superfície e dos poços para a carcinicultura, o que merece uma pesquisa posterior sobre os impactos ambientais, em essencial nos aspectos quantitativos e qualitativos dessas águas, assim como as consequências socioeconômicas.

A partir da metade da década de 1980, mesmo com o desenvolvimento tecnológico de captação de água, com a inserção de máquinas como tratores, adubos químicos e agrotóxicos, e uma mudança de mentalidade para o consumismo, principalmente de alimentos processados, os pomares foram desaparecendo, o êxodo rural foi se intensificando. Hoje, é marcante o fenômeno de propriedades sem pomares

e, até mesmo, sem nenhuma ou quase nenhuma produção agropecuária, ou que é marcado pela presença de casas abandonadas.

Com a diminuição significativa da pequena produção, a atividade agropecuária na área aluvionar está dominada por alguns grandes produtores, principalmente com atividade de bananicultura, para além do mercado municipal e até mesmo regional. Tem crescido, também, principalmente a partir de 2018, a carnicultura na área aluvionar do município, restringindo ainda mais a produção de alimento local e com possíveis consequências ambientais negativas para o rio Jaguaribe, para as lagoas, para as águas subterrâneas e para o solo.

5.10 Os sistemas técnicos na interface da discussão acerca de tecnologia

O desenvolvimento das forças produtivas deveria estar a serviço da humanidade promovendo o seu bem-estar físico, psicológico, social; deveria favorecer relações sustentáveis com os diversos ambientes e possibilitar o tempo para a capacidade criativa das pessoas. Contudo, como denuncia Karl Marx na *Miséria da Filosofia* e em *O Capital*, na formação social vigente as técnicas e seus instrumentos acabam se tornando em mecanismos de formatação e de dominação social para (re)produção do sistema. O capital sempre busca obter, através da adoção de tecnologias, o aumento da produção, o controle sobre a produção e sobre os trabalhadores. Sobre isso, Harvey (1994, p.117-118) diz:

Há duas amplas áreas de dificuldade num sistema econômico capitalista que têm de ser negociadas com sucesso para que esse sistema permaneça viável. A primeira advém das qualidades anárquicas dos mercados de fixação de preços, e a segunda deriva da necessidade de exercer suficiente controle sobre o emprego da força de trabalho para garantir a edição do valor de produção e, portanto, lucros positivos para o maior número possível de capitalistas.

Essas formas de controle fazem parte da lógica da modernização tecnológica capitalista atrelada à organização da produção e do trabalho para produção de mercadoria. Não se trata aqui, no entanto, de ser contra o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e sim de questionar e de ter posição ao modelo do progresso capitalista, determinado por um modo de produção fundado na produção de valor, na expropriação do trabalho, na dominação e exploração insustentável dos diversos ambientes como a poluição e contaminação das águas e poluição, contaminação e

processo de desertificação dos solos, na contradição de geração de abundância para uma minoria e escassez para muitos, no consumismo, na futilidade. Tudo isso para dar sustentação a (re)produção do sistema reprodutor de mercadorias. Sobre isso, Marx (2019, p.573-574) afirma que:

Todo o progresso da agricultura capitalista é um progresso na arte de saquear não só o trabalhador, mas também o solo, pois cada progresso alcançado no aumento da fertilidade do solo por certo período é, ao mesmo tempo, um progresso no esgotamento das fontes duradouras dessa fertilidade [...] Por isso, a produção capitalista só desenvolve a técnica e a combinação do processo de produção social na medida em que solapa os mananciais de toda a riqueza: a terra e o trabalhador.

No que concerne ao espaço estudado, percebe-se que houve uma evolução quantiquantitativa no sentido tecnológico, econômico e social. Contudo esse processo evolutivo se dá numa involução, no sentido de que foi restrito à lógica do produtivismo, com a produção priorizada para o mercado, na geração de “mais valor” e não prioritariamente para as necessidades de satisfação alimentar de qualidade das famílias produtoras. Esse produtivismo a partir do desenvolvimento das forças produtivas demanda também a produção de novo consumo. Sobre isso, Marx (2019a, p.332-333):

Naturalmente, toda produção direcionada ao valor de uso imediato reduz tanto o número dos trocadores quanto a soma dos valores de troca que são lançados na circulação e, sobretudo, a produção de valores excedentes. Daí a tendência do capital: 1) de ampliar continuamente a periferia da circulação; 2) de transformá-la em todos os pontos em produção executada pelo capital. Por outro lado, a produção de valor excedente relativo, isto é, a produção de valor excedente fundada no aumento e no desenvolvimento de forças produtivas, requer a produção de novo consumo; requer que o círculo de consumo no interior da circulação se amplie tanto quanto antes se ampliou o círculo produtivo. Primeiro, a ampliação quantitativa do consumo existente. Segundo, a criação de novas necessidades pela propagação das existentes em um círculo mais amplo; terceiro, produção de novas necessidades e descoberta e criação de novos valores de uso.

Esse produtivismo potencializado pelo desenvolvimento das forças produtivas e pela criação de novas necessidades de consumo na lógica da modernização capitalista ocorre sob forma de exploração destrutiva da terra com seus bens como a água subterrânea, além do homem se ser explorado por outros homens e de sua própria torpeza. Engels (2020) denuncia a unilateralidade do progresso no decurso da modernização capitalista, excluindo a evolução em múltiplas direções.

A tecnológica deve ser discutida levando em conta a conjuntura da formação social vigente como sua dinâmica de reestruturação produtiva. Como destaca Corrêa

(2002, p.313), a partir de Habermas (1975): “Na técnica, enquanto resultado histórico-social, é projetado aquilo que a sociedade e os interesses que a dominam tencionam fazer com o homem e as coisas”. Assim, a historicidade tecnológica no vale jaguaribano deve ser pensada no contexto da dinâmica de reestruturação produtiva, conforme o interesse do capital, considerando não só os aspectos socioeconômicos, mas também culturais com mudanças de mentalidade, de costumes, de hábitos. Essa modernização não é só nos procedimentos técnico e nos instrumentais, mas envolve, também, mudanças de mentalidades, de comportamentos e de atitudes.

A evolução dos sistemas técnicos de captação de água subterrânea na área aluvionar estudada, muito embora tenha favorecido numa maior produtividade, ela foi acompanhada pela racionalidade da lógica de mercado, gerando endividamento dos agropecuaristas, principalmente dos menos capitalizados, perda da qualidade alimentar com a eliminação dos pomares, êxodo rural, processo de desertificação do solo, concentrações de resíduos químicos nos ambientes como nas águas subterrâneas e até mesmo envenenamento de trabalhadores por agrotóxicos, conforme depoimentos.

É notável o processo de esvaziamento da zona rural, manifestado pela grande quantidade de casas abandonadas, pela eliminação dos pomares e pelas vendas de propriedades, havendo, portanto, um processo de concentração fundiária no município que merece ser estudado.

6 HIDROQUÍMICA

Sabe-se que a geoquímica depende de fatores como composição química da rocha ou sedimentos, porosidade, temperatura, pH etc. Desta forma, quando considerados exclusivamente os processos naturais, os principais constituintes presentes nas águas resultam de processos físicos e químicos de intemperismo de rochas, de lixiviação do solo e, até mesmo, de contribuição atmosférica.

A composição física e química das águas subterrâneas, consoante Drever (1997), reflete a mobilidade e solubilidade dos elementos envolvidos no processo de intemperismo. As águas subterrâneas naturais, como consequência de sua composição química bem como das condições do meio onde se encontram, apresentam uma série de propriedades ou características físicas e químicas como cor, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, concentração de íons, que variam de acordo com o espaço e o tempo (RAVE, 2009).

A hidroquímica fornece informações sobre a distribuição dos elementos e sua evolução espacial e temporal em sistemas hídricos a partir de análises das principais variáveis físico-químicas. Os resultados são a expressão dos processos químicos, físicos e biológicos que regem o meio aquático e ajudam a caracterizar os aquíferos e definir seus problemas ambientais e planos de remediação (RIQUELME, 2009).

A água dos mananciais superficiais e subterrâneos entra em contato com os litotipos e com o solo. Portanto, as águas naturais nunca são puras, pois contêm substâncias dissolvidas e materiais particulados em suspensão. Lenzi *et al.*, (2012), classificam as impurezas da água em substâncias dissolvidas como sais ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, NaCl etc.), outros minerais, compostos orgânicos e gases; substâncias no estado coloidal: bactérias, vírus, matéria orgânica (de origem vegetal, excrementos de animais etc.), sílica, argila, óxidos; materiais particulados em suspensão: algas e protozoário, areia, silte e argila, resíduos industriais e domésticos.

O estudo hidroquímico tem por finalidade identificar e qualificar as principais propriedades e constituintes das águas superficiais e subterrâneas, procurando estabelecer uma relação com o meio físico. Especificamente, as águas subterrâneas têm suas características influenciadas pelas rochas e/ou sedimentos onde estão inseridas e percolam, assim como por atividades antrópicas como

agropecuária e indústria. A influência antrópica na qualidade da água subterrânea ocorre principalmente quando os aquíferos são livres.

A água que infiltra no reservatório subterrâneo, ao lixiviar os solos e as rochas, se enriquece em sais minerais em solução, provenientes da dissolução dos seus minerais. Estas reações são favorecidas pelas baixas velocidades de circulação hídrica, maiores pressões e temperaturas a que estão submetidas e pela facilidade de dissolver CO_2 ao percolar o solo não saturado. Por essas razões, as águas subterrâneas, em geral, têm concentrações de sais superiores às das águas continentais superficiais.

Constituintes iônicos maiores estão presentes nas águas subterrâneas e a sua soma representa a quase totalidade dos íons presentes. No grupo dos cátions destacam-se sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}) e dentre os ânions têm-se os cloretos (Cl^-), os sulfatos (SO_4^-) e os bicarbonatos (HCO_3^-).

Os constituintes iônicos menores são inúmeros e em concentrações inferiores a 1% em relação aos principais, porém alguns são frequentemente encontrados nas águas subterrâneas, como ferro, manganês, alumínio, sílica etc., enquanto outros (os traços) são raros e estão presentes em quantidades dificilmente mensuráveis por meios químicos usuais, mas, nem por isso, deixam de ser importantes para a potabilidade da água. Inúmeras vezes são detectados em níveis de ppb (parte por bilhão) ou ppt (parte por trilhão).

Para caracterização das águas subterrâneas da área pesquisada foram analisadas trinta (30) amostras que foram coletadas em ambas as margens da área aluvionar, numa espacialização que representasse todo o contexto aluvionar estudado. As análises físico-químicas e bacteriológicas foram feitas Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, setor Geoquímica Ambiental, do Departamento de Geologia da UFC, em concordância com Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) que dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Também como base de referência analógica é considerada, também, a resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008 que também “*dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências*”.

6.1 Balanço Iônico e Coeficientes de Erro

Para o cálculo do balanço iônico e do coeficiente de erro das análises hidroquímicas utilizou-se o método de Logan (1965). Segundo este autor o erro prático é calculado pela equação 5:

$$\text{Erro prático - } E_p (\%) = \frac{|(r\bar{\Sigma}n - r\bar{\Sigma}p)|}{(r\bar{\Sigma}p + r\bar{\Sigma}n)} \times 100, \quad \text{EQUAÇÃO 5}$$

Onde:

$r\bar{\Sigma}n$: concentração total de ânions em meq/L;

$r\bar{\Sigma}p$: concentração total de cátions em meq/L;

O erro teórico, conforme Aguiar (1999), tendo como referência Logan (1965), é o erro prático máximo permitido levando em consideração a somatória de ânions ou cátions de acordo com a relação apresentada no quadro 7:

Quadro 7 – Erro teórico tendo como referência o erro prático máximo considerado os ânions ou os cátions

Σ Ânions ou Σ Cátions (meq/L)	< 1	1	2	6	10	30	> 30
Erro Percentual	15	10	6	4	3	2	1

Fonte: Logan (1965)

O erro teórico também foi definido por Custódio & Lamas (1983) como sendo o erro prático máximo permitido, levando-se em conta os valores da condutividade elétrica conforme ressalta o quadro 13:

Quadro 8 – Erro teórico tendo como referência o erro prático máximo considerado os valores da condutividade elétrica

Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$)	50	200	500	2000	> 2000
Erro Percentual (%)	30	10	8	4	< 4

Fonte: Custódio & Lamas (1983)

Estudiosos como Shoeller (1962) defendem que o erro do balanço iônico não deve ser superior a 5% para que a análise seja aceita como correta. Das amostras analisadas, foi feito o quadro 9, considerando a base teórica sobre os coeficientes de erro.

Quadro 9 – Balanço iônico das amostras analisadas

AMOSTRAS	Σ CÁTIONS (meq/L)	Σ CÁTIONS (meq/L)	E.I (Qualigraf) (%)	E.I (Calculado Pelo Autor) (%)
P36	4,063	3,9454	1,47	1,45
P120	4,6947	4,5845	1,19	1,17
P175	5,0476	4,7841	2,68	2,66
P262	4,9711	4,7885	1,87	1,85
P280	10,8259	11,4135	2,64	2,64
P378	4,0305	3,7684	3,36	3,34
P445	4,6433	4,4561	2,06	2,04
P484	4,7884	4,3703	4,56	4,66
P516	6,0014	5,4541	4,78	4,76
P540	4,39	3,8887	6,05	6,03
P567	11,4712	13,3113	7,43	7,43
P599	15,3999	14,963	1,44	1,43
P614	10,3427	10,7663	2,01	1,86
P650	6,2209	6,131	0,73	0,71
P681	9,8214	9,6412	0,93	0,92
P696	3,1591	3,4913	4,99	5,02
P705	13,962	13,6449	1,15	1,13
P706	6,8439	6,3826	3,49	3,48
P709	9,7227	9,8224	0,51	0,30
P718	3,1841	2,8778	5,05	5,02
P780	23,2682	22,423	1,85	1,84
P783	11,555	11,7125	0,68	0,69
P784	9,2219	9,3193	0,53	0,53
P793	5,1836	5,2116	0,27	0,29
P796	16,7961	16,0965	2,13	2,12
P799	12,6102	12,1474	1,87	1,86
P804	28,5111	26,957	2,8	2,80
P815	28,4569	28,8337	0,66	0,67
P818	25,9439	26,9139	1,84	1,85
P822	28,3586	29,576	2,1	2,11

Fonte: Flavio Pinheiro; Ano: 2021

Nesta pesquisa os erros foram inferiores a 5%, portanto, as análises são aceitas como corretas, de acordo com Shoeller (*op cit*). Apenas em duas amostras o erro foi maior que 5, mas, mesmo assim, inferior, ao erro geralmente aceito em trabalhos técnicos, que é 10%

6.2 Parâmetros Físico-químicos Analisados

Além dos cátions e ânions maiores como sódio (Na^+), o potássio (K^+), o cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), cloreto (Cl^-), sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), bicarbonato (HCO_3^-), quais são fundamentais no cálculo do balanço iônico, foram determinados, também, potencial hidrogeniônico (PH), sólidos totais Dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), além de sílica (SiO_2), dureza, dureza total, alcalinidade, alcalinidade em bicarbonato, alcalinidade total (CaCO_3), a série do nitrogênio: (NH_3), nitrito (HNO_2), nitrato (NO_3^-), nitrogênio amoniacal total ($\text{N} - \text{NH}_3$); fluoreto (F^{-1}), ferro total (Fe), turbidez (UNT), alumínio (Al^{+3}), fosfato reativo (PO_4^-).

6.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

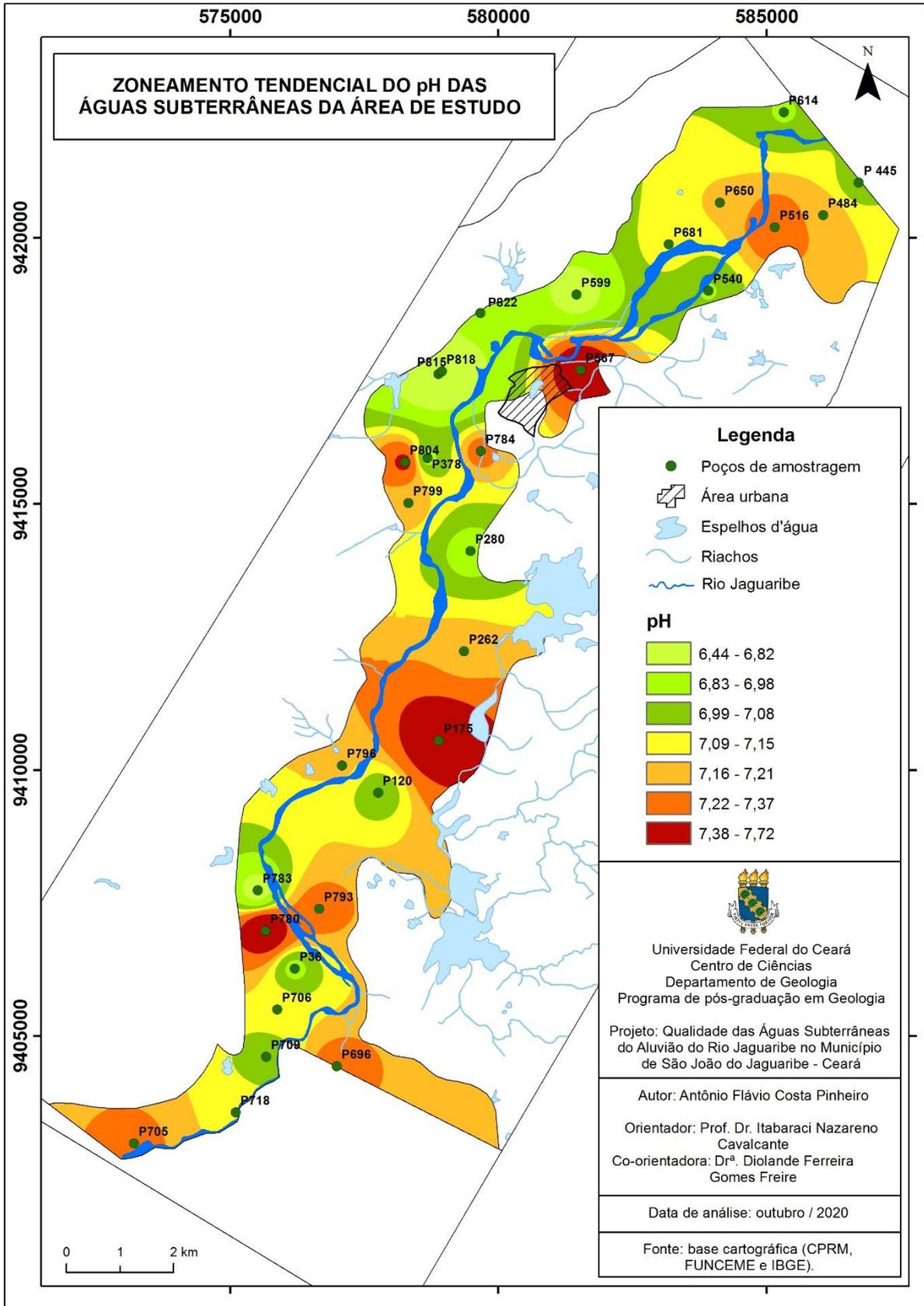
Na água quimicamente pura os íons de H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Assim, o critério de classificação do pH da água é realizado da seguinte maneira: pH varia de 1 a 14, sendo neutro com valor 7, ácido quando inferior a 7 e alcalino, ou básico, com valores superiores a 7.

A acidez ativa da água pode ter diversas origens tais como ácidos fortes solúveis, ácidos orgânicos provenientes da decomposição incompleta de matéria orgânica, substâncias minerais que compõem o solo, como Al^{+3} , argilas e outras. A interferência antrópica pode alterar o pH da água. Por exemplo, as aplicações de adubos nitrogenados e sulfatados podem dar origem a ácidos fortes no solo e estes serem lixiviados até os corpos de água superficiais e subterrâneos.

O pH das águas subterrâneas, conforme Esteves (2011) varia, predominantemente, de 5,5 a 8,5, com valor médio de campo de 6,7, observando que se encontra na faixa das águas pouco ácidas e dentro dos padrões recomendados pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 que recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

A água pura apresenta um pH neutro. Contudo, a água da chuva é ligeiramente ácida (pH em torno de 5,5). Essa acidez pode ser maior, dependendo das condições de poluição na atmosfera. Assim, as chuvas podem influenciar numa maior acidez das águas de recarga determinando na diminuição do pH das águas subterrâneas. A partir dos dados de laboratório foi feito o mapa 8:

Mapa 8 – Zoneamento do Potencial Hidrogeniônico na área estudada



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Com o tratamento estatístico dos dados obtém-se máximo de 7,72; mínimo de 6,44; média de 7,11; moda de 6,94, variância de 0,087 e desvio padrão de 0,29. Das 30 amostras analisadas, 17 (56,67%) são básicas, 10 (43, 33%) 3 (10,00%) apresentam pH neutro. Percebe-se que a maioria (56,67%) das águas analisadas apresentam pH básico e uma minoria (10%) com pH neutro, sendo que as amostras P540 (com pH 6,98) e P614 (com pH 6,98) poderiam ser consideradas enquadradas, por arredondamento, águas com pH neutro.

Na área pesquisada as medidas de pH foram realizadas em outubro de 2020, e, portanto, no decorrer do período seco. É importante considerar, ainda, que o ano de 2020 apresentou, consoante FUNCEME (2021), uma pluviosidade acumulada 751,90 mm, tida como razoável para o semiárido, sendo, portanto, considerado um ano chuvoso. Como o município não apresenta poluição atmosférica significativa, a acidez de parte das águas analisadas pode ter uma certa influência da pluviosidade. Contudo, essa explicação não pode ser tão determinante diante do contexto de clima semiárido.

As águas ácidas podem ser explicadas pela influência da decomposição incompleta de matéria orgânica e, em consequência da produção agropecuária, principalmente agricultura como banana, feijão, milho, capim elefante, sorgo etc. Destacam-se também, nas adjacências do rio Jaguaribe as culturas de vazante.

A matéria orgânica associada com a umidade favorece a geração de ácidos húmicos. A constituição areno-argilosa da aluvião também deve ser considerada, visto que favorece a migração de líquidos ácidos às águas subterrâneas. Deve-se destacar, ainda, que componentes minerais, tais como argila influenciam numa maior acidez. Consoante Gomes *et al.* (2016, p. 66) advogam que:

A principal razão dos valores de pH da água serem inferiores a 6 é a quantidade significativa de minerais de argila que dissolve e libera sílica e alumínio anormalmente alta para a água. Valores mais elevados de pH geralmente se encontram em águas com predominância dos íons Na^+ e Ca^{++} ou em águas ricas em bicarbonatos; as águas poluídas geralmente são mais ácidas.

O pH básico pode estar relacionado a uma menor concentração de CO_2 . É importante destacar, também, que os terrenos onde estão localizados estes pontos apresentam pequena atividade agrícola, o que significa uma menor geração de produção orgânica desfavorecendo a acidez.

A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) estabelece pH de 6 a 9,5 como valores de referência. Já na Resolução CONAMA 396/2008 nada consta. Assim, todos os pontos apresentam valores de pH dentro dos limites de referência.

6.2.2 Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os Sólidos Totais Dissolvidos, conforme Santos & Quesado Jr. (2008), representam o peso total dos constituintes minerais (iônicos) presentes na água, por unidade de volume, mostrando a concentração de todo o material dissolvido na água, seja ele volátil ou não. Feitosa *et al.* (2008, p.333) reforça que:

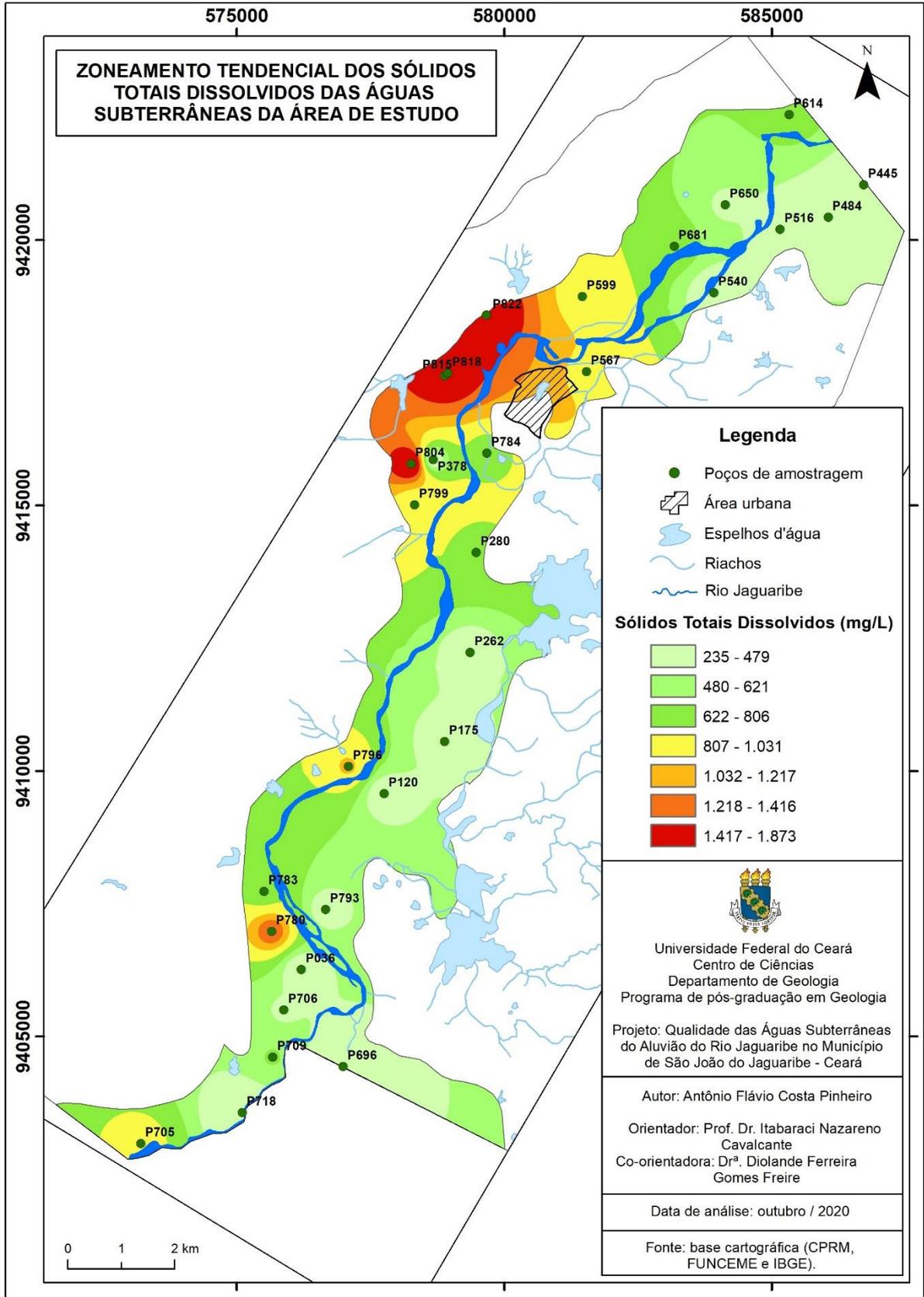
Sólidos Totais dissolvidos são o peso total dos constituintes minerais presentes na água por unidade de volume. Representa a concentração de todo o material dissolvido na água, seja ou não volátil. Comumente, o valor dos sólidos totais dissolvidos é superior ao valor do resíduo seco, em função do HCO_3^- , que em altas temperaturas ($> 100^\circ\text{C}$) se decompõe como CO_3^{2-} e CO_2 que se volatiliza e evapora da amostra [...] O valor de STD nas águas doces varia de 50 a 1500 mg/L; nos mares, em torno de 35.000 mg/L, podendo atingir 300.000 mg/L em salmouras.

Assim, os Sólidos Totais Dissolvidos (STD), abrangem as substâncias dissociadas e não dissociadas, mas não materiais em suspensão, coloides ou gases dissolvidos. Foram analisadas, em laboratório, O STD das águas de 30 poços.

No tratamento estatístico, a partir dos dados laboratoriais, tem-se o valor máximo de 1873 mg/L, mínimo de 235 mg/L, média de 739,03 mg/L, mediana de 647,5 mg/L e um desvio padrão de 490,70 mg/L.

As amostras com maiores concentrações de STD são P804 (1873 mg/L), P822 (1828 mg/L), P815 (1684 mg/L), P818 (1570 mg/L), P780 (1405 mg/L). A partir dos dados obtidos, constata-se que os pontos com maiores concentrações de STD estão na região da margem esquerda da aluvião, nas proximidades da mancha urbana. Pode ter influência da convergência de resíduos de atividades de carcinicultura, de resíduos urbanos e de resíduos de adubação química nas atividades agrícolas. Com os dados de laboratório foi feito o mapa 9:

Mapa 9 – Zoneamento Tendencial de STD



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

É pouco provável que a maior concentração de STD na região destacada seja por influência dos litotipos da suíte granítica milonitizada Serra do Deserto nos terrenos adjacentes adjacências, já que os poços são freáticos (pouco profundos), situados na área aluvionar. É mais provável que os maiores valores estejam relacionados à dinâmica de fluxo de água, que favorece uma maior migração de STD que converge para essa região da aluvião. É preciso considerar, ainda, a influência da ausência pluviométrica, já que a coleta foi realizada no final de setembro.

Além dessas possibilidades que não são excludentes, é válido ressaltar que estes poços são utilizados para a irrigação. Portanto, estão localizados em áreas irrigadas com diversos produtos químicos, podendo ter sido utilizados fertilizantes agrícolas que se infiltram para o subsolo e passam a fazer parte da composição das águas subterrâneas locais, aumentando a deposição de sais nessas águas. Vale destacar, ainda, o risco de salinização desse solo aluvionar devido a irrigação com água desses poços, caso o solo não possua um bom sistema de drenagem.

A condutividade hidráulica, que é influenciada pela porosidade, estrutura e granulometria do pacote de sedimentos ou da litologia, consoante Gaspar (2006) e Lousada (2005), é a capacidade que o solo possui de permitir o escoamento de água entre os seus espaços vazios.

Sabe-se que a porosidade é expressa pela porcentagem do volume de vazios em relação ao volume total, depende do tamanho e das formas dos minerais, assim como da compactação e cimentação. Assim, em função de sua composição mineralógica, os argilominerais possuem menor condutividade hidráulica em relação aos solos de composição arenosa e/ou cascalhosa.

O processo de salinização do solo, consoante Holanda *et al.* (2007) deve ser explicado por um conjunto de fatores como escassez pluviométrica, o que é comum no contexto climático árido e semiárido, baixa atividade bioclimática, mal uso da água com técnicas inadequadas de irrigação, uso de fertilizantes químicos ricos em sais como potássio.

Daí a importância do uso de técnicas de irrigação sustentáveis, que levem em conta as condições de saturação e de fluxo hídrico horizontal e vertical, além de processo de adubagem que não favoreça essa salinização, sendo que a salinização desse solo afeta também as águas subterrâneas pelo dinâmica de lixiviação.

O programa *Qualigraf*, versão Beta, Möbus (2007) apresenta a seguinte classificação com base no STD estimado para as águas subterrâneas conforme destaca o quadro 10:

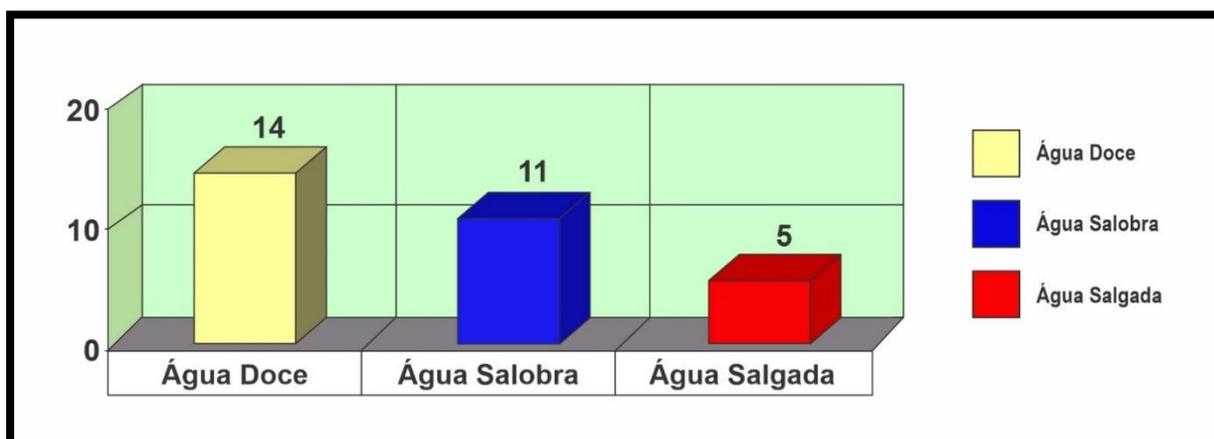
Quadro 10 – Classificação das águas subterrâneas com base no STD

Tipo De Água	STD (mg/L)
Doce	0 - 500
Salobra	501 – 1500
Salgada	>1500

Fonte: Mobus, 2007

Com o processamento dos dados de laboratório o programa *Qualigraf* produziu o gráfico 08:

Gráfico 8 – Tipos de água com dados processados pelo programa *Qualigraf*



Fonte: Flávio Pinheiro, a partir de Mobus, 2007

A partir dessa representação gráfica e da classificação dos tipos de água conforme programa *Qualigraf* 2018, constata-se que 14 (46,67%) das amostras são águas do tipo doce, 11 (36,67%) são do tipo salobra e 4 (16,66%) são do tipo salgada.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA nº 396/2008, estabelecem 1000 mg/L como Valor de Referência. 7 amostras (23,33%) são águas com STD . 1000 mg/L e 23 amostras (76,67%) apresentam STD ≤ 1000, portanto uma quantificação acima ao que é estabelecido pela portaria de 2017 do MS.

6.2.3 Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade elétrica, consoante Santos (2008) é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica, apresentando relação direta com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Ela aumenta proporcionalmente com o aumento da quantidade de íons dissolvidos e da elevação da temperatura na qual a medida é realizada.

Consoante Mestrinho (2013), é influenciada pelo tipo de concentração, valência e mobilidade da espécie iônica e temperatura. Os valores encontrados para água doce estão compreendidos entre 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e para água do mar entre 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 50.0000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Lima *et al.* (2014, p.282) reforçam que:

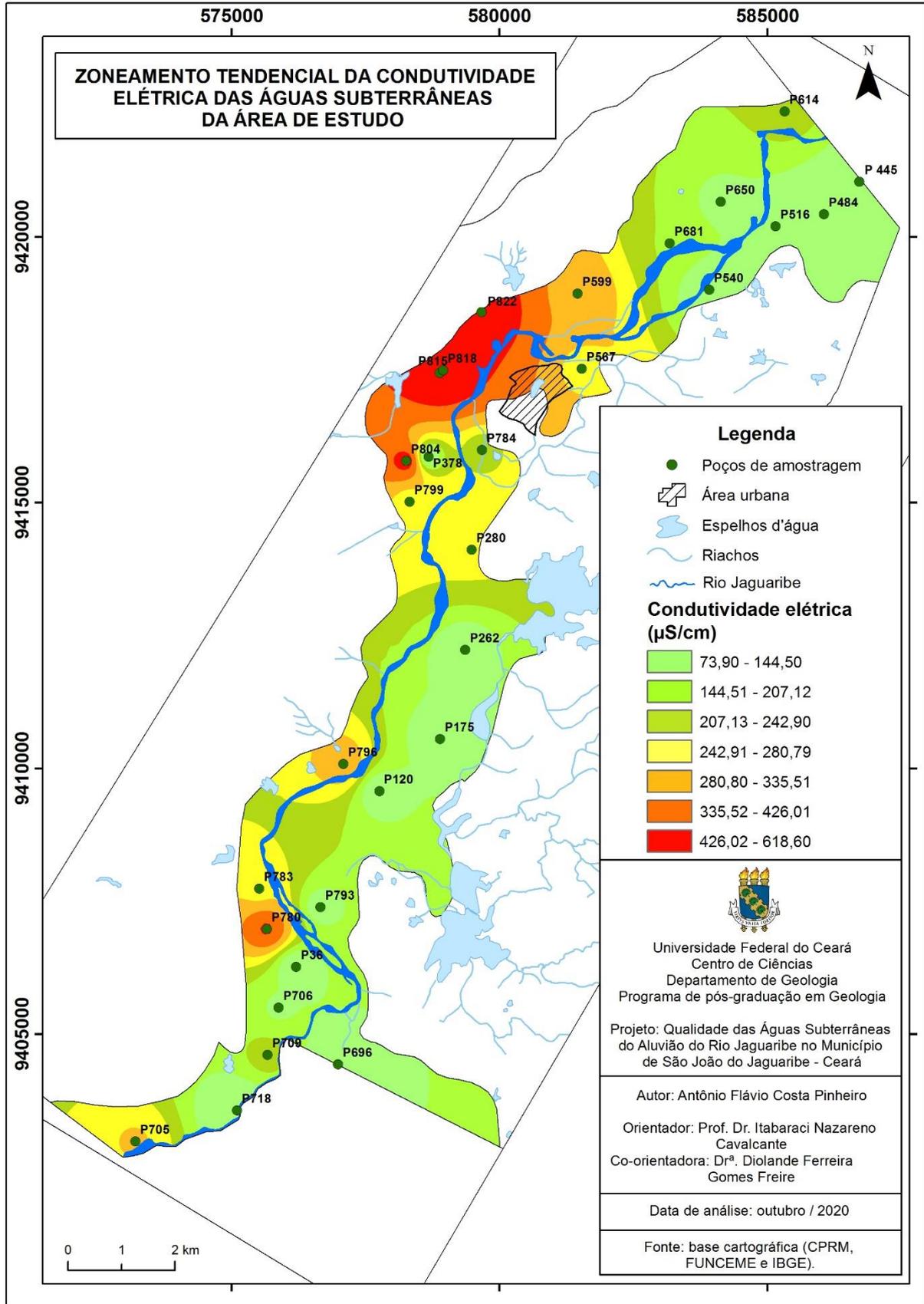
Um dos maiores problemas relacionados ao uso de águas subterrâneas é o aumento da concentração dos íons nelas presentes. Este fenômeno, conhecido por salinização, pode ser originado a partir da lixiviação dos solos e de atividades antrópicas poluentes. Também as águas subterrâneas de regiões quentes e áridas costumam apresentar problemas com salinidade elevada. O alto índice de evaporação e a baixa pluviometria favorecem a concentração dos sais, fazendo aumentar a salinidade das águas dessas regiões.

As águas subterrâneas com condutividade elétrica elevada possuem também maiores quantidades de sais (cátions e ânions), sendo que a concentração dos íons maiores (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4 , CO_2 dissolvido, SiO_2), em geral compõem mais do que 95% do STD na maioria das águas naturais (VASCONCELOS *et al.*, 2019).

De acordo com Quesado Jr. (2008), a condutividade elétrica é um parâmetro que sugere o tipo de material que está em contato com a água, tendo-se uma maior condutividade nas águas associadas aos calcários do que as associadas aos granitos e quartzitos, por exemplo.

Apesar de ser mais adequado a obtenção dos dados de condutividade *in situ*, nas trinta amostras analisadas os dados foram obtidos a partir das análises de laboratório, com as amostras sendo coletadas e conduzidas dentro das condições técnicas determinadas. A partir dos dados obtidos em laboratório, foi produzido o mapa 10.

Mapa 10 – Zoneamento tendencial de CE



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 3266 $\mu\text{s/cm}$, mínimo de 297,80 $\mu\text{s/cm}$, média de 1207,82 $\mu\text{s/cm}$, mediana de 969 $\mu\text{s/cm}$, variância de 840630,76 $\mu\text{s/cm}$ e um desvio padrão de 916,86 $\mu\text{s/cm}$. As amostras com maiores valores de condutividade elétrica (CE) são P822 (3266 $\mu\text{s/cm}$), P815 (3244 $\mu\text{s/cm}$), P818 (3095 $\mu\text{s/cm}$), P804 (2793 $\mu\text{s/cm}$), P780 (2526 $\mu\text{s/cm}$).

Os dados e as representações mostram que o comportamento da condutividade elétrica para as águas subterrâneas na área, apresentando uma anomalia com valores pontuais elevados na porção N-NE da área, nas adjacências da Suíte Granítica Tardi a Pós-Orogênica.

Para medir a qualidade da água, o principal parâmetro de controle é a condutividade elétrica. A partir disso, consegue-se saber a concentração de sais na água, pois quanto mais sais, mais facilitada será a propagação dos elétrons. A resistividade elétrica é o inverso da condutividade ($R = 1/\text{Condutividade}$). Para a água ser purificada o valor precisa, então, ser maior ou igual a 1. É importante que o valor obtido seja sempre compensado à temperatura ambiente padrão (25 °C), já que a temperatura influencia diretamente no resultado da medição. Quanto mais fria está a água, mais alto será o valor da resistividade.

A concentração de sais (sólidos totais dissolvidos) tem correlação direta com a condutividade, e, portanto, com a resistividade. A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a resolução CONAMA Nº CONAMA nº 396/2008 não estabelecem valor de referência permissível para o parâmetro condutividade elétrica.

6.2.4 Sílica

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, depois do oxigênio e do ferro; forma os principais minerais das rochas ígneas na crosta, considerando as máficas (constituídas de olivina, piroxênio, anfibólio, plagioclásio) como também as félsicas (constituídas predominantemente de quartzo e feldspato); é um dos principais constituintes dos sedimentos clásticos (quartzo e argilo minerais), representando também uma fração importante dos minerais metamórficos (ALBARÈDE, 2016).

No processo do intemperismo, o silício normalmente se manifesta na forma hidratada denotada como H_4SiO_4 ou $\text{Si}(\text{OH})_4$ com forte estabilidade química e baixa

solubilidade, o que pode constituir fases coloidais. Assim, a hidrólise de silicatos é a principal fonte de sílica das águas entre outras fontes de origem orgânica ou endogênicas. O processo de hidrólise dos silicatos resulta numa solução alcalina, em função do H_2SiO_4 estar totalmente indissociado e as bases bastante dissociadas, sendo que a hidrólise ocorre sempre na faixa de pH de 5 a 9 (TEIXEIRA *et al.*, 2003).

A ocorrência da sílica em águas subterrâneas é resultante do intemperismo de minerais silicatados, sendo que o quartzo (sílica cristalina) é insolúvel. A presença da sílica nas águas é influenciada pelo potencial hidrogeniônico (pH), com as solubilidades ocorrendo no contexto de pH no intervalo de 5 a 9 e com as maiores concentrações em águas com pH acima de 9, o que é uma raridade.

A solubilidade da sílica, consoante Manassés (2009), é também diretamente proporcional à temperatura, contudo em temperaturas em torno de 20°C , por fatores cinéticos, favorecem teores de sílica superiores ao equilíbrio com o quartzo. Sobre a presença de sílica nas águas, Lazzerini *et al.* (2014, p.161) afirmam que:

As águas superficiais e as de aquíferos rasos possuem concentrações e formas de silício influenciadas pela temperatura atmosférica, presença de CO_2 , sílica livre nos solos, salinidade, matéria orgânica, tempo de contato e distância percorrida. Em especial, o calor aumenta sua solubilidade em regiões de climas tropicais e, numa mesma região, durante as estações mais quentes do ano.

A evidência de sílica em águas de superfície e subterrâneas pode ter a sua gênese no solo e nas litologias pelo processo de lixiviação e toda complexidade da atuação da dinâmica físico-química. Acerca da relação entre a presença de sílica nas águas subterrâneas e os litotipos Lazzerini *et al.* (2014, p.161), na mesma página, dizem que:

Nas águas subterrâneas, o teor de Si costuma ser mais elevado, ao ponto deste aspecto ser utilizado para indicar a autenticidade de uma água mineral natural, bem como distingui-la de uma água superficial. Nas águas subterrâneas, os diferentes litotipos afetam a presença do Si dissolvido, por exemplo: nas rochas cristalinas, sua hidrólise é menor que nas sedimentares arenosas, havendo maior dependência da participação do CO_2 ; os feldspatos alcalinos nos granitos (e gnaisses) implicam em concentrações entre 4 e 10 mg/L de Si; nos dioritos, ocorre principalmente como SiO_2 coloidal e pouco H_4SiO_4 ; nos basaltos, são comuns concentrações maiores que nos granitos, em torno de 20 mg/L; nos micaxistos, a concentração média é de 9 mg/L e nos arenitos de 12 mg/L. A solubilidade da sílica nas águas provenientes de rochas ultrabásicas é mais elevada devido à menor salinidade do meio.

Esses autores, tendo como base Sjöberg (1996), advogam que, independentemente do tipo litológico, desde que não carbonáticos, na elevação do pH das águas de 5 para 7, significa condições para uma maior concentração de sílica em solução nessas águas, sendo que a solubilidade da sílica permanece constante entre o pH 2 e pH 9; afirmam, ainda, que a situação favorável para precipitação da sílica coloidal é no pH aproximado 4,5 e no pH 8 a situação é favorável para precipitação da sílica enquanto molécula dispersa. Reforçam também o papel do CO₂ na transição da sílica em solução e que a presença de alumínio e fluoreto na água favorece a desintegração e retenção de sílica solúvel, e o alumínio, mesmo em concentração pequena, possibilita a precipitação da sílica coloidal.

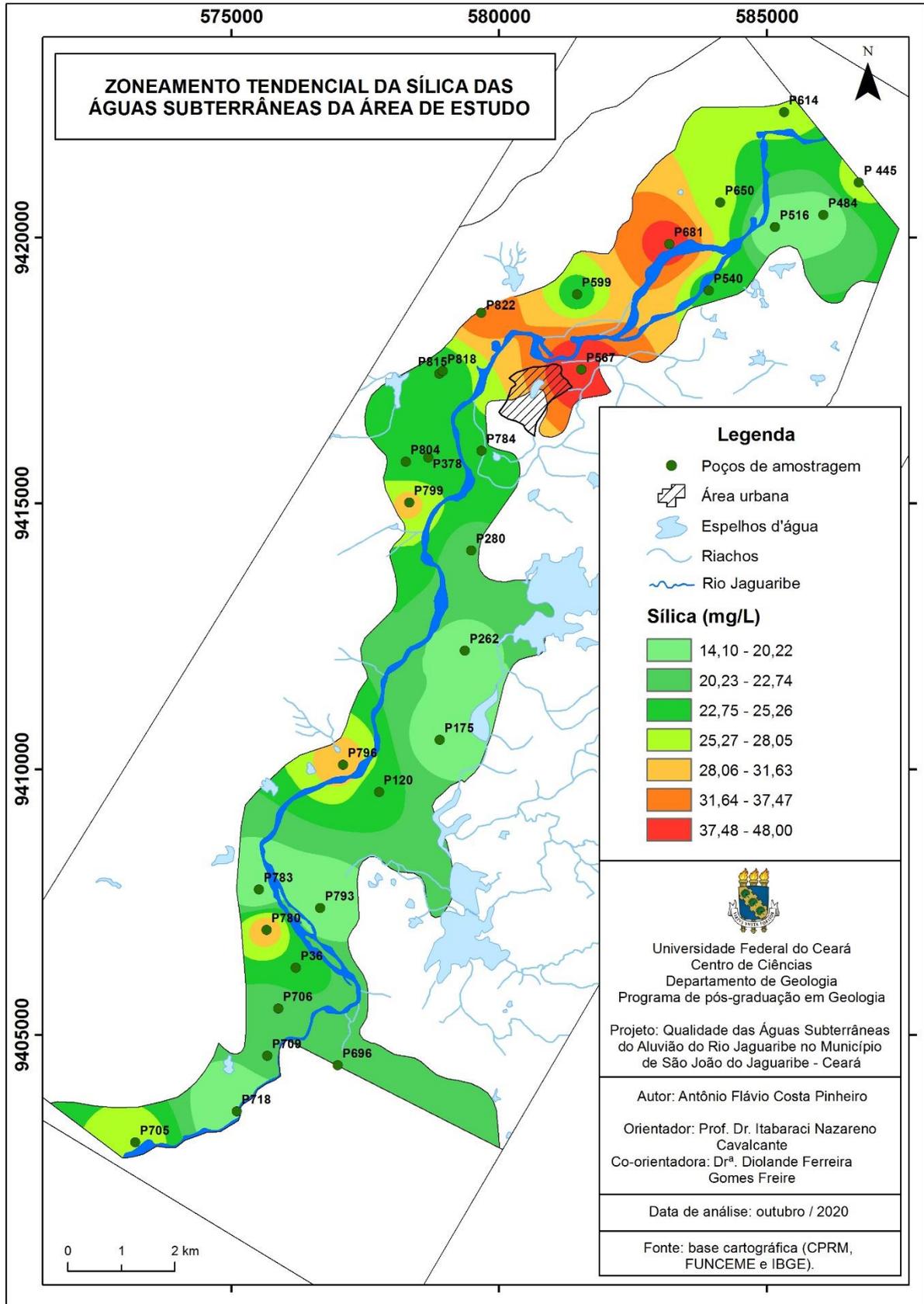
Tendo como referências Lazzerini (2014), Lazzerini (2013) e Melo *et al.* (2008), Braga *et al.* (2020) afirmam, ainda, que nas águas subterrâneas, a sílica pode estar presente na forma solúvel (sílica reativa), na condição de coloidal (sílica não reativa) ou particulada (sílica cristalina) e que a presença de sílica dissolvida se explica pela presença de formas hidratadas como o ácido ortosílico (Si (OH)₄) e metassílico (H₂SiO₃).

A sílica apresenta pouca mobilidade geoquímica, podendo ser quantificada, em águas naturais, numa variação de 1mg/L a 30mg/L. Um teor relativamente reduzido de sílica nas águas, conforme Celliogi e Duarte (2002), é proveniente de águas de arenitos, com baixo tempo de residência, uma vez que neste tipo de rocha a sílica praticamente se encontra de forma livre nos minerais essencialmente silicáticos como o quartzo, sendo muito menos solúvel do que na forma de sílica combinada.

Em águas que originadas a partir de litologias graníticas a quantificação de sílica diluída varia de 17mg/L a 76mg/L. Pádua (2005), advoga que o alto índice de sílica nas águas pode ser resultante do intemperismo de rochas vulcânicas pela presença de ácido carbônico nessas águas.

Em águas originadas a partir de rochas basálticas a variação é de 20mg/L a 40mg/L. O aquífero estudado é aluvionar, portanto freático, de constituição arenoquartzosa e silto-argilosa. Sobre a quantificação de sílica das águas analisadas, ver o mapa 11:

Mapa 11 – Zoneamento tendencial de sílica



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

No tratamento estatístico, a partir dos dados laboratoriais, tem-se máximo de 48,00 mg/L, mínimo de 14,10 mg/L, média de 24,48 mg/L, desvio padrão de 7,74 mg/L, mediana de 23,20 mg/L e variância de 59,99 mg/L. Percebe-se pelo gráfico e pela produção cartográfica, que as maiores concentrações de sílica estão nas amostras P567 (48,00 mg/L), P681 (43,30 mg/L), P822 (36,70 mg/L), P780 (31,80 mg/L) na parte norte aluvionar, portanto na região jusante do fluxo do rio, obedecendo, portanto, a dinâmica de fluxo, assim como pode ter influência da afinidade da condutividade hidráulica (relação entre a carga e a velocidade com que a água se movimenta através do solo) e permeabilidade do material (capacidade de transmissão de fluidos no ambiente), sendo que nos sedimentos de constituição mais arenosa apresentam grande porosidade.

Sabe-se, da literatura, que em rochas sedimentares e em sedimentos mais grossos a sílica tende a ter menor tempo de residência, fazendo predominar a sílica de forma mais livre do que a sílica combinada, em minerais silícicos como o quartzo. Contudo a associação do contexto litológico dos terrenos próximos, constituído por tipologias metamórficas do Complexo Jaguaretama e tipologias graníticas com a lógica de fluxos das águas, partindo das vertentes em direção ao leito do rio e de montante para jusante pode dar sentido as maiores concentrações nas áreas mais próximas ao canal fluvial e principalmente setores meândricos. Vale ressaltar que a área aluvionar situada nas adjacências da parte nordeste da cidade fica próximo à suíte granitoide tardi a pós orogênica, que serve de vertente para o fluxo de água para a área aluvionar, podendo ter a contribuição do intemperismo físico-químico de minerais ferromagnesianos e dos feldspatos. Sabe-se da literatura que a baixa quantidade de sílica encontrada nas águas pode ter influência da lenta dissolução dos silicatos e a atividade dos organismos que a usam.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA nº 396/2008 não estabelecem valores de referência para esse parâmetro.

6.2.5 Cálcio

O cálcio apresenta-se, em geral, sob forma de bicarbonato e, raramente, como carbonato. O carbonato de cálcio é muito pouco solúvel em água pura. A sua solubilidade está em função de gás carbônico dissolvido. Interfere em um dos fatores

físico-químicos mais importantes do meio aquático que é o pH. Sobre esse elemento, Feitosa *et al.* (2008, p. 335) reforçam que:

O cálcio é o elemento mais abundante existente na maioria das águas naturais e rochas, ocorre principalmente nos minerais de calcita, aragonita e dolomita, em rochas calcárias, sendo o plagioclásio e a apatita as maiores fontes de cálcio nas rochas ígneas. Nas águas meteóricas, os teores de cálcio variam no intervalo 0,1 a 10 mg/L e nas águas dos oceanos oscilam em torno de 480 mg/L. Nas águas subterrâneas, os teores de cálcio variam, em geral, entre 10 e 100 mg/L.

Merece também destaque a presença de cálcio nos anfibólios e piroxênios que também podem estar presentes nas rochas ígneas e metamórficas. Em função do intemperismo, consoante Pedrosa e Caetano (2002), a quantidade de CO₂ dissolvida depende da temperatura e da pressão, que são, portanto, fatores que vão determinar a solubilidade do bicarbonato de cálcio. No que concerne a presença de carbonato de cálcio em águas subterrâneas, Azevedo *et al.* (2014, p.87), advogam que:

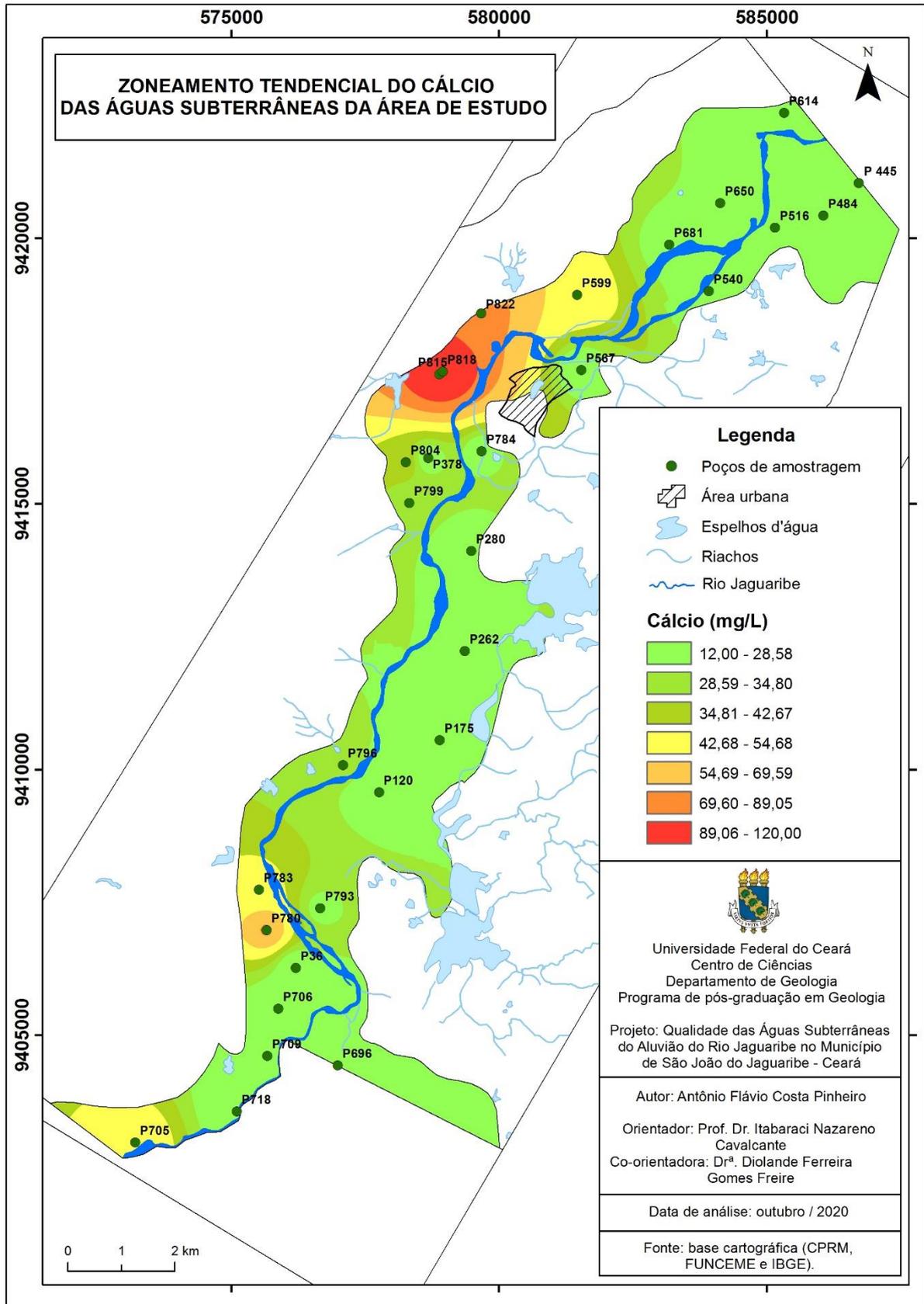
A presença de carbonato de cálcio no sistema faz com que as águas subterrâneas tenham elevada capacidade tamponante, definida pelos processos de solubilidade ou precipitação dessa espécie química. Com o aporte de águas de chuva há redução do pH até o valor de equilíbrio (6,7) e se inicia o processo de solubilização do carbonato de cálcio, com consequente disponibilização de íons ao sistema. Cessadas as chuvas, o pH se eleva e o carbonato de cálcio retorna à forma precipitada.

O cálcio tem um papel significativo no desenvolvimento vegetal e na alimentação humana. É um dos principais constituintes da água e o principal responsável pela dureza da água.

Em quantidades excessivas o cálcio torna a água com gosto acentuado e prejudicial à saúde. É essencial para o crescimento das algas, macrófitas aquáticas e muitos animais, em especial moluscos. É benéfico para agricultura, sendo essencial para o crescimento dos vegetais e a sua abundância em águas para irrigação tende a favorecer a redução dos perigos da alta concentração de sódio no solo.

Os solos calcáreos de regiões áridas e semiáridas são considerados os que possuem cálcio em maiores concentrações; em geral, os solos argilosos possuem mais cálcio do que os arenosos e os solos orgânicos, com drenagem recente, apresentam pouco cálcio. Sobre as concentrações de cálcio nas amostras analisadas, ver o mapa 12:

Mapa 12 – Zoneamento Tendencial de cálcio



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Fazendo o tratamento estatístico para cálcio, obtém-se máximo 120 mg/L, mínimo de 12 mg/L, média de 35,41 mg/L, moda de 19,2 mg/L, mediana de 25,6 mg/L, variância de 735,69 mg/L e desvio padrão de 27,12 mg/L. Percebe-se que as amostras com maiores concentrações de cálcio estão nas amostras P818 (120,00 mg/L), P815 (112 mg/L), P822 (76 mg/L), P780 (72 mg/L), P599 (54,40 mg/L), P705 (54,40 mg/L).

Como essa área aluvionar está bem próxima dos granitos milonitizados da suíte Serra do Deserto é provável que a concentração seja originada de plagioclásios cálcicos que são instáveis ao intemperismo químico, assim como os ferromagnesianos. Sabe-se que a esse ânion é comum em água subterrânea, e, no contexto estudado, com a presença de rochas ígneas e magmáticas pode ser originado de plagioclásios, anfibólios e piroxênios.

Como já foi enfatizado, as variações de temperatura e de pressão levam à modificação do CO₂ dissolvido na água, o que reflete sobre seu conteúdo em Ca. No caso das águas subterrâneas estas variações ora levam à solubilização do carbonato de cálcio, ora levam à sua precipitação. Assim, a maior concentração de cálcio no ponto pode ser influência, também, da maior concentração de CO₂ no mesmo ponto, determinada pela decomposição de material orgânico gerado pela agropecuária.

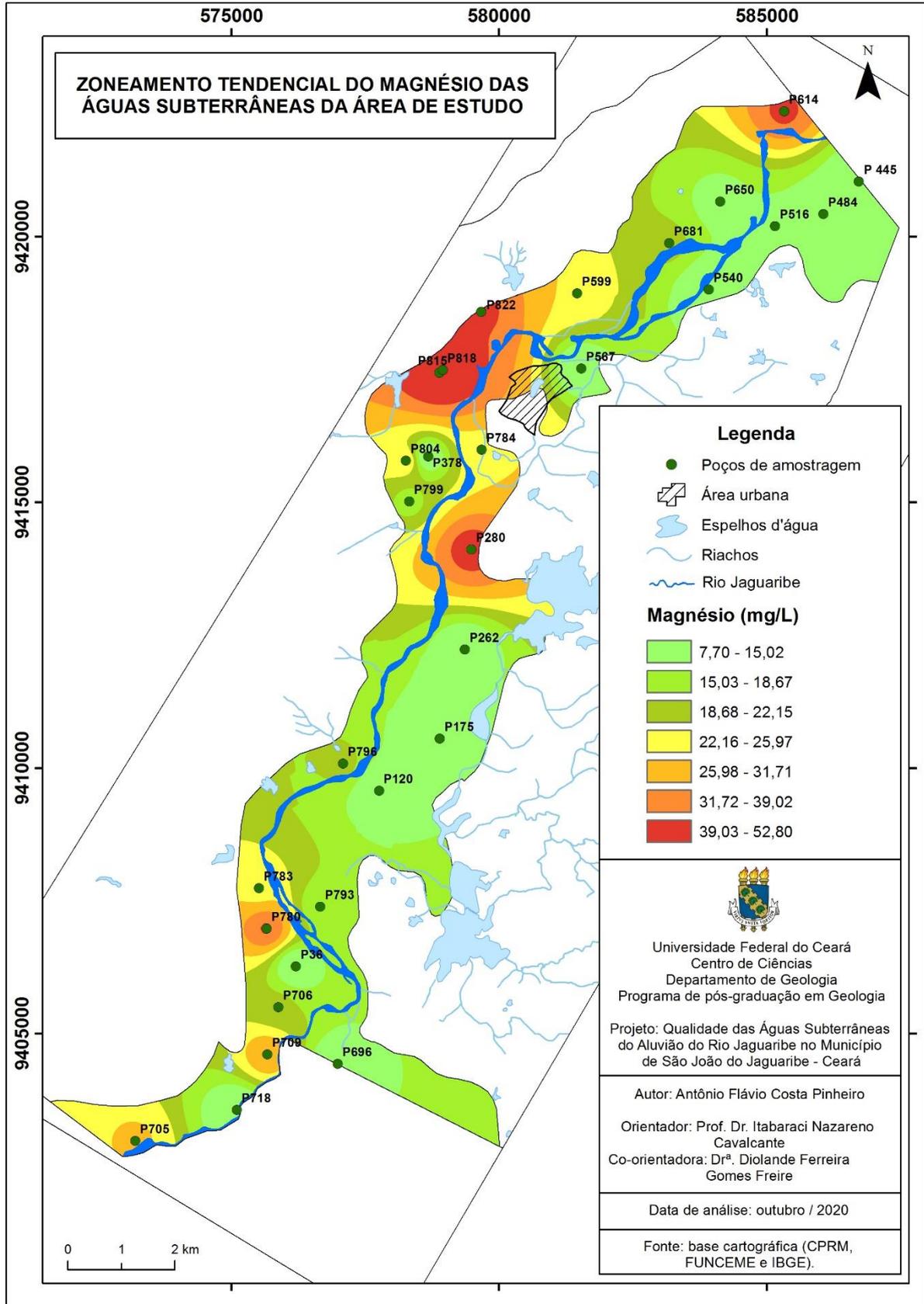
No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA nº 396/2008 não estabelecem valores de referência para esse parâmetro.

6.2.6 Magnésio

Os minerais mais comuns fornecedores de magnésio para as águas subterrâneas são magnesita, biotita, granada, hornblenda, clorita, alanita e olivina. Estes minerais são mais estáveis diante do intemperismo químico, do que os minerais fornecedores de cálcio, por isso seu teor nas águas subterrâneas é significativamente menor do que aquele.

Consoante Feitosa *et al.* (2008), está presente principalmente em rochas carbonáticas, sendo o mineral dolomita o principal fornecedor de magnésio, que apresenta um comportamento geoquímico muito similar ao do cálcio e, em linhas gerais, acompanha este elemento. Diferentemente do cálcio, contudo, forma sais mais solúveis. É responsável pela dureza e produz um gosto salobro na água. No que concerne as concentrações de magnésio nas amostras analisadas, ver o mapa 13:

Mapa 13 – Zoneamento tendencial de magnésio



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Nas águas subterrâneas, o magnésio ocorre com teores entre 1 e 40mg/L. Depois do cálcio, é o principal responsável pela dureza das águas. Na água do mar o magnésio ocorre em concentrações de cerca 1400 mg/L, bem acima do teor de cálcio (cerca de 480mg/L). Sua faixa de consumo aceitável, consoante Babbit *et al.* (1973), é em concentrações inferiores a 125 mg/L.

Fazendo o tratamento estatístico para magnésio obtém-se máximo 52,80 mg/L, mínimo de 7,70 mg/L, média de 21,51mg/L, mediana de 18,25 mg/L, variância de 193,71 mg/L e desvio padrão de 13,92 mg/L. Considerando os dados estatísticos do cálcio e do magnésio, observa-se uma ocorrência normal desses elementos, ou seja, suas concentrações, em geral, estão de acordo como o observado na natureza, assim como na relação Ca/Mg maior que um.

As amostras com maiores concentrações de magnésio são P818 (52,80 mg/L), P815 (50,40 mg/L), P280 (45,10 mg/L), P614 (41,30 mg/L), P822 (40,80 mg/L). Percebe-se que os pontos de maiores concentrações de magnésios são os mesmos das maiores concentrações de cálcio, o que é justificável já que os dois elementos estão associados geoquimicamente, muito embora, diferente do cálcio, o magnésio é mais solúvel, tendendo a ter, portanto, a ter maiores concentrações nas águas subterrâneas. Contudo, essa proporção maior é mais favorável às rochas mais suscetíveis ao intemperismo físico-químico, como as rochas calcáreas, o mesmo não ocorrendo no contexto geológico de composição granítica. Assim como o cálcio, o magnésio nas águas subterrâneas estudadas pode ter participação do intemperismo físico-químico dos minerais, principalmente ferromagnesianos, das litologias metamórficas e das suítes graníticas adjacentes ao pacote aluvionar.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA nº 396/2008 não estabelecem valores de referência para esse parâmetro.

6.2.7 Dureza Total

A dureza de uma água, conforme Lenzi *et al* (2012) é constituída por cátions multivalentes que formam compostos insolúveis com certos ânions presentes na água. É a medida da sua capacidade de precipitar sabão, isto é, nas águas que a possuem, o sabão transforma-se em complexo insolúvel, não formando espuma até que o processo se esgote.

Os cátions mais relevantes na dureza da água são Ca^{2+} e o Mg^{2+} em condições de supersaturação. Esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados. Assim, usa-se o teor de cálcio e magnésio de uma água para definir a dureza. São quatro os principais compostos que conferem dureza às águas: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio. Os pontos com maiores valores de dureza de cálcio e de magnésio devem corresponder aos pontos com as maiores concentrações de cálcio e de magnésio. Contudo, é importante ressaltar que a relação não é direta, visto que o magnésio é mais estável diante das condições de intemperismo químico do que o cálcio.

A dureza total é a soma da dureza temporária e permanente, expressa em miligrama por litro (mg/L) ou miliequivalente por litro (meq/L) de Carbonato de Cálcio (CaCO_3). Consoante Nuvolari (2013, p.108): “Quando a dureza total é numericamente igual ou menor à alcalinidade de carbonatos e bicarbonatos, só existe dureza de carbonatos”.

Como já enfatizado, é causada principalmente pela presença de cálcio e magnésio, devendo ser considerados, ainda os demais cátions citados, associados a ânions carbonato (mais propriamente bicarbonato, que é mais solúvel) e sulfato, principalmente, além de outros ânions como nitrato, silicato e cloreto. Feitosa *et al.* (2008), reforçam, ainda, que em determinados valores de pH os íons Al^{3+} e Fe^{3+} adquirem importância, pois em águas alcalinas estes cátions também formam compostos insolúveis. Os cátions e ânions presentes na água são originários do solo ou das rochas com os quais a água entra em contato ou da atmosfera poluída. Sobre os cátions e ânions com a dureza da água ver o quadro 11:

Quadro 11 – Principais cátions causadores de dureza na água e os principais ânions associados

Cátions	Ânions
Ca^{++}	HCO_3^-
Mg^{++}	SO_4^{--}
Sr^{++}	Cl
Fe^{++}	NO_3^-
Mn^{++}	SiO_3^{--}

Fonte: Sawyer *et al.* (1994)

A água natural é uma solução, cuja composição muda de acordo com a constituição do solo e das rochas presentes no seu percurso ou da atmosfera poluída. É muito mais frequente encontrar-se águas subterrâneas com dureza elevada, devido à influência do solo e das rochas, do que as águas superficiais.

Não se deve negar a influência atmosférica se for considerado o ciclo hidrológico, principalmente que parte das águas que caem em superfície se infiltra. Assim, dependendo do solo e dos litotipos, além da poluição, a água pode apresentar vários graus de dureza, como destaca o quadro 12:

Quadro 12 – Classificação da água em função dos níveis de CaCO_3

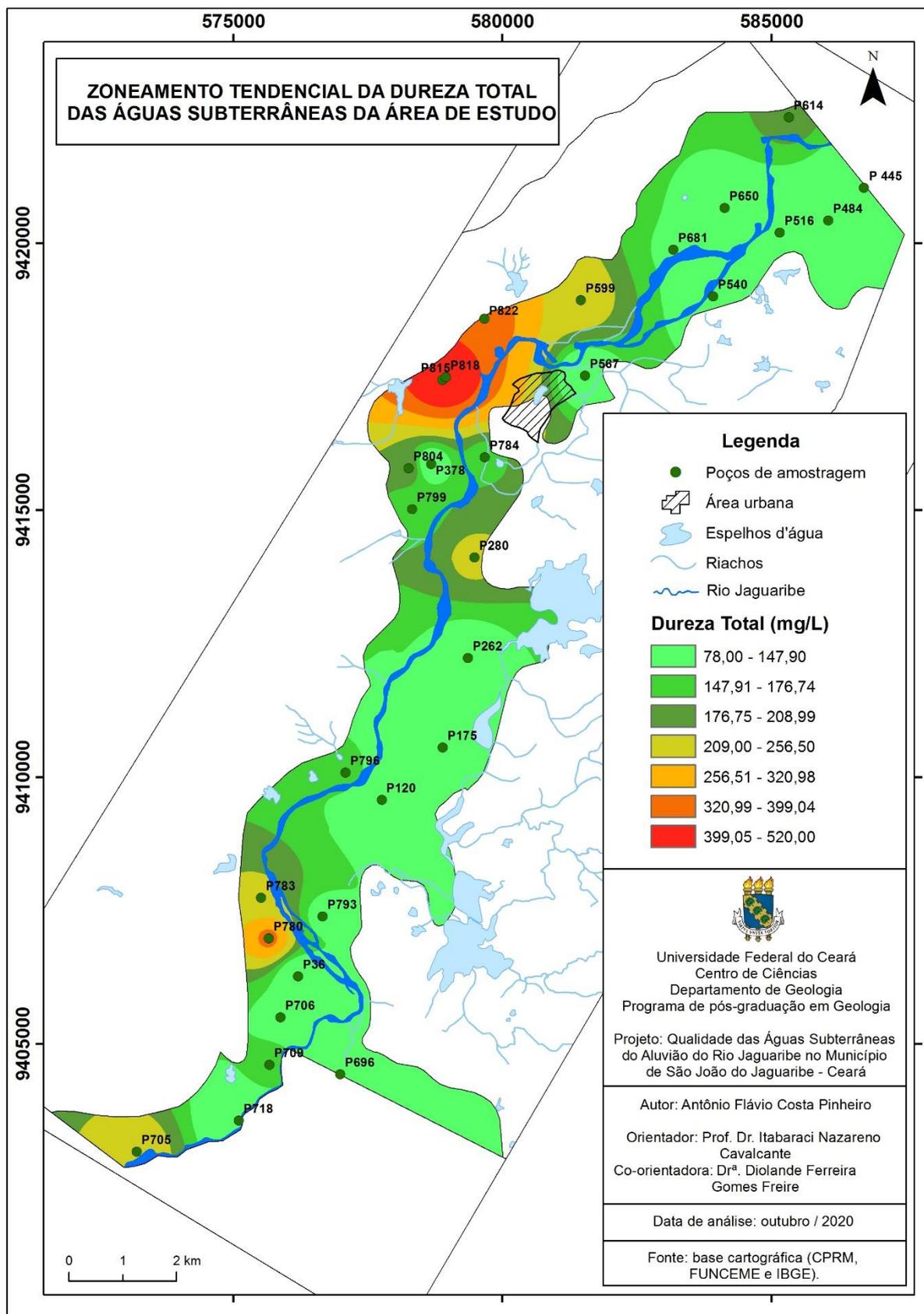
Classificação	Mg de CaCO_3 L⁻¹
Águas moles	< 50
Águas de dureza moderada	50 – 150
Águas Duras	150 – 300
Águas muito duras	>300

Fonte: Macedo, 2000

A poluição das águas superficiais devido à atividade industrial é pouco significativa com relação à dureza, embora os compostos que a produzem sejam normalmente utilizados nas fábricas. As águas tratadas em estações convencionais apresentam dureza geralmente um pouco superior à das águas brutas devido ao uso da cal hidratada. A cal reage com o sulfato de alumínio, formando sulfato de cálcio. Contudo, as dosagens são relativamente pequenas em relação aos níveis de dureza necessário para implicar em problemas para os usos da água tratada.

Entre os diversos inconvenientes da alta dureza da água para uso doméstico e industrial é a formação de incrustações nas caldeiras e tubulações, visto que o material depositado nas caldeiras causa isolamento do calor na parede, e, em alguns casos, dependendo de modificações bruscas podem causar explosões; reage com os sabões formando compostos insolúveis, cortando o efeito do sabão em formar espuma, aumentando o consumo no uso doméstico e nas lavanderias. Acerca dos dados de dureza total nas amostras analisadas ver o mapa 14.

Mapa 14 – Mapa de zoneamento de dureza total



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 520,00 mg/L, mínimo de 78,00 mg/L, média de 178,13 mg/L, mediana de 136,00 mg/L; moda de 88,00 mg/L, variância de 13378,19 mg/L e desvio padrão de 115,66 mg/L.

Nota-se que as amostras que apresentam uma maior dureza total são o P818 (520 mg/L), P815 (490 mg/L), P822 (360 mg/L), P780 (348 mg/L), P705 (248 mg/L) que devem corresponder, também, as maiores concentrações de dureza de cálcio e de magnésio.

A dureza total varia conforme as durezas do Ca e Mg, sendo determinada, em laboratório, pela soma das durezas do Ca e do Mg. Também tem correspondência com a condutividade elétrica (CE), por ser determinada por íons majoritários. Das cinco amostras com maiores valores de dureza total, quatro (P780, P815, P818, P822) são correspondentes as de maiores valores de condutividade.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008 estabelece em 500 mg/L de CaCO_3 . Então, todas as amostras analisadas apresentam valores inferiores ao limite máximo de referência estabelecido.

Com exceção da P818, todas as demais amostras analisadas apresentam valores inferiores ao limite máximo de referência estabelecido. Estão, portanto, em condições favoráveis de potabilidade no que concerne a dureza total. Essa anomalia da amostra P818 em relação às demais pode estar associada à contaminação local da água subterrânea por atividade de carcinicultura e até mesmo a uma convergência de cálcio e magnésio provindos do intemperismo físico-químico dos minerais das rochas do Complexo Jaguaretama e das massas graníticas.

6.2.8 Bicarbonato

Os íons bicarbonato (HCO_3^-) e o carbonato (CO_3), consoante Nuvolari (2013), são responsáveis pela alcalinidade carbonatada da água, que pode ser entendida como a capacidade da água neutralizar ácidos. As concentrações de HCO_3^- , conforme advoga Scopel *et al.* (2005), podem ser originadas da dissolução de minerais como feldspatos sódicos e dos calcários.

A precipitação pode ser na forma de carbonatos, principalmente de cálcio (CaCO_3). A dominância dos íons bicarbonato ou carbonato depende do pH. Logan (1965) defende existe uma dominância do bicarbonato em relação ao carbonato entre

o pH 6 e o pH 10. Neven (2006) advoga que no íon carbonato ocorre, em geral, nas águas com pH maior que 8,3 e principalmente superior a 10; abaixo disso, domina o íon bicarbonato. Consoante Feitosa *et al.* (2008, p. 335): "Este íon não sofre oxidação e nem redução em águas naturais, porém, pode precipitar com muita facilidade como bicarbonato de cálcio (CaCO_3). Varia entre 50 e 350mg/L em águas doces, podendo chegar 800 mg/L. A água do mar possui teores da ordem de 100 mg/L".

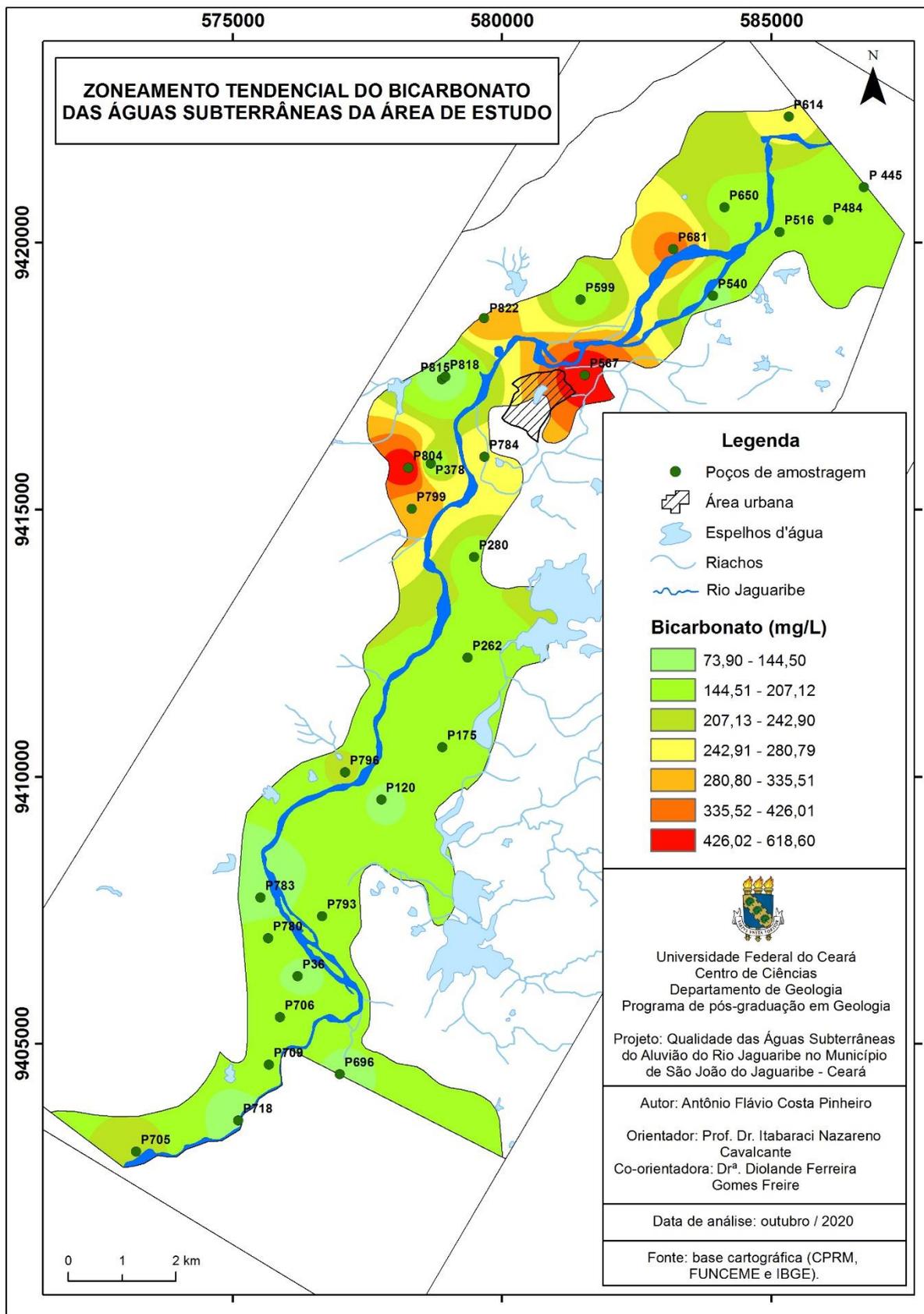
A presença de bicarbonato nas águas, consoante Celligoi e Duarte (2002), também pode ser explicada pela influência de vegetação nos ambientes de recarga, em função da dissociação iônica do ácido carbônico da atmosfera e do solo, assim como a partir da hidrólise de minerais cálcico-silicatos. Assim, a presença desse íon em uma água tem influência da mineralogia, do pH e do gás carbônico dissolvido.

Sabe-se que a dissolução de CO_2 influencia na concentração de HCO_3^- . Nesse sentido, Celligoi e Duarte (2002) defendem que a concentração de bicarbonato das águas pode estar relacionada também, além da contribuição da densidade de vegetação nas áreas de recarga, pois com a dissociação iônica do ácido carbônico (H_2CO_3) formado com a produção de CO_2 da atmosfera e do solo, assim como pelo processo da hidrólise de minerais de composição cálcica e silicática presentes nas rochas metamórficas e graníticas presentes em todo contexto regional.

De acordo com Mestrinho (2008), as águas rasas e com menor tempo de residência, costumam se apresentar como bicarbonatadas, e, ao passo em que se aprofundam e aumentam o tempo de residência no aquífero, tendem a evoluir para águas sulfatadas e cloretadas.

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 618,60 mg/L, mínimo de 73,90 mg/L, média de 207,67 mg/L, moda de 167,60 mg/L, mediana de 167,60 mg/L, variância de 15149,12 mg/L e desvio padrão de 123,08 mg/L. Sobre a quantificação espacialização de bicarbonato nas águas analisadas ver o mapa 15:

Mapa 15 – Zoneamento tendencial de bicarbonato



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

As maiores concentrações de bicarbonato nas águas podem estar relacionadas ao CO₂, gerado pela produção orgânica no contexto das atividades urbanas, principalmente em P567 e pela decomposição do material orgânico em consequência de atividades agropecuárias de maior intensidade (como em P804, P681) e de menor intensidade em toda área aluvionar, conforme a maior e menor intensidade no que concerne ao uso e ocupação do solo.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA n° 396/2008 não estabelecem valores de referência para esse parâmetro.

6.2.9 Alcalinidade Total

A alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH – capacidade tampão). A alcalinidade total envolve alcalinidade em bicarbonato, alcalinidade em carbonato e em hidróxidos. Os compostos mais comuns são os hidróxidos de cálcio ou de magnésio, carbonatos de cálcio ou de magnésio, bicarbonatos de cálcio ou de magnésio, bicarbonatos de sódio ou de potássio. Nas águas analisadas não foram obtidas informações dos hidróxidos e os valores de carbonatos foram inexistentes (zeros). Assim, os valores de alcalinidade total em cada amostra analisada, corresponderam aos valores de bicarbonatos

Mesmo as águas com pH inferior a 7,0 (5,5 por exemplo), podem, e, em geral, apresentam alcalinidade, pois normalmente contém bicarbonatos. Conforme Pedrosa e Caetano (2002), as águas que percolam rochas calcárias (calcita) geralmente possuem alcalinidade elevada. Granitos e gnaisse possuem poucos minerais que contribuem para a alcalinidade das águas subterrâneas.

Dependendo do pH da água, podem ser encontrados os seguintes compostos: hidróxidos e carbonatos (alcalinidade cáustica), com valores de pH acima de 9,4; carbonatos e bicarbonatos com valores de pH entre 8,3 e 9,4; apenas bicarbonatos com valores de pH entre 4,4 e 8,3. Sobre as espécies que contribuem na alcalinidade total da água, Leinz *et al.* (2012) elaborou o quadro 13:

Quadro 13 – Espécies que contribuem na alcalinidade total da água na relação com o Ph

Espécie Participante	Concentração em mol L ⁻¹	
	pH = 7,0	pH = 9,5
[HO ⁻]	1,00 . 10 ⁻⁷	3,16 . 10 ⁻⁵
[HCO ₃ ⁻]	9,99 . 10 ⁻⁴	7,47 . 10 ⁻⁴
[CO ₃ ²⁻]	2 . 4,69 . 10 ⁻⁷	2 . 1,11 . 10 ⁻¹⁰
[H ⁺]	1,00 . 10 ⁻⁷	3,16 . 10 ⁻¹⁰
[Alc]	1,00 . 10 ⁻³	1,00 . 10 ⁻³

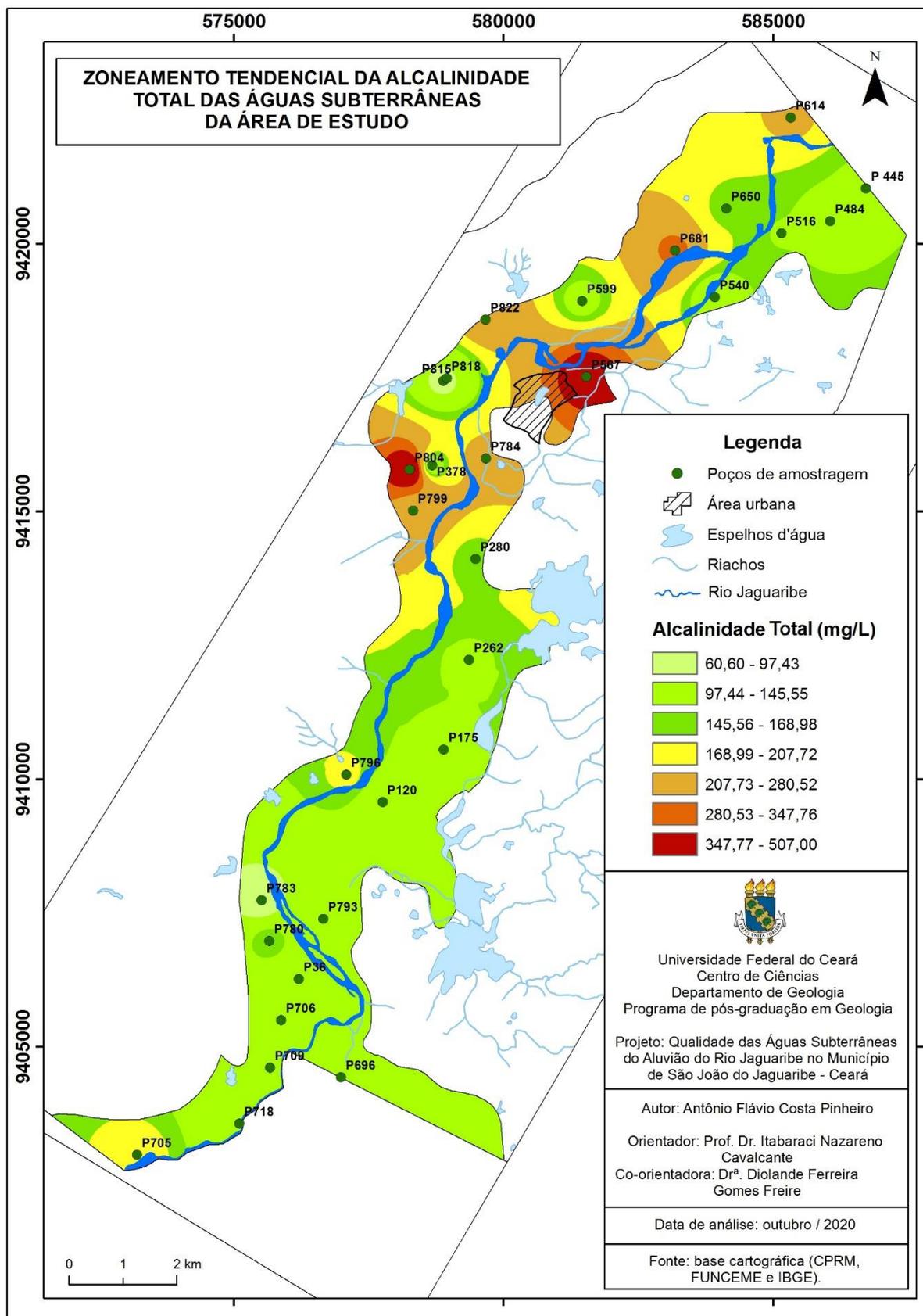
Fonte: Leinz *et al.* (2012)

Vale lembrar que os bicarbonatos (HCO₃) podem precipitar como certa facilidade como bicarbonato de cálcio (CaCO₃). Contudo, estes íons não sofrem oxidação e nem redução nas águas naturais. Conforme Macedo (2001), o bicarbonato predomina sobre o carbonato na faixa de pH de 6 a 10.

Como nas análises de laboratório os parâmetros alcalinidade em carbonato e alcalinidade em hidróxidos não foram obtidos valores, significa que o parâmetro alcalinidade total apresenta os mesmos valores do parâmetro alcalinidade em bicarbonato.

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 507,00 mg/L, mínimo de 60,60 mg/L, média de 170,22 mg/L, mediana de 137,40 mg/L, variância de 10176,42 mg/L e desvio padrão de 100,88 mg/L. No que concerne a alcalinidade total na área estudada, foi produzido o mapa 16:

Mapa 16 – Zoneamento de alcalinidade total



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Nota-se que as amostras com maiores valores de alcalinidade total são P804 (507 mg/L), P567 (444,40 mg/L), P681 (305,00 mg/L), P799 (242,40 mg/L), P784 (224,20 mg/L), P614 (224,20 mg/L) na região norte da área, nas proximidades do sítio urbano, nas proximidades da suíte granítica tardi a pós orogênica situada na parte oeste em relação a essa faixa aluvionar e a suíte granítica Serra do Deserto com sua litologia milonitizada, situada na parte oeste dessa faixa aluvionar.

Sabe-se que as águas que percolam rochas calcárias, em geral, possuem alcalinidade alta. Já granitos e gnaisses, que dominam as litologias adjacentes ao pacote aluvionar podem ter influência pelos minerais cálcicos e magnesianos, contudo, a influência é menos intensa do que no contexto das litologias carbonática, o que não faz parte da realidade local.

É possível, assim, é possível que resíduos de adubagem química dos solos e os efluentes produzidos no contexto da dinâmica do espaço urbano com resíduos com concentrações de silicatos e fosfatos que fluem para as águas podem estar influenciando na alcalinidade dessas águas.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA nº 396/2008 não estabelecem valores de referência para esse parâmetro.

6.2.10 Amônia

A manifestação de compostos de nitrogênio, consoante a literatura, como Alves *et al.* (2018), Alaburda e Nishihara (1998), Foster e Hirata (1993), nos seus diferentes momentos de oxidação é usada como indicativo e contexto de contaminação do aquífero, o que pode denunciar as condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. A Presença de componentes do nitrogênio também pode denunciar o modelo de produção agropecuária com o uso de produtos químicos como NPK (Nitrogênio-Fósforo-Potássio).

O nitrito e o nitrato, por exemplo, estão associados a condições adversas à saúde, como a indução à metemoglobinemia e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas. No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: Nitrogênio Molecular (N_2), Nitrogênio Orgânico (dissolvido em suspensão), Amônia (NH_3), Nitrito (NO_2) e Nitrato (NO_3), Íon Amônio (NH_4^+) etc. (SILVA, 2003).

As principais fontes de nitrogênio nos corpos hídricos, conforme Esteves (2011) podem ser de origem natural como as chuvas, erosão, excrementos de animais, vegetais e animais em decomposição etc., e artificial como uso de fertilizantes químicos no solo, que podem ser arrastados pelas enxurradas para um corpo hídrico, sendo este um dos mais perigosos e significativos.

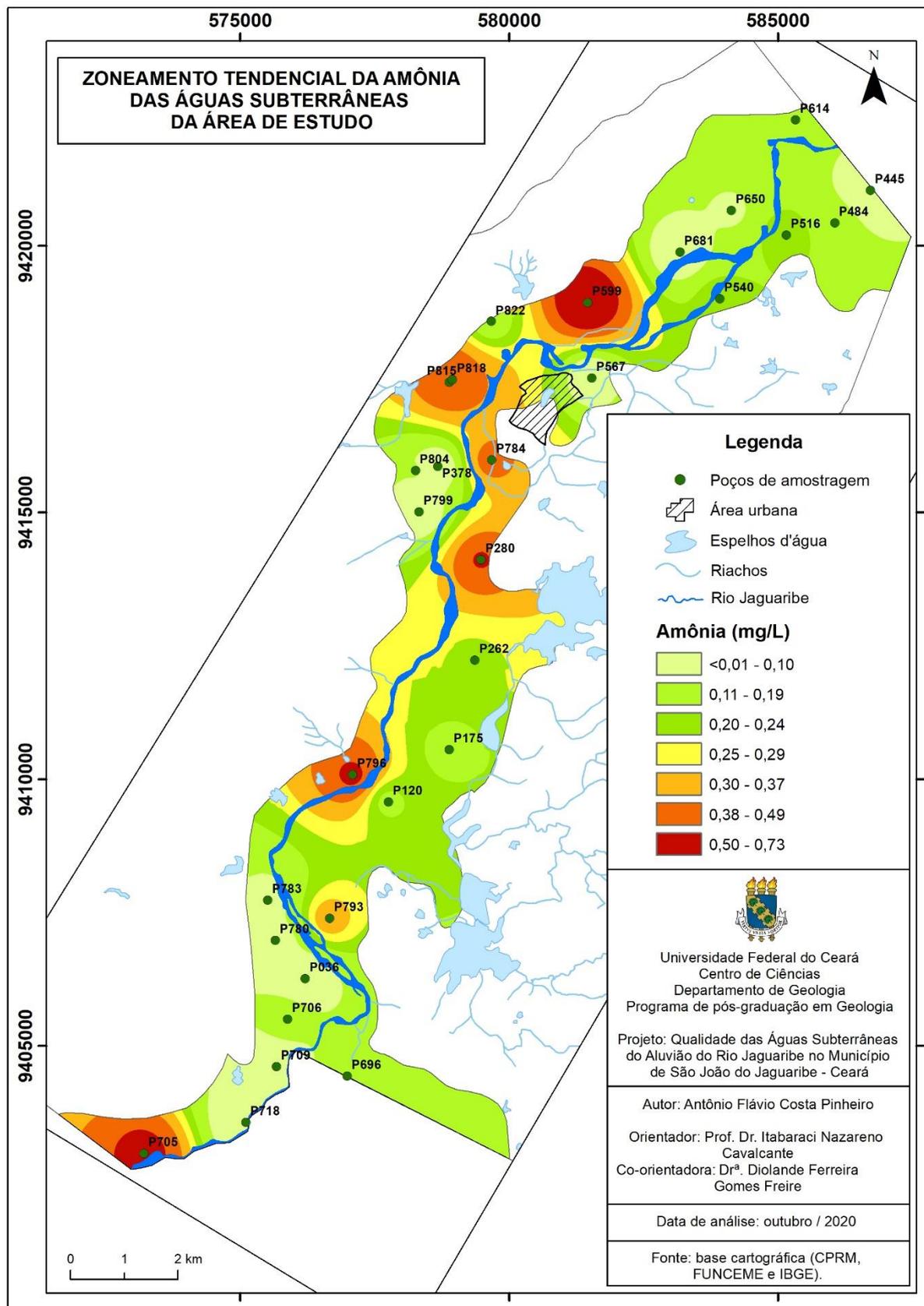
No solo, a Amônia é absorvida pelas plantas como nutriente, na forma do íon amônio. Na água, dissocia-se conforme o pH: $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4^+$. Uma maior alcalinidade da solução resulta num valor de NH_3 livre; na água, valores de NH_3 livre $> 0,2$ mg/L pode provocar morte de peixes (NUVOLARI, 2013).

A Amônia produzida pela fixação do nitrogênio incorpora íons NH_4 , ficando suscetível a nitrificação (oxidação). Para os valores de pH inferior a “9,25”, o íon amônio é considerado dominante, e para pH acima de “9,25” tem a predominância da amônia, que tende a se volatilizar na forma de gás (amônia livre, NH_3), o que pode implicar em poluição atmosférica. No processo de amonificação (amonização), o nitrogênio se insere na cadeia alimentar, passando a constituir moléculas orgânicas dos consumidores.

As bactérias atuando sobre os produtos de eliminação desses consumidores e do protoplasma de organismos mortos; assim, as bactérias mineralizam o nitrogênio, gerando o gás amônia (NH_3) e sais de amônio (NH_4). No processo de nitrificação, os sais de amônio e o gás amônia são transmutados em nitritos (NO_2^-) e depois em nitratos (NO_3^-), em situação aeróbica (BRAGA *et al.*, 2005).

A amonificação e a nitrificação são dinâmicas que se realizam, em geral, acima do nível de água, normalmente na zona de solo, com a abundância de matéria orgânica e oxigênio. Pode-se afirmar que a amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que usualmente sua concentração é bastante baixa devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Sobre a quantificação de Amônia nas águas dos poços utilizados como amostragem, ver o mapa 17:

Mapa 17 – Zoneamento tendencial de amônia



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Das águas analisadas, 7 (23,33%) apresentam resultados $< 0,01$ mg/L. O valor máximo é de 0,73 mg/L. Observa-se que as maiores concentrações de amônia estão nas amostras P599 (0,73 mg/L), P705 (0,56 mg/L), P796 (0,53 mg/L), P280 (0,51 mg/L), P818 (0,49 mg/L).

Sabe-se que a amônia é bastante solúvel em água em baixos valores de pH, sendo que os níveis de amônia crescem com o aumento do pH e temperatura. Consoante Varnier *et al.* (2019, p.7), "a amônia pode estar dissolvida na água somente em ambiente muito alcalino ($\text{pH} > 9$)".

Das amostras citadas com maiores concentrações de amônia duas são básicas e três são ácidas (P599 tem pH 6,7; P705 tem pH 7,25; P796 pH 7,16; P280 tem pH 6,91; P818 tem pH 6,59). 7,11 é a média de pH das 30 amostras analisadas, o que significa, em média, condições levemente alcalinas.

Não se deve fazer uma relação direta, entre o pH e a concentração de amônia na água, e sim considerar todos os fatores numa relação sistêmica. Deve-se levar em conta, a estação da coleta da amostra (no caso desta pesquisa foi no final do mês de setembro, portanto, no semestre seco, no que concerne a pluviosidade a densidade da vegetação nativa, produção de matéria orgânica pelas atividades de agropecuária e os resíduos químicos utilizados como adubos nitrogenados e até mesmo efluentes domésticos (principalmente nos poços situados no contexto urbano)

Das 30 amostras analisadas, 7,72 é o maior índice de pH, correspondente a amostra P780 que coerentemente apresenta baixo índice de amônia (0,07 mg/L). O menor índice de pH é 6,44 que corresponde a amostra P815 com concentração de 0,46 de amônia.

Não se pode pegar o pH numa relação direta com as concentrações de amônia, devendo-se levar em consideração, também, outros fatores como a decomposição da vegetação nativa e da massa orgânica produzida pela produção agropecuária e dos resíduos químicos utilizados como adubos tendo nitrogênio na sua composição. É importante ressaltar, ainda, que a presença de amônia, na cadeia do azoto, significa contaminação recente.

No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) estabelece em 1,5 mg/L como valor limite permitido de amônia nas águas. Assim, todas as amostras estão dentro do limite

de valor máximo permitido (VMP). Não existe referência estabelecida na Resolução CONAMA Nº 396/2008.

6.2.11 Nitritos

É uma forma intermediária de oxidação do nitrogênio. Consoante Esteves (2011) é uma fase entre a amônia (forma mais reduzida) e o nitrato (forma mais oxidante). Composto constituinte essencialmente da proteína, encontrado em fezes, esgotos, restos de alimentos etc.

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, num processo denominado de eutrofização (COSTA, 1998).

A produção de nitrito na natureza se dá pela oxidação biológica da amônia e de redução de nitrato em condições anaeróbias. Cardozo *et al.* (2017, p.2), tendo como referências Parron *et al.* (2011) e Gadelha *et al.* (2005) afirmam que:

[...] a presença de nitrito na água indica contaminação recente, que procede de matéria orgânica ou de decomposição biológica a partir da ação de microrganismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ainda, de ativos que inibem a corrosão em instalações industriais. Estes processos citados envolvem a oxidação da amônia a nitrato e a redução do nitrato, que produzem nitrito.

No solo o nitrogênio na forma de amônio (NH_4^+) ou amônia (NH_3) é rapidamente oxidado a nitrito através das bactérias dos gêneros Nitrossomonas e Nitrossococcus, o nitrito por sua vez é rapidamente oxidado a nitrato pelas bactérias do gênero Nitrobacter, sendo que o nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrado no solo.

O processo de redução do nitrato a nitrito e este a amônia, gás nitrogênio ou óxido nítrico é chamado desnitrificação e ocorre em solos saturados com água ou realizado pelas bactérias do gênero Pseudomonas que podem ser usadas para retirar nitrato e nitrito da água (MEURER, 2004). É importante lembrar que, como afirmam Cavalcante e Mata (2019, p.16):

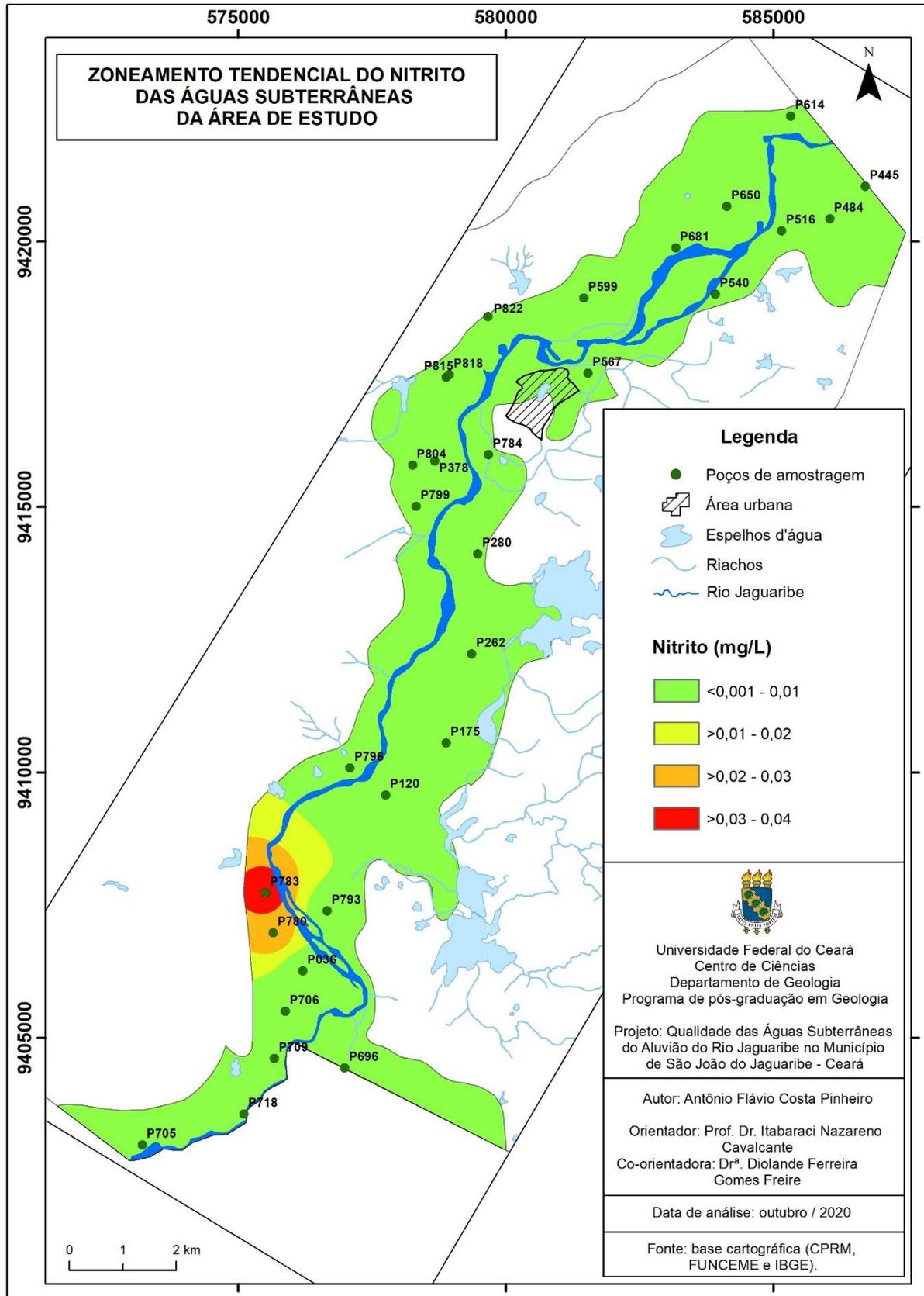
Os nitritos, tanto aqueles de contaminação direta como os oriundos das transformações bioquímicas, sob condições anaeróbicas e com presença de matéria orgânica, podem ser reduzidos a amônio (NH_4^+) e nitrogênio (N_2) através do processo de desnitrificação, sempre com a participação de bactérias características de cada processo.

A presença de íons de nitrito, segundo Logan (1965), mesmo em quantidades muito pequenas, indica indício de um processo biológico ativo, e deve-se suspeitar de poluição por matéria orgânica. O desenvolvimento da metemoglobinemia, a partir do nitrato em águas potáveis depende da sua conversão bacteriana para nitrito durante a digestão, o que pode ocorrer na saliva e no trato gastrointestinal.

As crianças, principalmente as menores de 3 meses de idade, são bastante susceptíveis ao desenvolvimento desta doença devido às condições mais alcalinas do seu sistema gastrointestinal. Apesar de que, no ciclo do azoto, o nitrito antecede o nitrato, o consumo humano de água com esse componente, segundo Alaburda e Nishihara (1998) e Cardoso *et al.* (2017), tem consequências mais rápidas e intensas do que o nitrato, podendo gerar problema de metemoglobinemia independente da faixa etária.

Das águas analisadas, 26 (86,67%) apresentam resultados < 0,001 mg/L; 1 (3,33%), apresenta valor de 0,04 mg/L; 1 (3,33%) com valor de 0,03 mg/L; 2 (6,67%) apresentam 0,01 mg/L. A concentração máxima apresentada é de 0,04 mg/L e a mínima correspondem as concentrações < 0,001. A partir dos dados de laboratório foi feito o mapa 18.

Mapa 18 – Zoneamento tendencial de nitrato



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

As maiores concentrações de nitrito estão nas amostras P783 (0,04 mg/L), P780 (0,03 mg/L), situados na parte aluvionar correspondente a margem esquerda da região sudoeste da área; P815 (0,01 mg/L), situado próximo ao espaço urbano; P718 (0,01 mg/L) situado na parte sul. A dominância de maiores concentrações de nitritos essas amostras podem estar relacionadas à atividade de carcinicultura e a produção de biomassa como capim para pecuária. Nota-se que as amostras com maiores concentrações de nitrito não coincidem com as amostras com maiores concentrações de amônia, que se apresentam mais distribuídas, conforme a representação por zoneamento, em vários setores da área aluvionar, em ambas as margens e de norte a sul. A portaria de consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) estabelece como referência o valor de 1,0 mg/L. Já o valor de referência na resolução CONAMA Nº 396/2008 é de 1,4 mg/L. Todos os pontos estão em condições de potabilidade em relação ao nitrito.

6.2.12 Nitratos

O nitrato é a forma de nitrogênio mais abundante no solo, apesar de ser fragilmente ligado à matéria orgânica e aos argilominerais e é associado como um fator denunciador de terminante de contaminação das águas. Ocorre, em geral, em pequenas concentrações em águas naturais, representando o estágio final da oxidação da matéria orgânica. Costuma apresentar maiores concentrações nas águas subterrâneas do que nas de superfície. Segundo Resende (2002), o nitrato apresenta alta mobilidade, podendo ser facilmente ser lixiviado das camadas superiores do solo para as águas subterrâneas. Esse contaminante, conforme Scopel *et al.* (2005), é facilmente dissolvido nas águas subterrâneas e é muito móvel em fluxos subsuperficiais, difundindo-se muito rapidamente. Isso acontece em ambientes altamente oxidantes como é o caso das águas subterrâneas pouco profundas, em ambientes de alta permeabilidade ou rochas fraturadas que possuem altos teores de oxigênio gasoso (O₂) dissolvido. Varnier *et al.* (2019, p.6) reforçam que o nitrato:

[...] se origina a partir de processos químicos e microbiológicos que ocorrem no ar, solo, planta e água. Dentre os constituintes inorgânicos que existem nas águas subterrâneas, é o que possui ocorrência mais generalizada e uma das mais problemáticas, uma vez que possui alta mobilidade e persistência, sob condições aeróbias [...] Em condições anaeróbias, o nitrato pode ser convertido, mediante atividade microbiológica, a outros compostos nitrogenados (Nitrito - NO₂⁻); Óxido de Nitrogênio - NO; Oxigênio Nitroso - N₂O) até o nitrogênio molecular (N₂) pelo processo denominado desnitrificação.

O nitrato, consoante Godoy *et al.* (2004), é tido como o contaminante mais comum encontrado na água subterrânea, com grande ocorrência em aquíferos, não só no Brasil como no exterior. Por ter alta mobilidade, ele tem o potencial de afetar grandes áreas

A presença de nitrato em concentrações excessivas é cada dia maior e está se ampliando e ameaçando muitos sistemas aquíferos em muitas partes do mundo em consequência das atividades agrícolas e do lançamento indiscriminado de esgotos sobre e abaixo da superfície do solo. Hindi (2001) diz que fertilizantes minerais, esgotos e resíduos de plantas encontrados na superfície do solo, no próprio solo ou em zonas pouco profundas do solo são as principais fontes do nitrato presentes nas águas subterrâneas. Esse contaminante, consoante Hill *et al.* (1973) também tem ação na produção de nitrosaminas no estômago do homem, substâncias são conhecidas por carcinogêneas. Cavalcante e Mata (2019, p. 16) reforçam que:

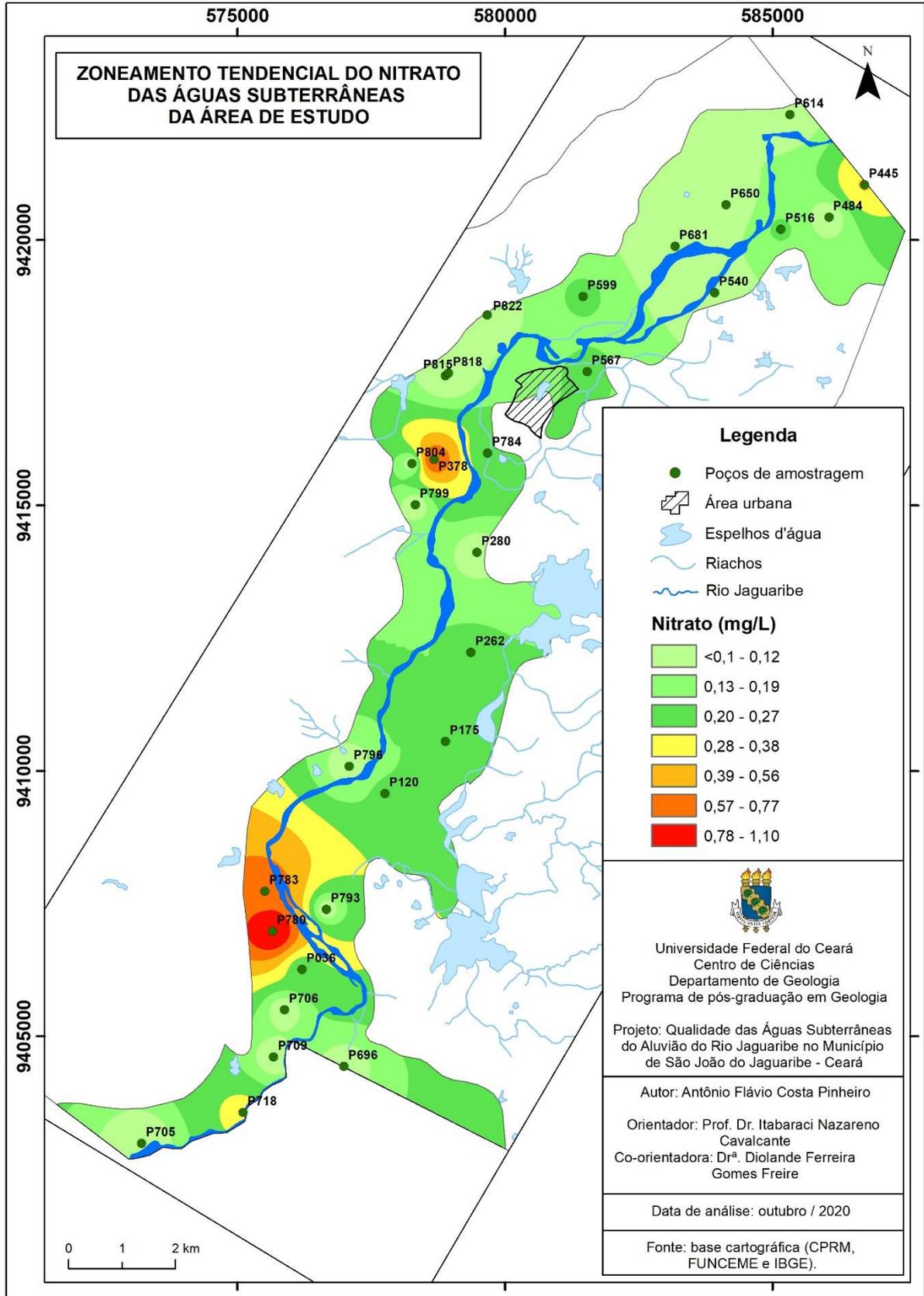
A presença de nitrogênio na forma de nitratos corresponde, assim, à poluição mais remota e, portanto, menos perigosa, porque os organismos patogênicos de transmissão hídrica, prováveis participantes da matéria orgânica poluidora, praticamente são só os de ordem intestinal e perecem em poucos dias, quando excretados para fora do seu habitat natural.

A explicação da contaminação dessas águas pode estar relacionada a carcinoculturas, uso de fertilizantes nitrogenados. No que concerne às fontes de contaminação por nitratos, Varnier *et al.* (2019, p. 10) dizem que:

A ocorrência de nitrato nas águas subterrâneas pode ser natural ou antrópica. A origem natural de nitrato está associada a algumas formações geológicas, como é o caso de rochas sedimentares ricas em matéria orgânica, dos quais destacam-se tilitos, folhelhos e argilitos. Neste caso, as águas subterrâneas ricas em oxigênio, em contato com estas rochas que contêm nitrogênio e somada à atividade microbiológica, desencadeiam uma sequência de reações que levará, primeiramente, à liberação do íon amônio e, depois, este dará origem ao nitrato. Tal cenário tem sido reportado em diversas publicações internacionais. As fontes antrópicas desse contaminante, por sua vez, ocorrem em áreas rurais e urbanas e são divididas em dois principais grupos: não pontuais (difusas) e pontuais.

Esses autores enfatizam, ainda, que as atividades agrícolas constituem a maior fonte de nitrato para as águas subterrâneas em consequência do uso intenso e o manejo inadequado de adubos nitrogenados, orgânicos e inorgânicos. Por ser facilmente lixiviado e pela sua condição de alta mobilidade o contaminante consegue atingir grandes extensões do aquífero. A partir das concentrações de nitratos presentes nas 30 amostras foram produzidos o mapa 19:

Mapa 19 – Zoneamento tendencial de nitrato



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de nitrato no intervalo de 0,1 a 10 mg/L, porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1000 mg/L. Altas concentrações de nitrato podem provocar intoxicação em criança ou até levá-la à morte por metahemoglobinemia (cianose) em casos extremos. As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de nitrato no intervalo de 0,1 a 10 mg/L, porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1000 mg/L. Altas concentrações de nitrato podem provocar intoxicação em criança ou até levá-la à morte por metahemoglobinemia (cianose) em casos extremos. Das águas analisadas, 9 (30%) apresentam resultados < 0,1 mg/L; o valor máximo é de 1,1 mg/L. A maior concentração é de 1,1 mg/L e as menores concentrações apresentam valores < 0,1 mg/L. Percebe-se que as amostras com maiores concentrações P780 (1,1 mg/L), P378 (0,80 mg/L), P783 (0,7 mg/L), P445 (0,40 mg/L), P718 (0,30 mg/L). As amostras P780, e P783 também apresentam maiores concentrações de nitrito e com baixas concentrações de amônia, o que mostra que mostra um processo de contaminação mais antigo, na lógica da dinâmica de oxidação da amônia. Percebe-se, pelas análises das 30 amostras d'água, que os indicadores dos compostos nitrogenados (amônia, nitrito e nitrato) apresentam concentrações abaixo do valor máximo permitido (VMP), não oferecendo riscos à saúde. No que concerne ao nitrato, a concentração máxima de nitrato foi de 1,00 mg/L, quando se considera uma situação de alerta quando é de 5,00 mg/L.

A explicação das mais elevadas concentrações de nitrato nas águas P780 e P783 na parte aluvionar da margem esquerda na região sudoeste da área aluvionar pode estar relacionada à carcinicultura e o uso de fertilizantes nitrogenados. No terreno da amostra P378 não tem atividade de carcinicultura, contudo, pela dinâmica de fluxo, pode ter tido influência dessa atividade que vem crescendo nos terrenos próximos; nesse terreno existe intensa produção de biomassa relacionada a atividade agropecuária. Vale destacar as menores concentrações na região aluvionar situada a norte da mancha urbana onde as atividades agrícolas tem sido menos densa nas últimas décadas.

Percebe-se que a parte NE – W da área é influenciada pela dinâmica urbana com uma concentração intermediária 0,20 mg/L – 0,27 mg/L de N – nitrato) em relação aos demais valores, com provável influência de efluentes domésticos. Essa parte é a que corresponde a de maior crescimento periférico do espaço urbano). É importante ressaltar que, segundo o IPECE (2019), a taxa de cobertura d'água

urbana era de 100%, em 2016, e que a taxa de cobertura urbana de esgoto era de 42,60% em 2016. Então, a cobertura sanitária não é totalmente satisfatória, o que pode influenciar com maior ou menor intensidade, nos aspectos qualitativos das águas subterrâneas. Enfim, os fatores que mais influenciam nas concentrações são as atividades agropecuárias com seus resíduos, a carcinicultura e a os resíduos do espaço urbano. Tendo como referência a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008, o valor de referência é de 10mg/L de N - Nitrato. Então, todas as águas analisadas, no que concerne à potabilidade, apresentam valores dentro do limite máximo tolerado.

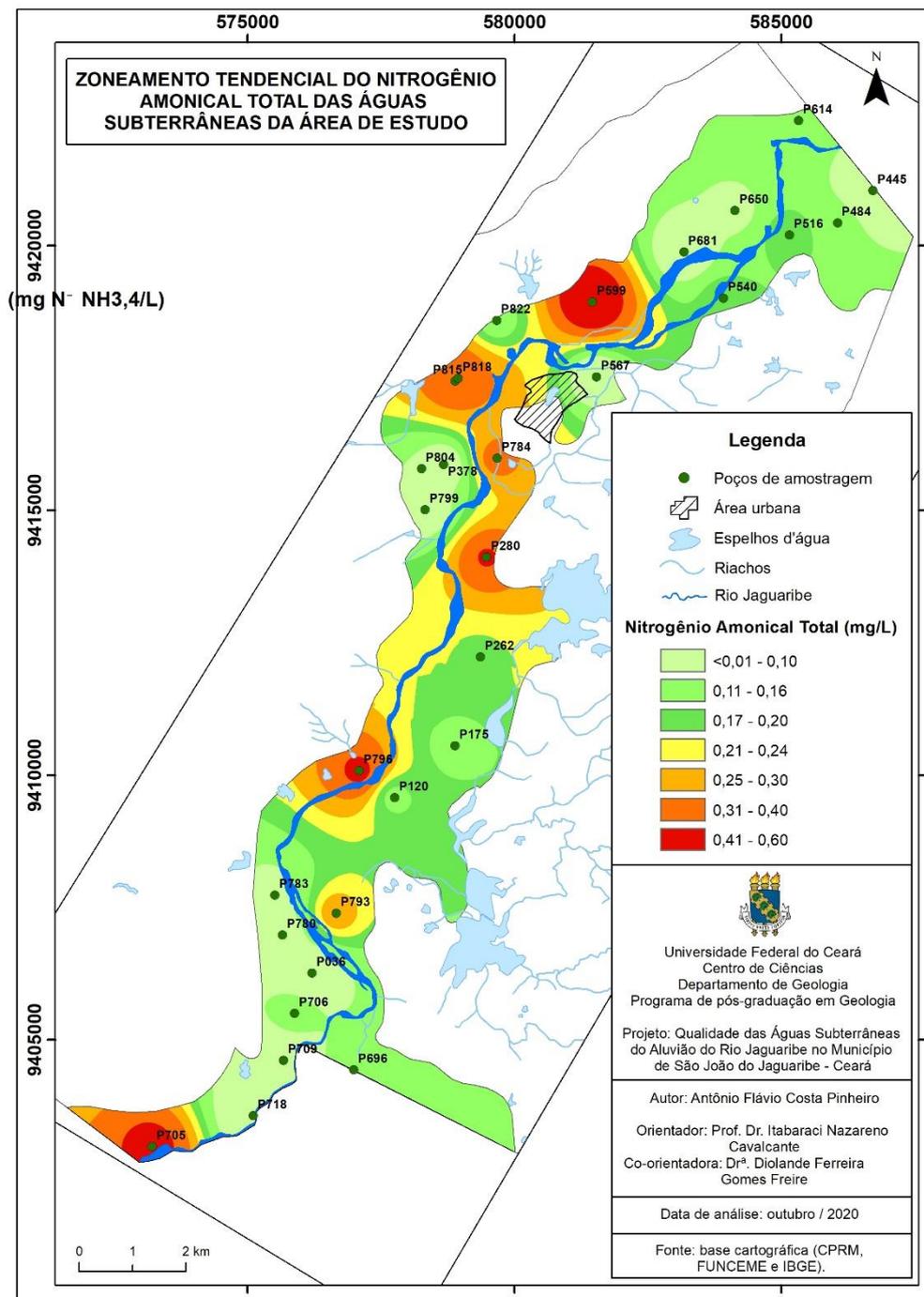
6.2.13 Nitrogênio Amonical Total

Nas águas naturais ou nas águas de efluentes, o nitrogênio pode estar presente sob diversas formas quantificáveis como Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Albuminoide, Nitrogênio Orgânico, Nitrito e Nitrato, cujas concentrações somadas constituem o Nitrogênio Total. Todas essas formas nitrogenadas, inclui-se também o nitrogênio em sua forma gasosa (N_2), fazem parte do ciclo do nitrogênio.

O Nitrogênio Orgânico (Nitrogênio Albuminoide) que é aquele incorporado em substâncias orgânicas é resultante de excreções e da morte de seres vivos e até mesmo da presença de aminoácidos e proteínas. Sua transformação em Nitrogênio Amoniacal e, posteriormente, íon amônio (NH_4^+) manifesta o início da oxidação, acarretando na formação de nitrito, para, no processo subsequente, ser convertido em nitrato, indicando contaminação na água (FROTA e VASCONCELOS, 2019; VIEIRA, 2017; OLIVEIRA, 2014). O Nitrogênio amoniacal ($NH_3 - N$) é considerado como a forma intermediária, em condições não totalmente ionizada, a partir de secreções ou mortes de animais, assim como pode ser resultante efluentes domésticos e/ou industriais. Submetido à ação microbiológica sofre degradação, decomposição e hidrólise, resultando no íon amônio (NH_4^+). A concentração de Nitrogênio Amonical Total é tida na literatura da química e das ciências ambientais como a soma dos teores de Nitrogênio Amonical na forma ionizada ($N - NH_4$) e não ionizada ($N - NH_3$). Gonçalves et al. (2011, p. 1) afirmam que: “A amônia total, ou nitrogênio amoniacal total, refere-se à soma das formas iônica (NH_4^+) e molecular (NH_3). Quando se discute a toxicidade da amônia, deve-se diferenciar muito bem de qual das duas formas está se tratando, visto que sua forma mais tóxica é a amônia não-ionizada (NH_3)”. O

nitrogênio amoniacal pode ser usado como referência para classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. A presença de nitrogênio amoniacal (amônia total) em água, expressa que há matéria orgânica em decomposição e que esse ambiente tem níveis baixos de oxigênio. Sobre a concentração de nitrogênio amoniacal total (NAT) ver o mapa 20:

Mapa 20 – Zoneamento tendencial de nitrogênio amoniacal total



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Das águas analisadas, 7 (23,35%) apresentam resultados $< 0,01$ mg/L. A concentração máxima é de 0,6 mg/L e a menores apresentam valores $< 0,01$. Nota-se que as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal total estão nas amostras P599 (0,60 mg/L), P705 (0,46 mg/L), P796 (0,44 mg/L), P280 (0,42 mg/L), P818 (0,40 mg/L), P815 (0,38 mg/L), P784 (0,36 mg/L). Fazendo analogia entre essas maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, amônia, nitrito e nitrato, verifica-se correlação entre as amostras dos parâmetros, com exceção do nitrato. Essa correlação, de certa forma, também é manifestada comparando as figuras de zoneamento dos parâmetros. É importante lembrar que a amônia total que é a soma das frações de amônia livre (NH_3) e amônia ionizada (NH_4^+). Assim, é coerente que exista uma relação íntima entre o nitrogênio amoniacal total com a amônia e com o nitrito que correspondem as fases inicial e intermediária do processo de oxidação do nitrogênio, ou seja, na dinâmica de amonificação e de nitrificação, enquanto que o nitrato corresponde o encadeamento final da nitrificação.

As fontes de concentração do nitrogênio amoniacal total se explicam pelas mesmas das concentrações de amônia e de nitrito, estando relacionadas ao uso e ocupação do solo, como as atividades agrícolas com produção de biomassa, uso de agrotóxicos e de fertilizantes nitrogenados, pecuária associada com a produção de biomassa como capim, além dos resíduos dos animais, carcinicultura com destino inadequados dos despojos, ineficiência do sistema de saneamento, em essencial na zona de maior densidade populacional que é a cidade e toda sua zona de influência ambiental direta, com presença de fossas inadequadas, vazamento de esgoto, além do destino inadequado dos resíduos sólidos, principalmente da sede municipal, que ainda é jogado num lixão próximo ao sítio urbano. No que concerne a potabilidade, a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA nº 396/2008 não estabelecem valores de referência para esse parâmetro.

6.2.14 Fluoreto

O flúor faz parte da composição dos dentes e dos ossos; é o elemento mais leve do grupo dos halogênios. Marins Neto *et al.* (2017, p.8) destacam que: “O Fluoreto constitui aproximadamente 0,03% da crosta terrestre, e é encontrado principalmente na forma de fluoreto, CaF_2 ; criolita Na_3AlF_6 e flúor-apatita $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ ”. Sendo o mais

eletronegativo dos elementos químicos, em soluções formam íons fluoreto (F⁻). Consoante Marimon (2006), em condições ambientais superficiais é mais frequente encontra-lo formando complexos com alumínio, ferro, boro, em meios ácidos. Ele é um elemento tipicamente litófilo e encontrado em maiores concentrações nas rochas ígneas alcalinas, ácidas e intermediárias. Ainda sobre a concentração de flúor nas rochas. Marimon (2006; p. 44-45) defende que:

Correlações positivas do flúor têm sido estabelecidas em complexos graníticos com Be, Li, B, Mn e Mg. Nos pegmatitos foi determinada a temperatura de cristalização da fluorita entre 450°C e 550°C... Em granitos alcalinos, a fluorita ocorre intersticial ou em veios pegmatíticos com apatita, cassiterita, topázio, lepidolita... Nas rochas sedimentares são raros os minerais que contém flúor e entre estes destacam-se apatita, aragonita, argilominerais, opala e fluorita. São registradas concentrações médias de flúor em arenitos, folhelhos, rochas carbonáticas, carvões e fosforitos. A fluorita também é encontrada no cimento de arenitos e em sedimentos calcários. Em rochas metamórficas o registro de minerais de flúor é raro, podendo haver registros ocasionais de fluorita e apatita em xistos e gnaisses.

Ainda sobre fontes de fluoretos, esses autores advogam que a principal fonte em rochas ígneas é a fluorita. Martins *et al.* (2002) dizem que a mineralização com flúor pode ser explicada pela percolação das águas por veios hidrotermais e pela dissolução de uma mineralogia constituída por anfibólios, biotita, fluorita e apatita. A ocorrência do flúor além nas águas além de poder ser relacionada está relacionada comumente aos processos ígneos ou magmáticos, pode ter origem antrópico pelo uso de adubos fosfatados enriquecidos em flúor. As concentrações do flúor na natureza variam desde as concentrações-traço, podendo chegar a concentrações elevadas de até 2.800 mg/L. O fluoreto ocorre em baixas concentrações nas águas superficiais e subterrâneas, mas os intemperismos de rochas sob ações antropogênicas podem aumentar as concentrações. Por possuir solubilidade limitada pouco contribui para a alcalinidade da água, pois se hidrolisa rapidamente (PANAGOULIAS & FILHO, 2005).

A concentração do flúor nas águas naturais depende de um conjunto de fatores, tais como pH, presença ou não de complexos minerais, capacidade de troca iônica de minerais, granulometria, tipo da litologia e o tempo de residência das águas. A decomposição dos minerais por hidrólise pode aumentar a concentração de fluoreto nas águas superficiais. Sobre as concentrações de fluoreto em águas subterrâneas Feitosa *et al.* (2008, p.338) dizem que:

Fluoreto possui solubilidade limitada e pouco contribui para a alcalinidade da água, pois sofre hidrólise rapidamente. Os fluoretos frequentemente são encontrados em pequenas concentrações nas águas subterrâneas [...]

Normalmente ocorrem em concentrações entre 0,1 e 1,5 mg/L nas águas naturais, podendo chegar, às vezes, até 10 mg/L e, raramente, a 50 mg/L em águas muito sódicas com pouco cálcio [...] Em regiões áridas, os fluoretos podem aparecer com quantidades elevadas. A presença do cálcio limita a concentração do flúor.

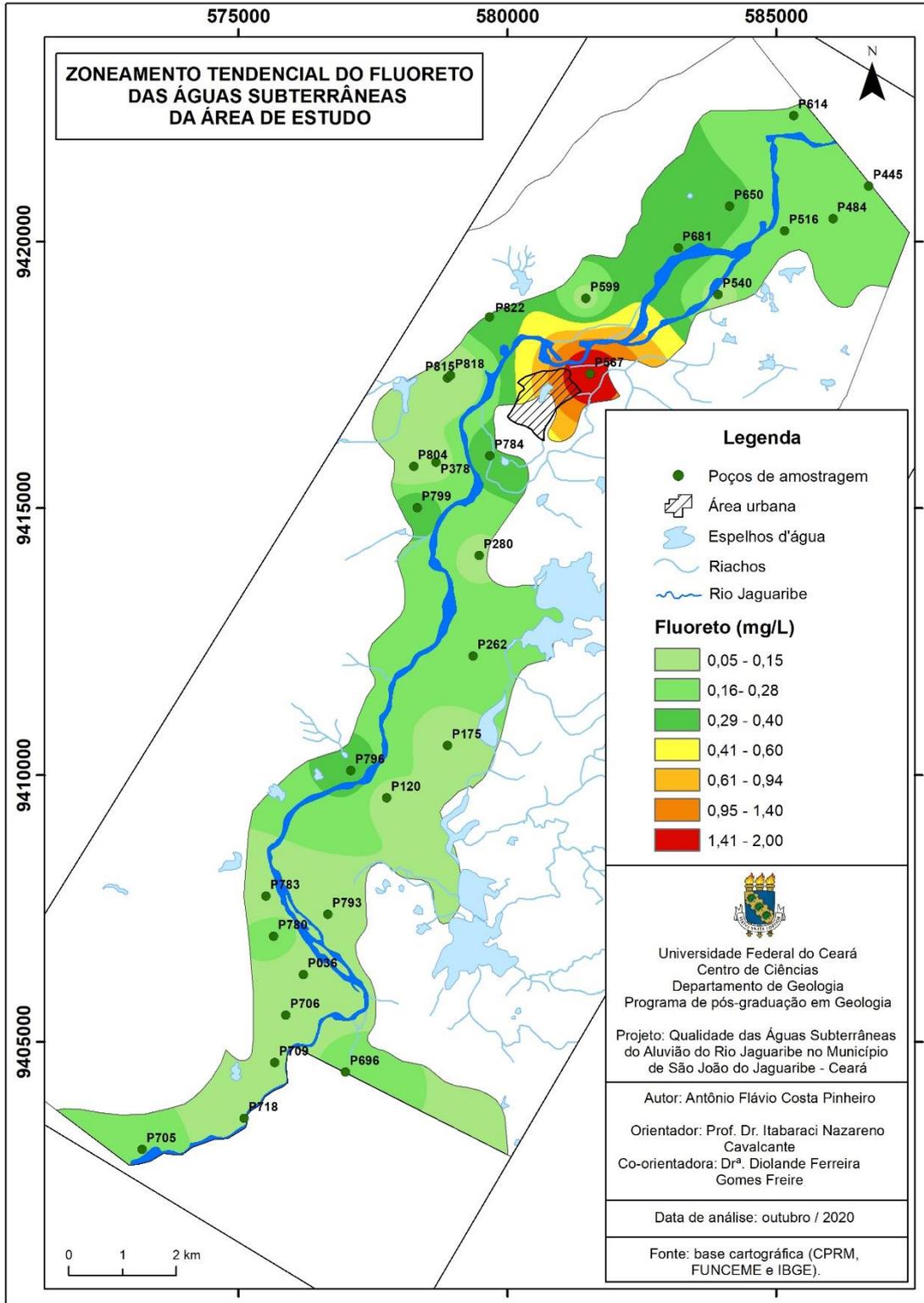
Esses autores afirmam também que o flúor em baixa quantidade, como 1,5 mg/L é favorável para a saúde como na prevenção de cáries dentárias, mas acima disso pode gerar fluorose, manifestada por manchas nos dentes, mas acima disso pode levar o ser humano à morte, além de ser tóxico para os vegetais. No que concerne ao uso de água fluoretada no abastecimento público para saúde bucal tem influenciado de maneira significativa na diminuição da cárie dental, em essencial em crianças e adolescentes; sobre a concentração de tração adequada de flúor na água, da Silva *et al.* (2013, p.430) afirmam que:

A Organização Mundial de Saúde preconiza como valores mínimos de flúor na água de abastecimento público, em locais com temperaturas máximas oscilantes entre 26,4 a 32,5°C, valores entre 0,6 e 0,7 mg/L e, entre 21,5 a 26,3°C, entre 0,8 a 1,0 mg/L; sendo as médias entre 0,7 e 0,8 mg/L. Para regiões tropicais, onde a ingestão de líquidos é maior devido às elevadas temperaturas, a concentração de flúor recomendada está em torno de 0,5 a 0,7 mg/L.

Ainda sobre a disponibilidade de água no Brasil Lacerda *et al.* (2020) afirmam que entre 2000 e 2008, 8,6% da população brasileira passou a receber o benefício do flúor, o que fez aumentar a taxa de cobertura de 67,7% para 76,3%, sendo esse crescimento, contudo, maior nas regiões sul, sudeste e centro oeste, com um crescimento mais tímido nas regiões norte e nordeste. É importante destacar que para Brasil – Ministério da saúde (2018, p.10) diz que: “a concentração ideal de flúor na água de consumo depende do clima de cada região. Em locais de clima quente, por exemplo, devido ao maior consumo de água, a concentração de flúor presente nesta deve ser inferior à determinada para regiões de clima frio”. Alerta-se, também que, para uma prevenção contra a fluorose (doença que se manifesta pelo uso prolongado de doses acima do recomendado pela OMS), a importância de se conhecer a concentração de flúor a que a pessoa está exposta, especialmente pelo consumo de água, quer seja de fontes naturais, quer seja de fontes industrializadas, inclusive como estratégia de identificação da fonte do flúor. Sobre a ocorrência de fluorose dental pode estar associada ao consumo de água subterrânea com concentração excessiva de flúor, consoante Brasil – Ministério da saúde (2018), com base em estudos feitos em 500 poços tubulares profundos no vale do Rio Pardo e rio

Taquari no Rio Grande do Sul. Acerca das concentrações de fluoretos nas trinta amostras analisadas, ver o mapa 21:

Mapa 21 – Zoneamento tendencial de fluoreto



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

No tratamento estatístico obtém-se máximo 2,00 mg/L, mínimo de 0,05 mg/L com média de 0,24 mg/L, mediana de 0,15 mg/L, moda de 0,10 mg/L, variância de 0,12 mg/L e desvio padrão de 0,35 mg/L. Observa-se que as amostras com maiores concentrações de fluoreto são P567 (2,00 mg/L), P681 (0,40 mg/L), P784 (0,40 mg/L), P796 (0,40 mg/L), P7999 (0,40 mg/L), P822 (0,40 mg/L).

A amostra P567, que apresenta concentração máxima de fluoreto está situado, na margem direita da área aluvionar, próximo à mancha urbana, portanto numa zona de forte influência urbana e nas adjacências da massa granítica tardi a pós tectônica, pois, consoante Jacks *et al.* (2005), os granitos possuem teores considerados elevados de flúor. Sabe-se que, em águas subterrâneas, a concentração natural do flúor é influenciada pelas características geológicas, químicas e físicas do aquífero, como porosidade e acidez do solo e das rochas, da temperatura, da ação de outros compostos e da profundidade dos poços. Esta manifestação deve ser proveniente da dissolução de minerais pela percolação e circulação da água no pacote de sedimentos, uma vez que não há, aparentemente, interferência ou contaminações superficiais. Sobre a influência das rochas graníticas e metamórficas nas concentrações de flúor nas águas naturais do Ceará, merecem destaque os estudos de Frizzo (2006, p. 53) que afirma:

O maior teor registrado foi de 6,29 mg/L na amostra de um dos poços tubulares situados próximos ao rio Acaraú, que fazem parte do sistema de abastecimento de Santana do Acaraú [...] As rochas ocorrentes na área são paragnaisses com ortognaisses ácidos e metabásicas da Unidade Canindé do Complexo Ceará, do Paleoproterozóico, vulcânicas básicas a ácidas paleozoicas da Formação Parapuú do Grupo Jaibaras e os depósitos arenos-argilosos aluvionares ao longo do rio Acaraú. A origem provável deste elemento é litogênica, seja por enriquecimento em termos alcalinos das rochas vulcânicas Parapuú ou por fluidos hidrotermais circulantes em falhas e fraturas, pois a cerca de 120 km em direção SW, acompanhando o extenso sistema de falhamentos que corta a área, ocorre o mineral Fluorita (CaF_2) no contato tectônico entre o granito Mucambo, componente da Suíte Granitoide Meruoca (paleozoica) e conglomerados da Formação Aprazível do Grupo Jaibaras.

A concentração de fluoretos nos citados pontos não pode ser explicada por um único fator determinante, mas sim por uma complexidade de fatores. Pode ter influência, também, do processo de lixiviação dos sedimentos aluviais e eluviais, assim como de litotipos graníticos (hornblenda granito, biotita granito etc.) e, principalmente, veios pegmatíticos, que possam estar situados nas proximidades. Associado ao processo de lixiviação merece destaque a convergência de fluxo de água em subsuperfície e em superfície. A origem do flúor nestas águas pode estar

relacionada à dissolução da fluorita, à troca iônica e dissolução de minerais micáceos e seus produtos de alteração (argilominerais). Nos solos arenosos a quantidade de fluoreto é maior do que em solo argiloso, visto que o fluoreto fica adsorvido pelos argilominerais. Portanto, é possível os perfis do solo nos referidos pontos apresentam uma constituição mais arenosa que nos demais pontos. O fato da concentração de sílica ser a maior no poço com maior concentração em fluoreto reforça essa hipótese. No poço com valor anômalo de fluoreto (2,00mg/L), a concentração de sílica foi 48 mg/L.

O alto conteúdo em HCO_3^- favorece a solubilidade do flúor. Então, a concentração de fluoreto na amostra P567 pode ter influência nos teores significativos de bicarbonato, que também nessa amostra apresenta maior concentração. No aspecto geoquímico é importante levar em conta, também a ocorrência de complexos catiônicos com alumínio e cálcio. Como destacam Gomes *et al.* (2016, p.69): “Possui solubilidade limitada e pouco contribui para a alcalinidade da água, pois se hidrolisa rapidamente”. Não se pode desconsiderar, também, a contribuição antropogênica como o uso de fertilizantes que contenham fluoreto na composição.

Sabe-se, também, que a concentração de fluoreto tende a aumentar em profundidade no solo, contudo, as amostras analisadas foram coletadas em poços rasos em aquífero freático, o que não explicaria a anomalia da concentração de flúor de 2 mg/L na amostra P567, das trinta amostras analisadas, onde o mínimo é de 0,05 mg/L e média de 0,24 mg/L.

A presença de fluoreto nas águas está mais associada aos poços profundos, especialmente aqueles em substratos de gnaisses; já os poços tubulares, com menores profundidades, instalados em gnaisses exibiram águas com correlação expressiva entre o íon fluoreto, com os íons cálcio e magnésio, além do ferro total. Enfim, não se deve ficar restrito a um único fator para explicar a concentração de determinado parâmetro químico, mas sim, é importante considerar um conjunto de fatores.

É provável que a água daquela parte da aluvião tenha influência direta da massa granítica próxima e até mesmo é possível pode ter alguma influência de resíduos urbanos e de resíduos agropecuários pela presença de atividade de capineira e de vacaria. O valor de referência para fluoreto estabelecido pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e pela Resolução CONAMA Nº 396/2008 é de 1,5 mg/L. Comparando com os dados obtidos,

apenas o poço (P) 567, com 2 mg/L apresenta valor acima do limite aceitável, no que concerne à potabilidade em relação ao fluoreto.

6.2.15 Cloretos

Toda água contém cloretos em quantidades variadas. Esse ânion é carregado para os mananciais pela dissolução de sais solúveis contidos no solo e nas rochas. O comportamento da água do solo é definido pelas pontes de hidrogênio que originam as forças de coesão, de adesão e as forças gravitacionais. Devido às forças de coesão e adesão, a água se movimenta nos macros e micro poros, levando com ela as substâncias e íons nela dissolvidos.

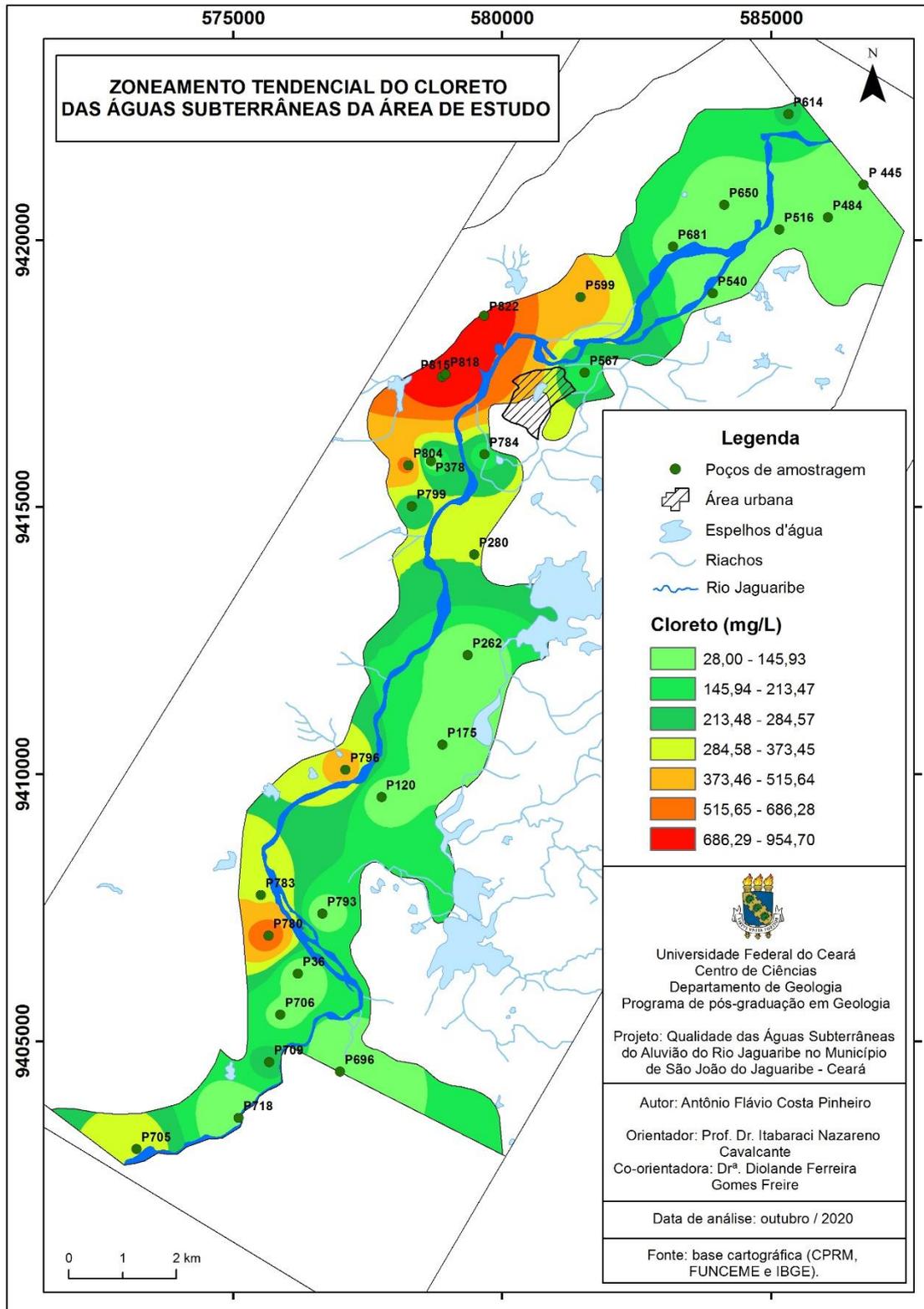
A determinação dos níveis do íon Cl^- , juntamente com o N e número de bactérias são indicativos para se conhecer o estado de poluição de um meio hídrico como um aquífero. É importante ressaltar que os aquíferos de rochas cristalinas estão mais propícios a ter um maior percentual de cloretos que os aquíferos sedimentares. Os cloretos são solúveis e estáveis em solução e normalmente não formam precipitados. Minerais fontes de cloro são halita (NaCl) e silvita (KCl) o que resulta no aumento de STD. Sobre a importância do cloreto como parâmetro hidro químico para contextualização do aquífero, Lima *et al.* (2014, p. 281) advogam que:

Um dos parâmetros hidroquímicos que podem indicar características do meio percolado, quando se conhece o tipo de material aquífero, é a concentração de íon Cl^- , o qual está presente em praticamente todos os tipos de água. No entanto, esse íon também pode refletir problemas relacionados à poluição, por isso constitui um bom indicador de contaminação para fontes que, de maneira inadequada, recebem esgotos domésticos e para mananciais próximos a aterros sanitários e lixões.

No que concerne à influência no ser humano, Lenzi *et al.* (2012) defendem que concentrações razoáveis de cloreto não prejudicam o organismo humano, em regiões de escassez de água são usadas fontes com até 2000mg/L de cloreto. A partir da concentração de 250mg/L confere sabor salgado à água, razão pela qual este é o máximo permitido em águas de abastecimento público. É importante destacar a influência do aumento de cloreto nas águas, influenciando até na salinização dessas águas pelo uso de adubação química. As águas de irrigação também devem ter teores do íon Cl^- controlados para evitar a salinização do solo da região e, conseqüentemente, interferir na pressão osmótica e dificultar a retirada de água pelas

plantas. Acerca das concentrações de cloretos nas tintas amostras analisadas, ver o mapa 22:

Mapa 22 – Zoneamento tendencial de cloreto



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021.

No tratamento estatístico obtém-se máximo 954,7mg/L, mínimo de 28mg/L com média de 266,08mg/L, mediana de 140,5mg/L, moda de 0,10mg/L, variância de 72403,64mg/L e desvio padrão de 269,08mg/L. As amostras com maiores concentrações de cloreto são P815 (954,70mg/L), P818 (869,70mg/L), P822 (854,70mg/L), P780 (673,80mg/L), P804 (577,80mg/L).

Analisando a figura de representação de zoneamento das concentrações percebe-se que as amostras com maiores concentrações de cloreto estão situadas na margem esquerda do fluxo do rio e, principalmente na região próxima a mancha urbana (situada para o lado oeste) e próximo as litologias metamórficas do complexo Jaguaretama e das litologias da suíte granítica milonitizada situada em cotas mais elevadas.

É importante considerar a dinâmica do intemperismo físico-químico e pela dinâmica de lixiviação nas rochas, em essencial na quadra chuvosa, além dos sistemas de fraturas que contribuem para o fluxo hídrico das rochas para o pacote aluvionar. As concentrações não são intensas como nas amostras do lado esquerdo, mas percebe-se também em alguns setores como na parte aluvionar situada entre a mancha urbana e a suíte granitoide tardi a pós tectônica.

Todos os fatores são possíveis e não devem ser considerados isoladamente, mas sim numa totalidade, em uma integração sistêmica, se deve considerar as influências antrópicas pelo modelo de uso e ocupação do solo como a carcinicultura com seus resíduos, a agropecuária com o uso indiscriminado de agrotóxicos e de fertilizantes químicos, assim como os efluentes domésticos de composição orgânica e de constituição química como detergentes. É importante enfatizar que todos as amostras com maiores concentrações de cloreto foram coletadas de poços com atividade de carcinicultura na propriedade rural.

É importante ressaltar, também, a relação entre as concentrações de sais com a de STD. Sabe-se que os índices de STD aumenta com a acentuação dos índices de sais em solução. As amostras com maiores valores de STD são P815, P822, P804, P818, P780, P796. Isso equivale, por questão lógica, as mesmas amostras com maiores valores de concentrações com cloretos.

A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA 396/2008 estabelecem 250mg/L como valor máximo de referência. A partir desse valor de referência constata-se que 11 amostras

(36,70%) apresentam > 250 mg/L de cloreto e 19 amostras (63,30%) apresentam ≤ 250 mg/L de cloreto.

6.2.16 Sódio

O sódio é um dos elementos químicos mais abundantes nas águas subterrâneas; entre seus principais minerais fontes destacam os feldspatos que são instáveis diante dos processos intempéricos, principalmente ao intemperismo químico. Sobre a geoquímica do sódio, Albarèbe (2016, p. 338-339) diz que:

O sódio é um elemento alcalino, volátil e litófilo [...] Na crosta, o sódio é essencialmente hospedado pelo componente albita do feldspato plagioclásio. Em contraposição ao potássio, não há um argilo mineral abundante e de relevância geológica que seja rico em Na, e a maior fração desse elemento nas rochas sedimentares está em feldspatos detríticos. Os evaporitos contendo halita (NaCl) representam outro importante reservatório superficial de Na [...] Basaltos contêm tipicamente de 2 a 3% em peso de Na₂O e os magmas graníticos, de 3 a 4% em peso desse óxido [...] Há um forte contraste entre o comportamento de K e Na em condições de subsuperfície, pela ausência de uma fase estável e abundante que seja rica em Na.

Assim como o cloreto, o sódio é o um dos principais responsáveis pelo aumento gradativo da salinidade das águas naturais do ponto de vista catiônico. Os sais formados nestes processos são muito solúveis. O sódio ocorre em quantidades variáveis, comumente na forma de cloreto ou de bicarbonato de sódio, em quantidade significativa nas águas naturais ele é concentrado nos oceanos, com uma média de 10.000 ppm.

Em águas naturais doces a concentração varia de 1 a 150 mg/L, sendo que nas águas subterrâneas o teor de sódio varia entre 0,1 e 100mg/L, havendo um enriquecimento gradativo deste metal a partir das zonas de recarga (FEITOSA *et al.*, 2008). No que que concerne a manifestação de sódio nas águas, esses autores advogam:

O sódio reage fortemente com a água, produzindo o hidróxido (NaOH), e com a amônia, produzindo o amideto de sódio ($2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2$). As águas naturais com elevados teores de Na⁺, geralmente possuem elevadas concentrações de F⁻. Nas águas subterrâneas o sódio ocorre, principalmente, sob a forma de cloretos, tendo como minerais fontes os feldspatos plagioclásios feldspatoides (nefelina e sodalita), anfibólios e piroxênios (p. 335).

Esses autores reforçam que em águas subterrâneas, a quantidade de sódio presente na água é um elemento limitante de seu uso na agricultura. Nas águas de irrigação, o conteúdo de sódio é extremamente crítico, particularmente nas águas que estão sendo utilizados em solo argilosos, com baixo conteúdo de ar e permeabilidade pobre.

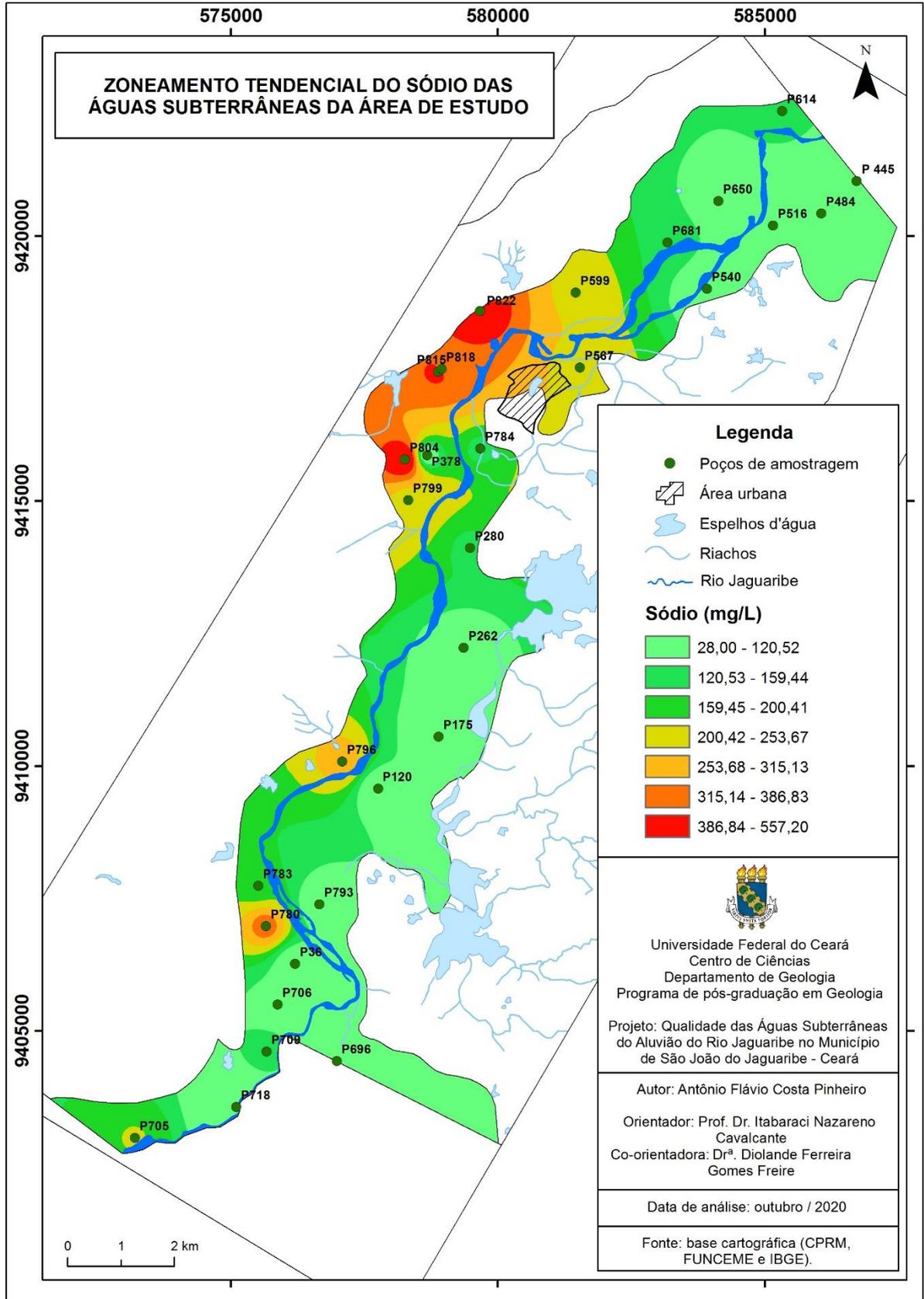
Alta concentração de sódio no solo o deixa endurecido, prejudicando as culturas. O perigo do uso de uma água com alto conteúdo de sódio, na irrigação, não depende tanto do conteúdo absoluto de Na^+ quanto da quantidade relativa de Na^+ nos cátions totais, pois processos de troca de cátions, com substituição do Na^+ do solo por Ca^+ e Mg^+ , podem reduzir o efeito da saturação do solo.

Concentrações altas, além de serem prejudiciais para as plantações, pode reduzir a permeabilidade da massa pedológica. Gomes *et al.* (2016, p.67) reforçam que: “As maiores concentrações de sódio nas águas têm origem em altas concentrações de bicarbonato e com isso, a redução do cálcio e magnésio na solução do solo”. Os efeitos nocivos se agravam quando os teores de cálcio e de magnésio são baixos.

Quase todos os esquemas para classificação de águas para irrigação dependem, quer direta ou indiretamente, do conteúdo relativo de sódio. Altos níveis de sódio, conforme podem também causar distúrbios nutritivos nas plantas, principalmente por retardar a absorção de cálcio, magnésio e potássio pelas mesmas (COSTA FILHO,1998; FEITOSA *et al.*, 2008). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o valor máximo recomendável de sódio na água potável é 200mg/L.

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 557,20 mg/L, mínimo de 28,00 mg/L, média de 170,11 mg/L, variância de 20581, 57, moda de 60,00 mg/L e desvio padrão de 143,46 mg/L. A partir dos dados de concentrações de sódio nas 30 amostras analisadas foi produzido o mapa 23:

Mapa 23 – Zoneamento tendencial de sódio



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Detecta-se que as maiores concentrações de sódio estão nas amostras P804 (557,20 mg/L), P822 (485,80 mg/L), P815 (423,60 mg/L), P780 (369,50 mg/L), P818 (352,10 mg/L), P796 (309,70 mg/L). Essas amostras correspondem também as amostras com maiores valores de STD. As duas amostras com maiores concentrações de sódio (P804 e P822) coincidem com as duas amostras com maiores valores de bicarbonato. Todas as amostras citadas com as que apresentam as maiores concentrações de sódio são as mesmas amostras que apresentam as maiores concentrações de cloreto, o que mostra uma relação geoquímica íntima entre esses dois sais, o que mostra também uma identidade com as fontes, como o substrato cristalino, em especial os litotipos graníticos, lixiviação do material aluvionar, além de resíduos de atividades antrópicas.

Sabe-se que as águas em suas condições naturais já contêm algum quantitativo de sódio pelo processo hidrodinâmico nos substratos rochosos e nos sedimentos e o sódio é bastante solúvel em água na forma iônica (Na^+), assim como nas plantas e nos animais. Na área estudada, além de ser por processos naturais, o crescimento da concentração de sódio nas águas também pode se dar por resíduos de esgotos domésticos, resíduos de componentes usados na agropecuária e na carcinicultura.

Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) estabelece como referência o valor máximo de 200 mg/L. A Resolução CONAMA Nº 396/2008 não estabelece nenhum valor de referência. Constata-se, portanto, que 20 amostras (66,67%) apresentam ≤ 200 mg/L de sódio e 10 amostras (33,33%) apresentam > 200 mg/L de sódio. Portanto, a maioria das amostras está dentro das condições de potabilidade, no que concerne as concentrações de sódio, para o consumo humano

6.2.17 Potássio

O potássio, que também é considerado abundante na crosta terrestre, assim como o sódio, é um elemento alcalino, volátil e litófilo. Na crosta terrestre, ocorre em rochas metamórficas, sendo mais marcante a ocorrência em rochas ígneas com sua mineralogia rica em feldspatos alcalinos (k-feldspatos), micas e anfibólios. Está bastante presente, também, em argilominerais, principalmente em feldspato detrítico, esmectita, illita. Ainda sobre a geoquímica do potássio, Albarèbe (2016, p. 338) diz:

No intemperismo, em baixa temperatura, os feldspatos reagem com água para produzir argilominerais. A illita é um argilomineral rico em K e sua presença como mineral residual faz com que a concentração de potássio seja baixa nas soluções aquosas de baixa temperatura (rios, água do mar). Portanto, o potássio é transportado para o mar principalmente na forma de partículas em suspensão.

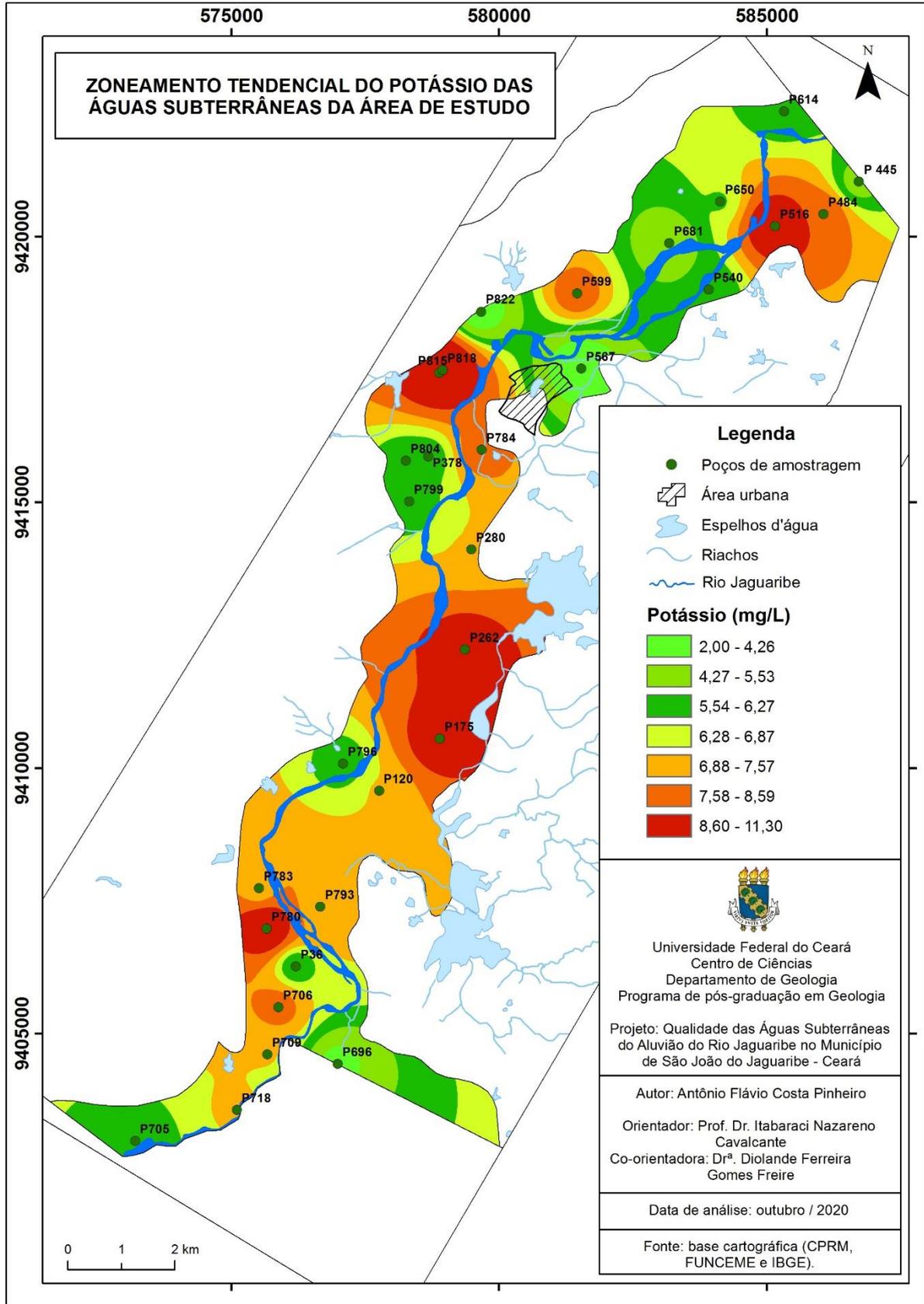
O Granito é uma rocha ígnea que tem como composição mineralógica básica quartzos, feldspatos (ortoclásio, sanidina, microclima), micas (biotita, muscovita), plagioclásios, além de pode conter minerais acessórios como berilo, turmalina, granada, anfibólio entre outros. Quartzo é considerado como resistato, sendo geoquimicamente estável no que concerne ao intemperismo físico-químico.

As moscovitas e os feldspatos apresentam uma estabilidade considerada moderada frente ao intemperismo; já os minerais máficos como as biotitas e anfibólios, considerados de maiores temperaturas de formação, são tidos como geoquimicamente instáveis frente ao intemperismo.

O potássio ocorre em pequenas quantidades ou está ausente nas águas subterrâneas devido a sua participação intensa em processos de troca iônica, além da facilidade de ser adsorvido pelos minerais de argila e de seus sais serem bastante utilizados pelos vegetais. Feitosa *et al.* (2008, p.335) afirmam que: “Nas águas meteóricas, os teores de potássio estão geralmente no intervalo de 0,1 a 4 mg/L. Os teores de potássio nas águas subterrâneas são inferiores a 10 mg/L, sendo mais frequentes valores entre 1 mg/L e 1,5 mg/L”. Valores da ordem de grandeza de 100 e 25.000 mg/L podem indicar a ocorrência de fontes quentes e salmouras.

O potássio é um elemento essencial às plantas, assim como à nutrição humana, atuando como cofator de muitas enzimas. É necessário para a secreção de insulina, fosforilação da creatinina e metabolismo de carboidratos e proteínas. Sais de potássio são também largamente usados em atividades industriais, podendo atingir as águas pelas descargas industriais. A partir das concentrações de potássio presentes nas 30 amostras analisadas foram feitos o mapa 24:

Mapa 24 – Zoneamento tendencial do potássio



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Por ser muito importante para o desenvolvimento dos vegetais é comum ser adicionado ao solo pela composição de fertilizantes industrializados. Portanto, a utilização dos fertilizantes nas culturas de irrigações pode interferir na qualidade da água subterrânea, pelo processo de lixiviação das terras agrícolas. O potássio raramente tem efeito adverso para o organismo humano. Entretanto, concentrações de cloreto de potássio na água subterrânea acima de 300 mg/L, além de causar um sabor “salobro” à água pode provocar efeitos laxativos em pessoas mais sensíveis.

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 11,30 mg/L, mínimo de 2,00 mg/L, média de 6,93 mg/L, mediana de 6,90 mg/L, moda de 5,60 mg/L, variância de 6,07 mg/L e desvio padrão de 2,46 mg/L.

Constata-se que as amostras com maiores concentrações de potássio são P815 (11,20 mg/L), P818 (11,20 mg/L), P516 (11,30 mg/L), P780 (11,00 mg/L), P175 (9,8 mg/L), P262 (9,8 mg/L).

Fazendo equivalência das seis amostras com maiores concentrações de potássio com as seis amostras com maiores concentrações de sódio, apenas três se equivalem (P815, P780 e P818).

Comparando as seis amostras com maiores concentrações de potássio com as seis amostras com maiores concentrações de cloreto, apenas três amostras são as mesmas (P815, P818, P780). Comparando as seis amostras com maiores concentrações de potássio com as seis amostras com maiores valores de STD, apenas três amostras são as mesmas (P815, P818, P780). Portanto, essas três amostras se equivalem no que concerne a maiores concentrações de potássio, sódio, cloreto e STD.

Fazendo analogia entre as figuras de zoneamento de sódio e de potássio, percebe-se que as manchas representando as maiores concentrações de sódio estão na parte esquerda da área aluvionar, nas proximidades da mancha urbana e em alguns setores na região SE – S, também da parte esquerda da área aluvionar. Já as manchas representando as maiores concentrações de potássio estão mais distribuídas em toda a área aluvionar, de norte a sul, tanto do lado esquerdo como do lado direito em relação ao fluxo do rio.

Essas concentrações de potássio além da contribuição das litologias do substrato cristalino da área como gnaisses e principalmente granitos ricos em K-feldspatos em sua mineralogia, como os monzogranitos, podem resultar da lixiviação dos sedimentos silto-argilosos da planície de inundação e dos sedimentos

arenoquatzosos. Afinal, Gomes *et al.* (2016, p.67) advogam que: “O potássio tem a tendência de estar sempre presente nos sedimentos argilosos em proporções maiores do que nas rochas ígneas”.

Em São João do Jaguaribe, principalmente a partir da década de 1970, se intensificou a inserção de insumos químicos nas atividades agrícolas como agrotóxicos e fertilizantes químicos pela lógica capitalista de produção e consumo. Entre os fertilizantes ricos em potássio pode-se destacar, conforme relatos de agricultores e por manuais sobre uso de adubos industrializados, o cloreto de potássio (KCl), nitrato de potássio (KNO₃), sulfato de potássio (K₂SO₄). A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008 não estabelecem nenhum valor de referência.

6.2.18 Ferro Total

O ferro, que normalmente ocorre associado ao manganês, é um elemento refratário e siderófilo muito frequente na superfície terrestre e seus maiores valores podem estar associados à presença de minerais ferromagnesianos componentes das rochas. Se manifesta sob diversas formas químicas e frequentemente aparece associado ao manganês.

Esteves (2011) advoga que ferro e manganês com seus compostos; são frequentes na superfície terrestre e comuns nas águas, se constituindo também como micronutrientes indispensáveis para o metabolismo dos seres vivos, além de ter relevância para o metabolismo de certas bactérias que obtêm energia para redução do CO₂, com a oxidação de formas reduzidas desses elementos.

A sua principal forma de ocorrência é como hidróxido férrico (Fe³⁺), mas pode ocorrer também hidróxido ferroso (Fe²⁺). Quando está no estado ferroso ele muda para o estado férrico na presença do oxigênio. Assim, a intensa concentração de oxigênio da atmosfera favorece o Fe³⁺, contudo, sabe-se que o intemperismo produz resíduo sólido que é transportado em suspensão em forma de colóides pelos fluxos de água ou acumula-se nas águas subterrâneas. A dinâmica de oxidação do Fe é de primeira ordem com relação ao Fe²⁺ e O₂ e, de segunda ordem com relação aos íons H⁺ (DAVISON, 1993). O Fe³⁺ hidratado é um ácido relativamente forte, razão pela qual, suas soluções tendem a apresentar baixos valores de pH (MANAHAN,

2013). Sobre a geoquímica e fontes do ferro no contexto da crosta terrestre, Albarèbe (2016, p.343-344) reforça que:

Na crosta em geral, o ferro ferroso é encontrado em anfibólio e biotita, e juntamente com Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+} e Ti^{4+} , em minerais da classe dos óxidos (magnetita, ilmenita). O ferro férrico acomoda-se com facilidade nos sítios tetraédricos de feldspatos e é por esse motivo que os granitos se tornam avermelhados quando afetados por intemperismo incipiente [...] Ele ocorre em diferentes formas de óxidos e hidróxidos de ferro (Ex: goethita, hematita, limonita), abundantes em solos, sedimentos e em nódulos ferromagnesianos e concreções em mar profundo. Argilominerais e carbonatos ricos em Fe são pouco comuns. Compostos orgânicos contêm proteínas ricas em Fe com diferentes funções, principalmente o transporte de oxigênio nas células (porfirinas) [...] O comportamento do ferro na interação água-rocha pode ser compreendido a partir das diferentes propriedades de Fe^{2+} e Fe^{3+} em solução. Apesar do Fe^{3+} ser fortemente complexado pelo íon Cl, a sua concentração é, em grande parte, limitada pela solubilidade dos hidróxidos de ferro férrico. Por outro lado, Fe^{2+} é altamente solúvel. Enormes quantidades de ferro podem ser transportadas em condições redutoras e precipitar-se quando as condições se tornam mais oxidantes.

Sobre as fontes de ferro para as águas subterrâneas, Feitosa *et al.* (2008) destacam os minerais ferromagnesianos (piroxênios, olivinas e biotitas, presentes nos litotipos também componentes dos solos lateríticos. Nos arenitos e nos folhelhos, os óxidos, os carbonatos e os hidróxidos de ferro constituem muitas vezes o material de cimentação. Além do processo de lixiviação do solo pode ser originado, consoante Mendes e Oliveira (2004), da poluição industrial ou mesmo do contato da água com o revestimento do poço (caso seja de ferro), parte da bomba e tubulações metálicas. É comum e natural a existência de elevados teores desse metal dissolvido sob a forma de Fe^{+2} quando as condições de pH se situam entre 2,0 a 5,5 em ambiente oxidante. Pode ser encontrado na água sob a forma reduzida (Fe^{2+}), mais solúvel, podendo, ainda, ser oxidado ao entrar em contato com o ar, precipitando-se sob a forma do íon férrico (Fe^{3+}) insolúvel, formando um depósito alaranjado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

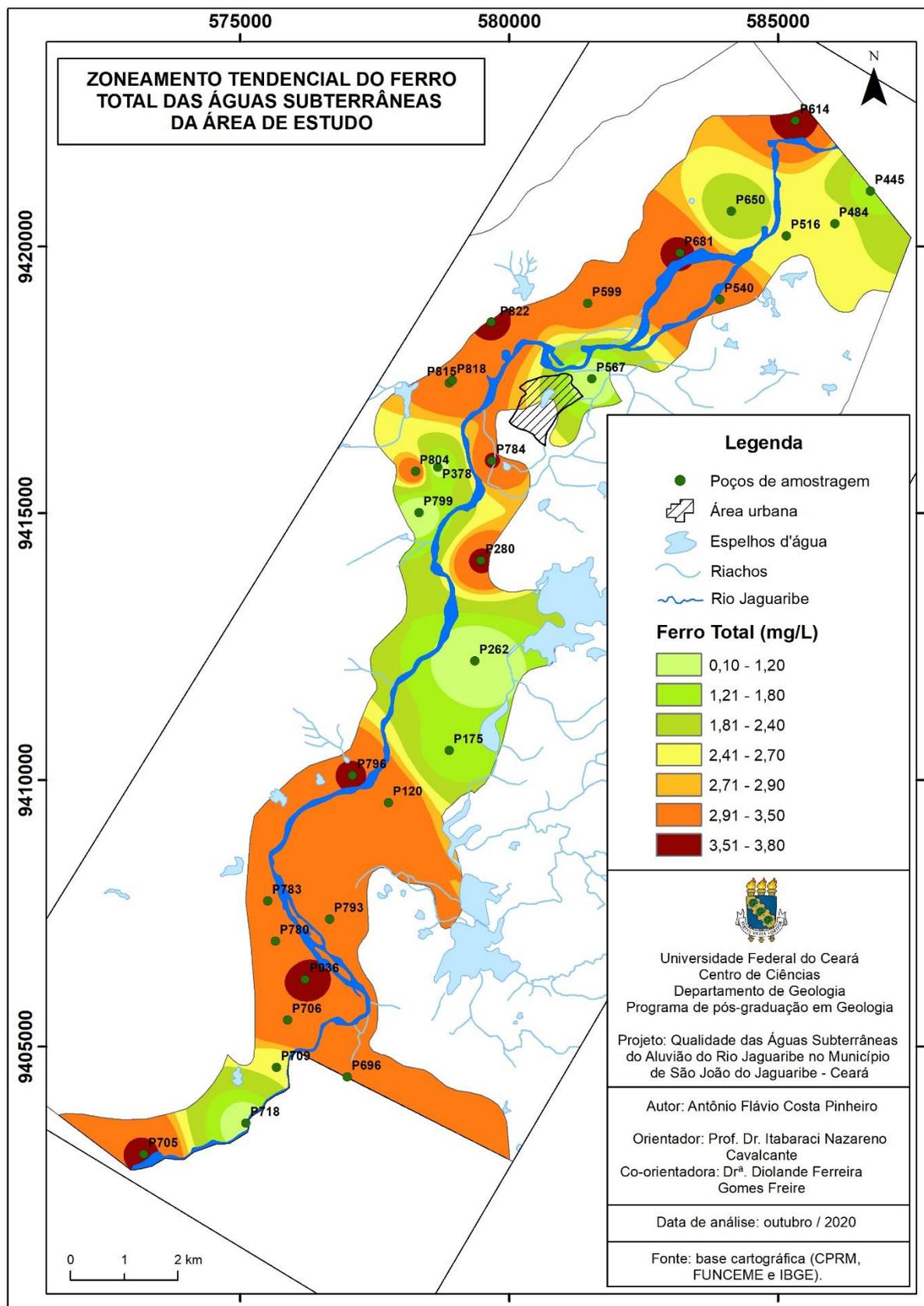
O ferro em grandes quantidades confere sabor e cor desagradáveis às águas, tornando-as inadequadas ao uso doméstico e industrial. O alto teor de ferro na água subterrânea pode estar ligado à ocorrência de ferrobactérias ou mesmo à corrosão do revestimento ou filtro do poço. Sabe-se que a avaliação do ferro nas águas subterrâneas, para o consumo humano, dá-se em função das suas propriedades organolépticas. Dependendo da temperatura, pH abaixo de 7,5 e baixas concentrações de oxigênio, a forma reduzida de ferro torna-se solúvel, principalmente sob forma de bicarbonato ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$), ou com íon Fe^{2+} em equilíbrio com hidróxido de ferro $\text{Fe}(\text{OH})_3$ após sua oxidação (DAVISON, 1991; WETZEL, 2001; MANAHAN,

2013). Sabe-se que os altos teores de ferro se manifestam principalmente em situações de ausência de oxigênio dissolvido. As condições reduzidas permitem que a água contendo ferro não apresente coloração, pois o ferro se encontra no estado ferroso (Fe^{2+}) e forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos. Já em ambientes oxidantes, o Fe^{2+} passa a Fe^{3+} dando origem ao hidróxido férrico, que é insolúvel tanto em meio alcalino como em meio ácido. Portanto, quando submetido a condições ácidas - redutoras associadas à matéria orgânica, a redução de ferro no estado divalente conduz alta mobilidade. As águas com alto conteúdo de Fe, ao saírem do poço são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar ficam amareladas-avermelhadas, pois, naturalmente, a associação “ar-água” favorece a transformação do hidróxido ferroso em hidróxido férrico. Vale ressaltar que as águas analisadas são de poços rasos (freáticos), portanto, em condições oxidantes.

Segundo Silva *et al.* (2006), no corpo humano o ferro atua na formação da hemoglobina (pigmento do glóbulo vermelho que transporta oxigênio dos pulmões para os tecidos). A sua carência pode causar anemia e seu excesso pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes. A avaliação do ferro nas águas subterrâneas para o consumo humano se dá em função de suas propriedades organolépticas. Delvin *et al.* (1998) afirmam que o acúmulo de ferro no fígado, no pâncreas e no coração pode levar a cirrose e tumores hepáticos, diabetes mellitus e insuficiência cardíaca, respectivamente. Mahan (2000), afirma, ainda, que o ferro em excesso pode ajudar a gerar quantidades excessivas de radicais livres que atacam as moléculas celulares, desta forma aumentando o número de moléculas potencialmente carcinogênicas dentro deles.

As altas concentrações de ferro não podem ser simplesmente explicadas como originadas do processo de intemperismo físico-químico e lixiviação dos minerais ferromagnesianos das rochas metamórficas como gnaisses e das rochas graníticas como monzogranitos e ganodioritos situadas nos terrenos próximos da aluvião, assim como da lixiviação do próprio pacote aluvionar com o ferro sendo conduzido para as águas de superfície e para as águas subterrâneas por uma lógica de dinâmica de fluxo, justificando uma maior presença de ferro nas águas. A partir dos dados de concentrações de ferro nas 30 amostras analisadas foi produzido o mapa 25:

Mapa 25 – Zoneamento tendencial do ferro total



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 3,80 mg/L, mínimo de 0,10 mg/L, média de 2,68 mg/L, mediana de 3,35 mg/L, moda de 3,60 mg/L, variância de 1,54 mg/L e desvio padrão de 1,24 mg/L.

As amostras com maiores concentrações de ferro são P36 (3,80mg/L), P614 (3,80mg/L), P280 (3,70 mg/L), P681 (3,70 mg/L), P822 (3,70 mg/L), P705 (3,60 mg/L), P784 (3,60 mg/L), P796 (3,60 mg/L), P804 (3,60 mg/L), P818 (3,60 mg/L).

A presença de ferro do ferro nas águas do aquífero aluvionar pode ser resultante da convergência de fluxos hídricos oriundos da Formação Faceira, localizadas na parte oeste da área numa altitude que varia de 100m a 120m, em direção à planície de inundação do referido Rio, situada numa altitude que varia de 30m a 50m. Vale lembrar que a Formação Faceira é constituída de conglomerados basais avermelhados, com seixos de calhaus, areia avermelhada além da presença de arenitos poucos litificados avermelhados e com cimento ferruginoso. Na área domina o material silto-arenoso de tonalidade vermelha com seixos de sílica nas adjacências.

Apesar do ferro não ser considerado essencialmente tóxico, a sua presença nas águas subterrâneas pode causar problemas ao abastecimento público de água, por se depositar em canalizações e por alterar propriedades da água tais como cor e sabor. Essa situação traz preocupação no consumo residencial e nas atividades agropecuárias, pois o excesso de ferro prejudica as culturas, além de o sistema de irrigação como o entupimento de canos.

Esse problema é enfrentado não só pelos agricultores de São João do Jaguaribe, mas também por todos do vale jaguaribano que usam água do aquífero aluvionar. Sobre os problemas enfrentados pela população, em consequência da alta concentração de ferro em água merece destaque os estudos de Menezes (1992) sobre o ferro nas águas em aluviões no Ceará. Ela diz que:

A nível estadual, observou-se, a princípio, que diversos sistemas de abastecimento de água, notadamente das aluviões dos rios Jaguaribe e Acaraú, cujas captações são constituídas de poços tubulares, apresentavam sérios problemas de obstrução, corrosão e incrustação com reflexo direto no usuário que reclama do sabor e da coloração da água. Em alguns casos, o processo de corrosão é tão intenso que as secções filtrantes são rompidas e todo o resto da estrutura metálica do poço é atingida. Procedeu-se, então, a construção de novos poços, substituindo-se os materiais de aço galvanizado por aço inoxidável e/ou PVC, pré-filtro mais bem selecionado e maior controle na desinfecção dos equipamentos de perfuração. A construção de uma nova captação resultava em um custo adicional elevado e o mais grave é que na maioria dos casos, as ferro-bactérias persistiam (p.2).

Na planície aluvionar do Rio Jaguaribe, em São João do Jaguaribe, discutida neste texto dissertativo, a presença de ferro é mais marcante principalmente nos poços situados na parte oeste da aluvião. A maior presença de ferro total nas amostras destacadas é marcada pela presença da “capa rosa” que deixa a água com uma tonalidade amarelada e produz uma crosta nas tubulações e manchas amareladas, no solo, nas plantações, nas paredes das caixas d’água.

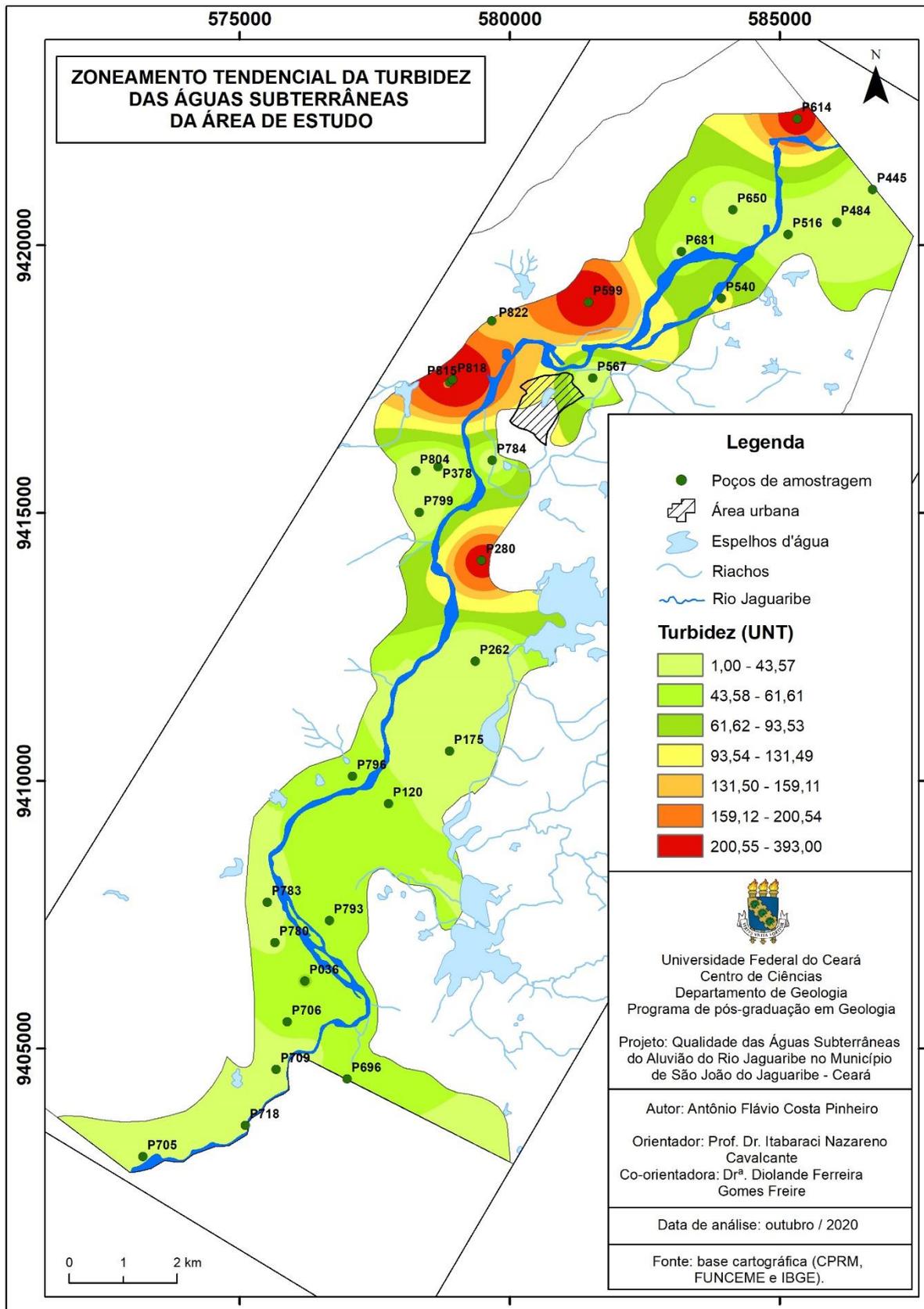
A constituição laterítica nessa formação geológica explica a sua tonalidade avermelhada. Além da proveniência de ferro a partir da Formação Faceira, é importante destacar, também, que foi mapeado hematita, provavelmente de origem hidrotermal, na encosta de um morro, situado nos limites do Complexo Jaguaretama e da encosta leste da Suíte Serra do Deserto, portanto, nas proximidades da planície aluvionar.

A Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008 estabelecem 0,3 mg/L, como limite tolerável para ferro. A partir dos valores de referências afirma-se que 28 amostras (93,33%) apresentam > 0,3 mg/L e 2 amostras (6,67%) apresentam ≤ 0,3 mg/L. Constata-se, então, que a maioria das águas analisadas está acima da referência estabelecida para ferro total, no que concerne as condições de potabilidade.

6.2.19 Turbidez

A turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz atravessar certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma. É causada por matérias sólidas em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila, coloides) e/ou detritos orgânicos (algas e bactérias, plâncton em geral) etc. Feitosa *et al* (2008, p.331) diz que: “Em geral, a turbidez é medida através do turbidímetro ou nefelômetro e os valores são dados em ‘FTU – Formazin Turbidity Unit’ ou em UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez, sendo esta última mais utilizada no Brasil”. Essa medição pode ser feita com o turbidímetro, que compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez. Sobre o zoneamento das concentrações de turbidez na área, ver o mapa 26:

Mapa 26 – Zoneamento tendencial da turbidez



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

A cor da água interfere negativamente na medida da turbidez devido à sua propriedade de absorver luz. Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o limite máximo de turbidez em água potável deve ser 5 UNT. A erosão das margens do Rio, normalmente devido ao mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez principalmente das águas de superfície durante o período chuvoso. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. As águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez. Em alguns casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar.

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 393 UNT, mínimo de 1 UNT, média de UNT, mediana de 39 UNT, moda de 19 UNT, variância de 8412 UNT e desvio padrão de 92 UNT. Constata-se que as amostras com maiores valores de turbidez são P818 (393 UNT), P599 (263 UNT), P280 (231 UNT), P614 (224 UNT), P815 (134 UNT), P540 (97 UNT), P36 (63 UNT), P793 (62 UNT), P696 (52 UNT), P706 (48 UNT).

Esses altos índices de turbidez podem ser explicados pelas grandes concentrações de ferro evidenciadas pelo fenômeno da capa rosa, as manchas de tonalidade amarelada-avermelhada nos terrenos, em plantações, nas tubulações, além do acúmulo de “capa rosa” nos orifícios internos destas, chegando à situação de entupimento.

A intensa turbidez pode ter influência, também, da lixiviação de colóides orgânicos resultante da grande geração de biomassa gerada pelas atividades agrícolas. É importante destacar que a maioria dos proprietários dos poços não tem o cuidado em tampar adequadamente a boca desses poços mesmo depois da exploração de água na irrigação.

Mesmo tendo sido feito o bombeamento d'água durante no mínimo de dez minutos antes da coleta de cada amostra para análise, é importante destacar que a maioria, no momento da coleta, não estava em atividade para irrigação. Como este parâmetro não deve ser explicado por um único fator determinante, é importante ressaltar que a coleta foi feita no final do mês de setembro, portanto na estação seca, não havendo a contribuição de recarga em função da pluviosidade.

Comparando que as dez amostras com os maiores valores de UNT com as dez amostras com as maiores concentrações de ferro percebe-se que somente quatro

amostras entre as dez com maiores concentrações de ferro estão entre as dez com maiores valores de turbidez. São as amostras P36, P614, P280, P818.

Não existe necessariamente, portanto, uma relação direta entre as concentrações de ferro com a turbidez. Portanto, além das concentrações de ferro, é preciso considerar vários fatores como a frequência de uso das águas, a intensidade de uso, a proteção da boca do poço e o tipo de atividade econômica desenvolvida no terreno.

Observando o mapa de zoneamento e considerando a referência limite de concentração de ferro na água e a referência limite para turbidez no que concerne à potabilidade, determinadas pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS), constata-se uma correlação entre as amostras que estão além dos limites estabelecidos pela portaria.

De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) o valor máximo permitido para o consumo humano é de 5 UNT que são os valores expressos, normalmente, em Unidades Nefelométricas de Turbidez - UNT. Não existe determinação em relação a esse parâmetro na Resolução CONAMA Nº 396/2008.

A partir destas referências, afirma-se que 29 amostras (96,67%) das amostras apresentam > 5 UNT de turbidez e apenas 1 amostra (3,33%) apresentam \leq 5 UNT de turbidez. A maioria das amostras analisadas estão fora das condições de potabilidade, no que concerne a turbidez.

Constata-se, também, que das 29 amostras que apresenta VPM > 5 UNT de turbidez e das 28 amostras com VPM > 0,3 mg de ferro total, existe uma correspondência entre 28 amostras. Somente a amostra P799 que apresenta turbidez além do limite, está dentro do VPM de concentração de ferro.

6.2.20 Sulfato

Esse ânion forma produtos químicos iônicos solúveis em água, com exceção do CaSO_4 , SrSO_4 , BaSO_4 (NUVOLARI, 2013). Se concentram fundamentalmente nos sulfetos e não se dissolve facilmente em silicatos. Embora apresente grandes quantidades em rochas sedimentares, na forma de sulfato e sulfeto, o enxofre ocorre em pequenas concentrações nas rochas ígneas. Nos

sedimentos, os principais repositórios dos sulfatos são os sulfetos, principalmente a pirita. Albarède (2016, p.346) afirma que:

Como os sulfatos, a forma oxidada do enxofre, são relativamente solúveis, esses minerais têm uma participação pouco importante na composição da crosta continental, com exceção de gipsita e anidrita em evaporitos, e de barita em veios hidrotermais. Na água do mar, de rios e da chuva, na qual quantidades substanciais de oxigênio estão presentes em solução, a forma estável do enxofre é a forma oxidada, sulfato SO_4^{2-} , que representa o terceiro íon mais abundante da água do mar. Nos magmas, o enxofre está presente como sulfeto, podendo ocorrer como sulfato nos granitos mais oxidados.

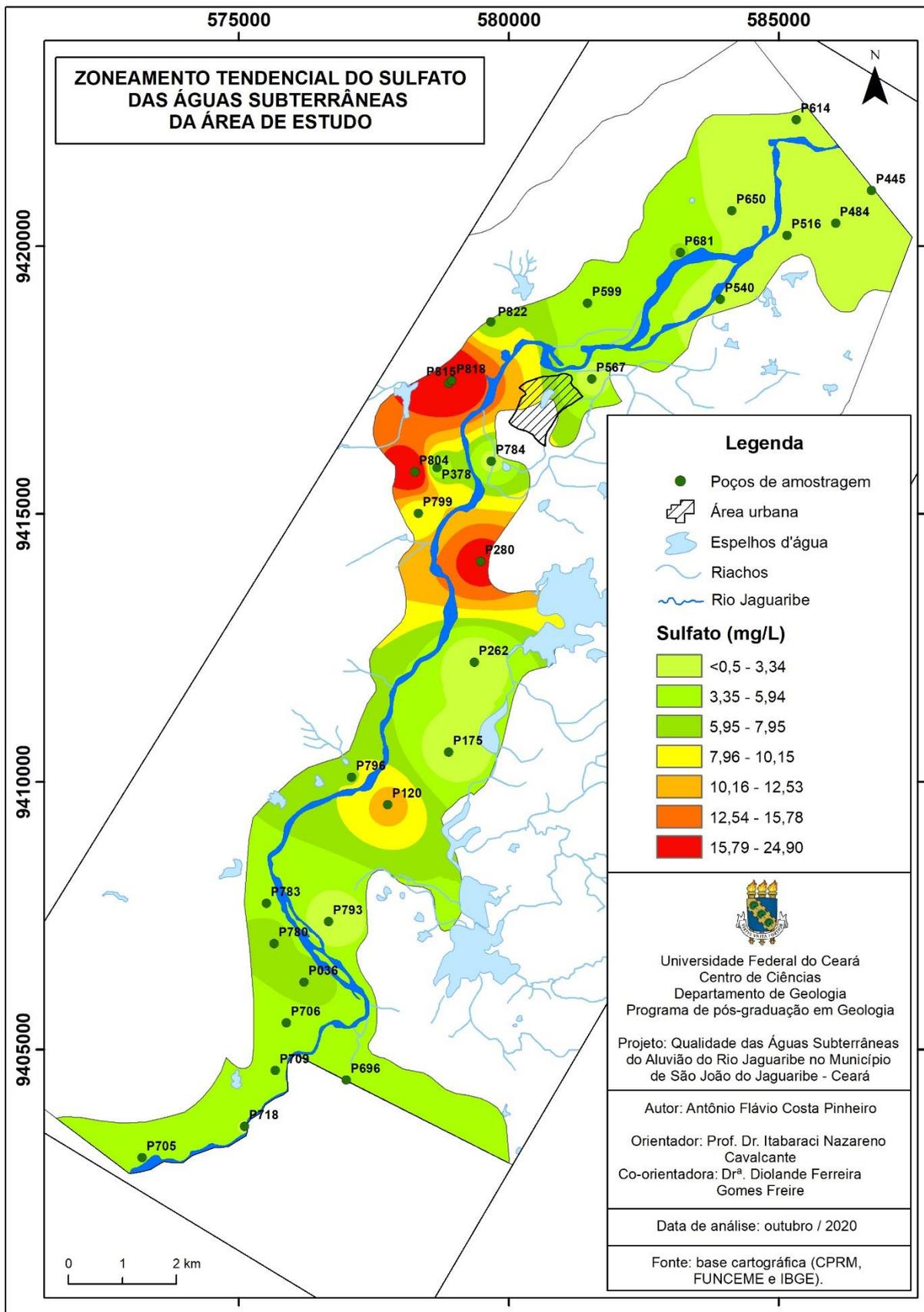
O íon sulfato que é um dos principais ânions presentes em águas naturais é uma das preocupações no sistema de abastecimento, pois, em excesso, tem um potencial laxativo. Além disso, em consequência da redução do sulfato de hidrogênio em condições anaeróbicas, provoca um odor desagradável e corrosão nas tubulações do sistema de esgoto, no processo de tratamento de águas residuárias.

Quantidades significativas de sulfato são acrescentadas ao ciclo hidrológico pela dinâmica das precipitações da atmosfera. Contribui também o "spray" do mar, a poeira continental e da oxidação de H_2S , bem como as substâncias orgânicas do solo. Nas águas subterrâneas circulantes em rochas ígneas, a concentração de sulfato é baixa, em geral < 30 mg/L (SAWYER *et al.*, 2003). Sobre as fontes de sulfatos nas águas, Vasconcelos e Oliveira (2017, p.3) afirmam que:

Dentre os inúmeros cátions e ânions presentes na água subterrânea, o ânion sulfato (SO_4^{2-}) é muito comum, sendo uma das formas de enxofre presente na água. As fontes principais em ambientes aquáticos são: a decomposição de solos e rochas (exemplo: gesso ($CaSO_4$) e sulfato de magnésio ($MgSO_4$), a oxidação de sulfatos (exemplo: pirita, sulfeto de ferro), dissolução de gipso ($CaSO_4 \cdot H_2O$) e anidrita ($CaSO_4$), a presença de calcilitos maciços e calcários oolíticos e pisolíticos, chuvas e agricultura (através da aplicação de adubos contendo enxofre).

É fundamental destacar, ainda, a contribuição do íon sulfato pela a degradação de matéria orgânica. As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Sobre a quantificação de sulfato nas águas dos poços utilizados como amostragem, ver o mapa 27:

Mapa 27 – Zoneamento tendencial de sulfato



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Fazendo o tratamento estatístico obtém-se máximo 24,90 mg/L, mínimo de 0,49 mg/L, média de 6,32 mg/L, mediana de 3,90 mg/L, variância de 46, 30 mg/L e desvio padrão de 6,78 mg/L. Nota-se que as amostras com maiores concentrações de sulfatos são P804 (24,90 mg/L), P815 (23,40 mg/L), P818 (19,20 mg/L), P280 (19,20 mg/L), P120 (11,70 mg/L).

Feitosa *et al.* (2008) afirmam que: “as águas subterrâneas geralmente apresentam teores de sulfato inferiores a 100 mg/L principalmente na forma de SO_4 e HSO_4 ; este último predomina nas águas muito ácidas ($\text{pH} < 2$), devido à dissociação incompleta do ácido sulfúrico”.

Constata-se, pelo mapa de zoneamento, que as maiores concentrações estão na parte esquerda do pacote aluvionar na região próxima à mancha urbana. Fazendo analogia entre os mapas de zoneamento de sulfato, sódio, magnésio, amônia, nitrogênio amoniacal total e de potássio, sendo que o zoneamento das concentrações de potássio uma correlação da lógica de zoneamento, em essencial nas amostras de maiores concentrações, sendo que o zoneamento de potássio está mais marcante em todo a aluvião.

Muito embora os sulfatos possam ter origem de litotipos, principalmente rochas sedimentares com uma mineralogia rica em sulfatos, é provável que as concentrações de sulfatos nas águas analisadas tenham contribuição de fertilizantes à base de sulfato como sulfato de potássio (K_2SO_4), sulfato de sódio Na_2SO_4 , sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, utilizados para diversas culturas e, especificamente, o sulfato de magnésio (MgSO_4).

A banana é um alimento básico do cotidiano para milhões de pessoas no mundo, estando presente na mesa do brasileiro independente da classe social, garantindo emprego e renda para muitos. É uma frutífera perene, presente nos pomares, na área aluvionar estudada, para fins de subsistência, como também para abastecimento do mercado local e a nível regional.

A partir de Oliveira (2007) e Meurer (2006), sabe-se que a bananeira tem o K como o nutriente mais absorvido, sendo esse elemento encontrado em grande quantidade nessas plantas, O K é fundamental no estado energético da planta, na manutenção da água nos tecidos e no crescimento, como regulador da atividade celular e na síntese de carboidrato e de proteína; assim, a bananeira é muito exigente em nutrientes, principalmente K e N.

Além dos fertilizantes químicos, resíduos de componentes usados em carnicultura, resíduos de agrotóxicos e de efluentes domésticos também podem ter contribuições, especificamente na região de maior densidade populacional como a mancha urbana.

Concentrações de sulfato em níveis elevados nas águas de abastecimento público podem dar um gosto amargo ou adstringente (inibitório) à água, além de poder provocar efeitos laxativos, causando diarreia e desidratação. Nas zonas de concentração de material orgânico em decomposição, como em trechos de menor declividade com vazamento e deposição da matéria orgânica, o sulfato é metamorfoseado para sulfeto, gerando a exalação de gás sulfídrico, que apresenta desagradável odor.

De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008 estabelecem o valor máximo permitido para o consumo humano é de 250 mg/L. Portanto, todos os valores estão dentro do limite de potabilidade para o consumo.

6.2.21 Alumínio

O alumínio se constitui como elemento fortemente refratário e litófilo, sendo considerado também como o sexto elemento mais abundante na Terra. Nas rochas ígneas estão presentes em minerais como os feldspatos; nos basaltos estão presentes em minerais como os plagioclásios e feldspatos alcalinos; está presente também nas micas biotitas que são constituintes tanto em rochas mais félsicas como as rochas máficas, podendo estar presentes em minerais como espinélio e granada. Nas rochas metamórficas podem ser encontrados em gnaisses e xistos. Em rochas sedimentares o alumínio está presente em minerais como caulinita e ilita. O alumínio é um metal que não se encontra livre na natureza e sua principal fonte é a bauxita (ALBARÈDE, 2016).

O alumínio é liberado ao ambiente principalmente por processos naturais. Entra na atmosfera como material particulado oriundo de erosão natural do solo, mineração ou atividade agrícola, gases vulcânicos e combustão de carvão. Pode ocorrer na água em diferentes formas e sua concentração depende de fatores físicos, químicos e geológicos. Sobre a solubilidade do alumínio, Albarède (2016, p.336-337) afirma que:

A solubilidade de Al em fluidos aquosos é baixa, exceto em temperaturas muito elevadas em pH alto. Sua solubilidade é controlada pela estabilidade de diferentes complexos com o íon (OH⁻) e pela solubilidade dos argilominerais (p. ex. caulinita) em equilíbrio com a solução. O ponto mínimo de solubilidade em pH \approx 6 reflete o caráter anfótero desse elemento. No intemperismo, a solubilidade de Al é controlada pelas reações com caulinita, que produzem alcalinidade. A destruição de feldspatos por águas doces ricas em CO₂ concentra o alumínio nas argilas: o elemento é transportado para o mar pelos rios como partículas em suspensão.

Sua presença na água, consoante CETESB (2003), em maiores profundidades, em situação de anaerobiose e pH mais ácido, favorece uma maior concentração do alumínio, contudo essa concentração baixa com a diminuição das chuvas. Ribeiro *et al.*, (2013), fundamentados em CETESB (2010), reforçam que:

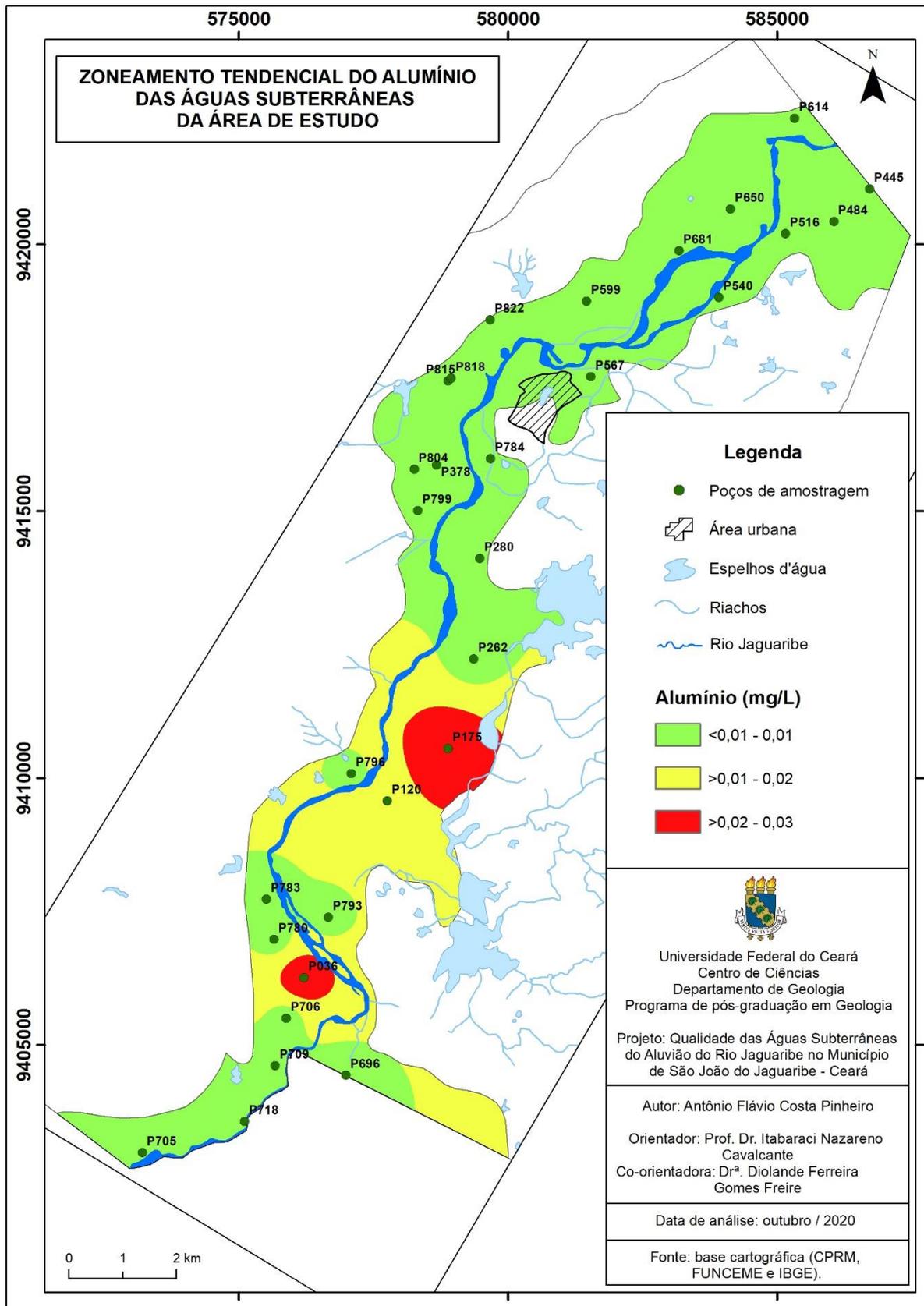
O alumínio na água pode ocorrer em diferentes formas e é influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes, cuja solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. As concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro, variam de 0,001 a 0,05 mg L⁻¹ mas aumentam para 0,5 a 1 mg L⁻¹ em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica.

No que concerne a contaminação de poços subterrâneos por alumínio, Esteves (2011), advoga que é devido a retenção de sedimentos pela capacidade de aderir partículas sólidas suspensas que formam um manto na água, sendo este elemento drenado.

O alumínio que está presente de forma natural e por intervenção antrópica, como no tratamento de água para o abastecimento público, com o uso de sulfato de alumínio para agregar e remover impurezas em suspensão. Sobre a quantificação de Alumínio nas águas dos poços utilizados como amostragem, ver o mapa 28:

Das 30 amostras analisadas, 25 (83,33%) apresentam valores < 0,01 mg/L de alumínio, 2 (6,67%) amostras apresentam valores máximos de 0,03 mg/L de alumínio, 2 (6,67%) apresentam concentrações de 0,03mg/L e 1 (3,33%) apresenta concentração de 0,02mg/L.

Mapa 28 – Zoneamento tendencial do alumínio



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

As amostras P36 e P175 apresentam um máximo de concentração (0,03 mg/L) e as que apresentam menores concentrações os valores são < 0,01 mg/L. De acordo com a Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008 estabelecem o valor máximo permitido para o consumo humano é de 0,2 mg/L. Portanto, todos os valores estão dentro do limite de potabilidade para o consumo. As amostras que apresentam as maiores concentrações de alumínio são P36 (0,03 mg/L), P175 (0,03 mg/L), P120 (0,02 mg/L), P815 (0,01 mg/L), P818 (0,01 mg/L).

Observando o mapa do zoneamento das concentrações, percebe-se que as manchas de tonalidades representando as maiores concentrações estão na região SE – S da área aluvionar; na região central, englobando, inclusive, toda área influenciada diretamente pela mancha urbana. Na região norte da área aluvionar as concentrações de alumínio são menores com a dominância de valores entre “< 0,01 a 0,01”. Isso mostra que, na cidade, que é a área de maior densidade populacional, a água tratada consumida e os efluentes domésticos não apresentam ou não têm quantidade significativa de alumínio capaz de influenciar em maiores concentrações na água subterrânea nessa área aluvionar.

As amostras com maiores teores de alumínio nas amostras, devem ter influência do intenso consumo de fertilizantes químicos e de agrotóxicos. No que concerne ao uso e ocupação os terrenos onde foram coletadas as amostras P36, P120 e P175 são desenvolvidas atividades de agropecuária e nos terrenos onde foram coletadas as amostras P815 e P818 têm a presença de carcinicultura. Sabe-se, a partir de Fenzi (1988), que, nas águas subterrâneas, o alumínio pode ser proveniente das argilas em “pH ≤ 4”, favorável ao Al^{3+} ; “4,5 ≤ pH ≤ 6,5” que é favorável aos complexos polimerizados de hidróxidos de alumínio; “pH > 7”, favorável ao $Al(OH)_4^-$, que na presença de flúor pode gerar complexos fortes como AlF_2^+ , AlF_2^+ .

As amostras P120 e P175 com concentrações de alumínio de 0,03 mg/L e 0,02 mg/L respectivamente, estão numa área argilosa, próxima à lagoa do Gabriel, o que significa um espaço de convergência de fluido e de lixiviação do material argiloso, o que pode favorecer a mobilidade do íon alumínio, numa situação em que as água P120 e P175 apresentam pH básicos (7,01 e 7,69 respectivamente, portanto no contexto “pH > 7”, o que favorece a geração de $Al(OH)_4^-$.

A concentração de alumínio na amostra P36 (0,03 mg/L de alumínio), poderia ser explicada num processo semelhante, apesar de estar no lado esquerdo

da área aluvionar, mas não tão distante da lagoa do Gabriel, portanto, numa lógica de convergência de fluido no pacote aluvionar, o que é reforçado por também está inserido no contexto interno da curvatura do canal do rio; contudo a análise aponta um pH 6,94, o que não está tão distante de uma condição de pH alcalino. As amostras P815, com 0,01 mg/L de alumínio e P818 com 0,01 mg/L de alumínio, que estão inseridas numa situação intermediária, tendendo para concentração baixa, considerando as concentrações das 30 amostra em que o valor máximo de concentração de 0,03 mg/L e as concentrações menores são valores $< 0,01$ mg/L; apresentam pH 6,44 e pH 6,59 (portanto são águas ácidas), mas dentro do intervalo " $4,5 \leq \text{pH} \leq 6,5$ ", numa situação favorável de lixiviação dos sedimentos argilosos, o que favorece a geração de complexos polimerizados de hidróxidos de alumínio.

Considerando que a proposta da pesquisa procura ver a realidade problematizada numa totalidade sistêmica, deve-se considerar nas reflexões não só os possíveis processos naturais, mas também as influências humanas, considerando a situação de saneamento, as atividades de carcinicultura, as atividades agrícolas e pecuaristas com seus resíduos orgânicos e inorgânicos.

6.2.22 Fosfato Reativo

O fósforo apresenta um comportamento que varia de litófilo a moderadamente siderófilo. O fosfato é uma designação genérica dos sais e ésteres do ácido ortofosfórico. O fósforo é um metaloide luminoso na obscuridade e que provoca ardência em contato com o ar. O fósforo ocorre quase que exclusivamente na forma de fosfato de cálcio, isto é, apatita, que pode ser de origem ígnea. A apatita biogênica (dentes e ossos de peixes) e diagenética se constitui como repositório em rochas sedimentares, podendo esses depósitos de apatita serem explorados para a produção de fertilizantes (ALBARÈDE, 2016; NUVOLARI, 2013). Sobre a fonte de fósforo nas águas, Fenzi (1988, p.65) diz que:

A fonte mais importante do fósforo nas águas naturais é de natureza antropogênica: muitos produtos agroquímicos e produtos de limpeza, assim como os despejos urbanos, apresentam apreciáveis concentrações de fósforo [...] As formas iônicas do fósforo mais comuns em águas naturais são: PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} (principalmente na faixa de pH 8), $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ (principalmente na faixa de pH 6 e H_3PO_4^- (ácido fosfórico na sua forma aquosa).

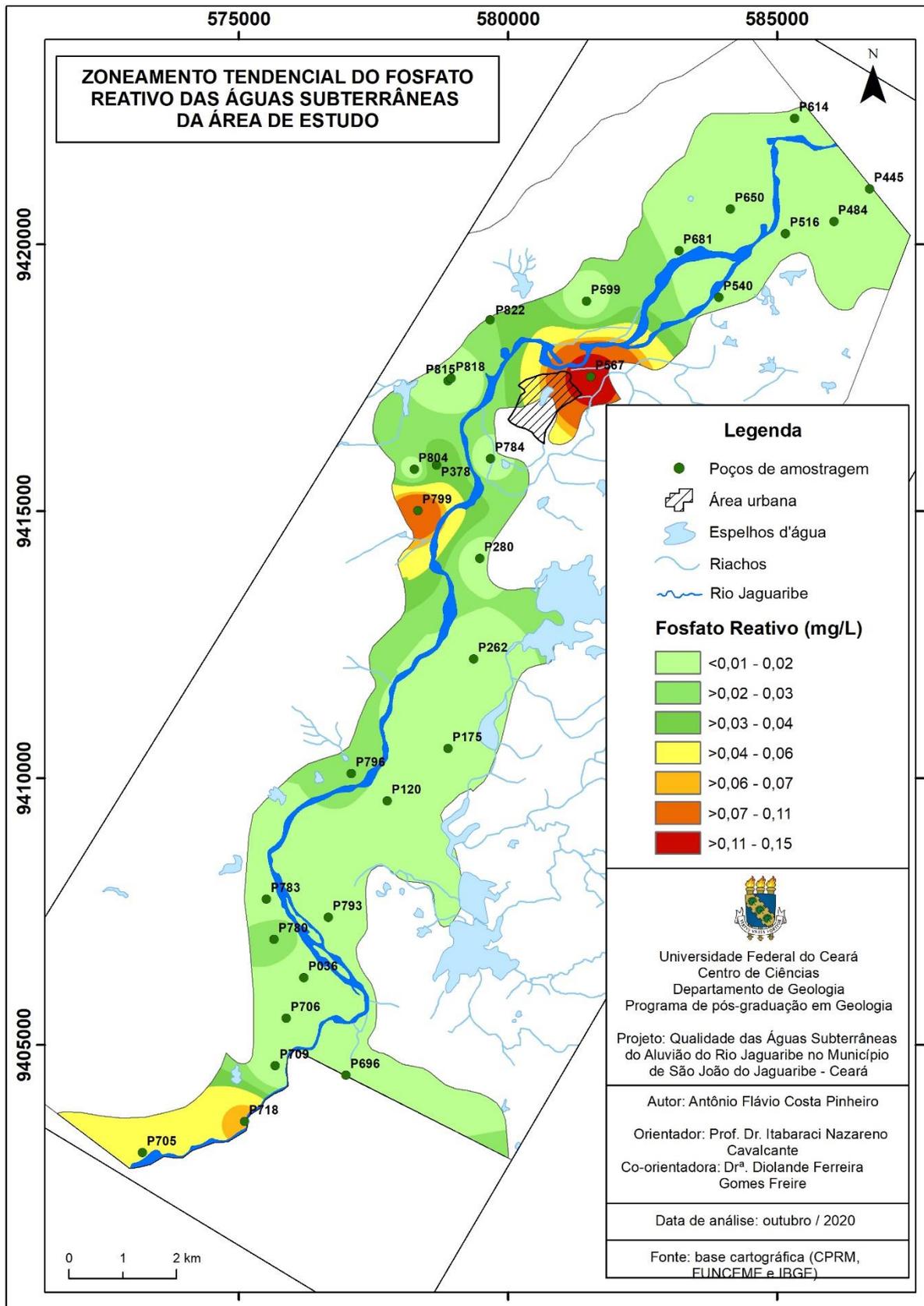
Em ambiente aquático, o fósforo, consoante Parron *et al.* (2011), pode ser encontrado como orgânico, ou seja, solúvel (matéria orgânica dissolvida) ou particulado (como biomassa de microrganismo). Na condição inorgânica o fosfato se apresenta enquanto sais de fósforo, que são solúveis, podendo favorecer no crescimento de algas e de macrófitas; enquanto particulados, são compostos minerais de difícil solubilização, como no caso da apatita. Em excesso nas águas favorece o processo de eutrofização das massas hídricas.

O fósforo é fundamental para plantas e animais, sendo muito utilizado na agricultura. Contudo, quando aplicado ao solo em exagero assume o caráter de poluidor, principalmente às águas, favorecendo, inclusive, para o processo de eutrofização dessas águas. Compostos de fosfato presentes no solo podem ser agregados por plantas e, assim, serem absorvidos por animais que consomem essas plantas. Assim, quando essas plantas e animais excretam resíduos ou morrem, os fosfatos podem ser incorporados por detritívoros e retornar ao solo. Compostos com fosfato também podem ser lixiviados por enxurradas para lagos, rios e oceanos, onde podem ser absorvidos por organismos aquáticos. A presença de fósforo na água se origina do processo de dissolução litológica, lixiviação e fluxo de sedimentos, decomposição de material orgânico e por ações antrópicas pelo uso de fertilizantes químicos, agrotóxicos e pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais. Sobre a atuação do fosfato nas águas, CETESB (2004, p. 20) afirma que:

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos, por outro lado, são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas. Os polifosfatos ou fosfatos condensados são polímeros de ortofosfatos. No entanto, esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque os polifosfatos sofrem hidrólise se convertendo rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais.

O ortofosfato é geralmente chamado de fósforo reativo pois é considerado o único tipo de fósforo que reage diretamente com os reagentes colorimétricos de fosfato. Apropriado por plantas e bactérias, os fosfatos naturais reativos (FNR) são processados de rochas sedimentares, formadas pela deposição de restos de animais marinhos e que têm alta porosidade e reatividade. Sobre a quantificação de Fosfato Reativo nas águas dos poços utilizados como amostragem, ver o mapa 29:

Mapa 29 – Zoneamento tendencial de fosfato reativo



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

A reatividade química, conforme Sousa *et al.* (2002), dos fosfatos é estimada utilizando sua solubilidade em ácidos orgânicos (ácido cítrico 2%, ácido fórmico 2%). Portanto, os fosfatos naturais reativos são de origem sedimentar com domínio de apatitas. A reatividade química, segundo (Araújo *et al.*, 2004), é estimada pela sua solubilidade em ácidos orgânicos.

Das 30 amostras analisadas, 15 (50%) apresentam valores < 0,01 mg/L de alumínio, 1 (3,33%) amostra apresenta valor máximo de 0,15mg/L, 1 (3,33%) de 0,11mg/L, 1 (3,33%) de 0,07mg/L, 1 (3,33%) de 0,06mg/L, 1 (3,33%) de 0,04mg/L, 1 (3,33%) de 0,02mg/L e 6 (20,00%) de 0,01mg/L, 3 (10,00%) de 0,03mg/L.

As amostras com maiores valores de fosfato reativo são P567 (0,15 mg/L), P799 (0,11 mg/L), P718 (0,07 mg/L), P705 (0,06 mg/L), P378 (0,04 mg/L). As duas amostras com concentrações bem acima da média, P567 (0,15mg/L) e P799 (0,11mg/L), são sugestivos de contaminação antrópica, visto que uma distribuição homogênea estaria mais relacionada com a geologia da área.

Observando o mapa que representa o zoneamento das concentrações de fosfato reativo, percebe-se que a mancha de tonalidade que representa a zona de maior concentração é na parte aluvionar que fica a “N - W – NE” da mancha urbana. Essa região da cidade é onde tem o maior crescimento periférico, com um certo problema de saneamento; também a cidade ainda não tem um aterro sanitário dentro dos critérios técnicos, com os resíduos sólidos ainda sendo jogado em lixão, portanto sem o devido tratamento, muito embora numa área do substrato cristalino, mas não tão distante dessa região da cidade.

É importante ressaltar, também, que essa região aluvionar fica confinada entre a suíte granitoide tardi a pós tectônica a “W”, o fluxo do rio a “N – NW” e o sítio urbano a “S – SW”, sendo, portanto uma área de convergência de minerais mobilizados por fluidos a partir da massa granítica, de material orgânico lixiviado a partir do lixão do município (em essencial no período chuvoso), a partir da lixiviação dos sedimentos, além da possível contribuição de efluentes domésticos gerados na cidade, em consequência do ainda insatisfatório saneamento.

Quando foi feito o mapeamento do poço ele era utilizado para irrigação, o que ainda pode ter influência do uso de resíduos químicos fosfatados e de resíduos de agrotóxicos, já que o consumo desses insumos da indústria química é feito tanto pelos pequenos como pelos maiores agricultores.

Na região centro oeste, no lado esquerdo da área aluvionar, onde foi coletada a amostra 799, nota-se o destaque da mancha de tonalidade representando concentração alta de fosfato reativo, que deve ter a contribuição de resíduos químicos usados na atividade de carcinicultura para qual o poço onde foi coletado a amostra se destina. É possível também a influência de nutrientes químicos fosfatados e de resíduos de agrotóxicos.

A parte sul, no lado esquerdo em relação ao fluxo do rio, também está representado com uma tonalidade representando concentração significativa de fosfato reativo. A amostra 705 e 718 estão no contexto dessa zona. O poço da amostra P705 é voltado para a atividade de carcinicultura e o poço da amostra 718, está situado na parte aluvionar arenoquartzosa, sendo voltado para abastecer uma caixa d'água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), para o consumo de moradores da área.

De acordo com resolução número 357 do CONAMA, o VMP para águas Classe 2 é 0,1 mg/L de fósforo total. Tendo como referência esse valor, pode-se dizer que, dependendo da direção do fluxo das águas subterrâneas com elevadas concentrações em fósforo (0,11 e 0,15 mg/L de P- PO_4^{3-}), estas podem se constituírem em uma fonte potencial para a eutrofização do rio no Baixo Jaguaribe, visto que o fósforo é um dos principais elementos controladores no processo da eutrofização. Nisbeth *et al.* (2019), concluíram que as entradas de água subterrânea para o lago Norreso, na Dinamarca, foram responsáveis por 90% da carga extrema de fósforo anual total, embora as águas subterrâneas constituíssem apenas um terço da entrada de água para o lago.

As concentrações de fósforo nas águas subterrâneas podem influenciar a qualidade das águas superficiais, especialmente durante períodos de pouca chuva, quando a maioria do fluxo nos rios e riachos é fluxo de base. WELCH *et al.*, (2010). Em condições aeróbias o íon fosfato é adsorvido a óxidos e hidróxidos de ferro férrico e nas condições de baixa concentração de oxigênio e sobretudo em anaerobiose, a liberação do fosfato é facilitada devido a dissolução dos complexos de ferro (ESTEVES,2011)

Nas amostras analisadas observa-se uma possível relação entre P e Fe, visto que a concentração de ferro total nas águas é elevada, está entre 2 e 4 mg/L, em cerca de 85% das amostras, causando cor amarelo-avermelhada e turbidez elevada, e, nestas amostras não foi detectada a presença de fósforo, já, nos 15%

restante a concentração média de ferro foi 0,5 mg/L e o fosfato foi detectado em concentrações relativamente elevadas, entre 0,04 e 1,15 mg/L.

Pode-se supor que a variação espacial na concentração de fósforo na água, entre outros fatores, é afetada pela presença ou ausência de oxigênio dissolvido, portanto, as amostras com alto teor em ferro insolúvel e ausência de fosfato podem ser oriundas de camadas de sedimento mais grosso e pouco profunda e o fosfato pode estar adsorvido aos complexos de ferro, já nas camadas mais profundas, provavelmente onde se encontram os poços com elevado teor em fosfato, a dissolução dos óxidos e hidróxidos de Fe tende a aumentar, pela falta de oxigênio, liberando o fosfato e aumentando a concentração em ferro ferroso (solúvel).

6.3 Irrigação

As águas superficiais e subterrâneas na área de estudo são utilizadas, além do consumo doméstico, na agricultura irrigada. Assim, na classificação é fundamental levar em conta o efeito da água de irrigação nas plantas e no solo. O potencial da água para fins de irrigação é determinado pela concentração de determinados constituintes específicos, tais como os boratos, sulfatos, cloretos e STD, correlacionáveis à condutividade elétrica, que terá seus efeitos sobre os vegetais e sobre o solo. Além da qualidade química das águas, outros fatores devem ser levados em consideração tais como textura e estrutura do solo, tipo de manejo, método de irrigação empregado e tipos de culturas.

Na área pesquisada, os poços estão concentrados na aluvião do Rio Jaguaribe, onde domina a produção agrícola é desenvolvida devido às características naturais mais favoráveis para a prática agrícola. Contudo, as propriedades físicas da aluvião elevam o risco à contaminação do solo e do aquífero pelas ações antrópicas com o uso de fertilizantes industrializados (adubos químicos) e de agrotóxicos.

A adequação da água para irrigação dependerá, em grande parte, de uma drenagem apropriada do solo e da remoção dos sais. De acordo com Thorne e Peterson (1985), com base na condutividade elétrica, a salinidade de uma água de irrigação pode ser avaliada de baixa a excessiva como destaca o quadro 14:

Quadro 14 – Classificação da salinidade da água tendo como base a condutividade elétrica

CONDUT. ELÉTRICA ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a 25°C	SALINIDADE DA ÁGUA
CE \leq 250	Baixa
250 < CE \leq 750	Moderada
750 < CE \leq 2250	Média
2250 < CE \leq 4000	Alta
4000 < CE \leq 6000	Muito alta
CE > 6000	Excessiva

Fonte: Thorne e Peterson (1985)

Tendo como referência o quadro 20, que faz a relação entre condutividade elétrica e a salinidade da água, constata-se que 14 (46,67%) apresentam 250 < CE \leq 750 com salinidade moderada, 11 amostras (36,67%) apresentam 750 < CE \leq 2250 com salinidade média e 5 amostras (16,66%) apresentam 2250 < CE \leq 4000 com salinidade alta. A partir de Thorne e Peterson (1985), sobre a relação entre condutividade elétrica e salinidade, consta-se que 46,67% das amostras apresentam salinidade moderada, 36,67% das amostras apresentam salinidade média e 16,66% apresentam salinidade alta. No que concerne à influência dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) nas águas para irrigação, Thorne e Peterson (1985) produziram o quadro 15:

Quadro 15 – Limites de STD para irrigação propostos pela Environmental Protection Agency-EPA

TIPOLOGIA HÍDRICA	STD (mg/L)
Águas que não provocam efeitos nocivos	Até 500
Águas que podem ter efeitos nocivos sobre culturas sensíveis.	500-1000
Águas que podem ter efeitos nocivos e requerem uma prática de irrigação controlada.	1000-2000
Águas que podem ser utilizadas apenas em plantas tolerantes, sobre solos permeáveis e usando uma prática de irrigação controlada.	2000-5000

Fonte: Thorne e Peterson (1985)

Tendo como referência esse quadro que faz a relação entre condutividade elétrica e a salinidade da água, afirma-se que 14 amostras (46,67%) apresentam $STD \leq 500$ mg/L, 09 amostras (30,00%) apresentam $500 \text{ mg/L} < STD \leq 1000$ mg/L e 7 amostras (23,33%) apresentam $1000 \text{ mg/L} < STD \leq 2000$ mg/L. Portanto, 46,67% das águas analisadas, dentro dos critérios estabelecidos por Thorne e Peterson (1985), não provocam efeitos nocivos; 30,00% das águas analisadas podem ter efeitos nocivos sobre culturas sensíveis; apenas 7,00% das águas analisadas podem ter efeitos nocivos e requerem uma prática de irrigação controlada.

Como o efeito do sódio pode variar em função da condutividade, para uma classificação mais rigorosa do risco de sódio na água de irrigação, o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (USSL) propôs o uso do diagrama que leva em consideração a condutividade elétrica e o índice RAS. Assim, na classificação da água para a irrigação também foi adotado nesse trabalho a classificação *do United States Salinity Laboratory* (USSL). Esta classificação se fundamenta na razão de adsorção de sódio (RAS) e na condutividade elétrica da água.

Segundo Gomes (2006), é o parâmetro que representa uma estimativa de quanto o sódio da água pode ser absorvido pelo solo (trocado pelo cálcio e/ou magnésio), e classifica a água como mostrado no quadro 16:

Quadro 16 – Tipos de água propostos pela Environmental Protection Agency-EPA, a partir dos valores de SAR

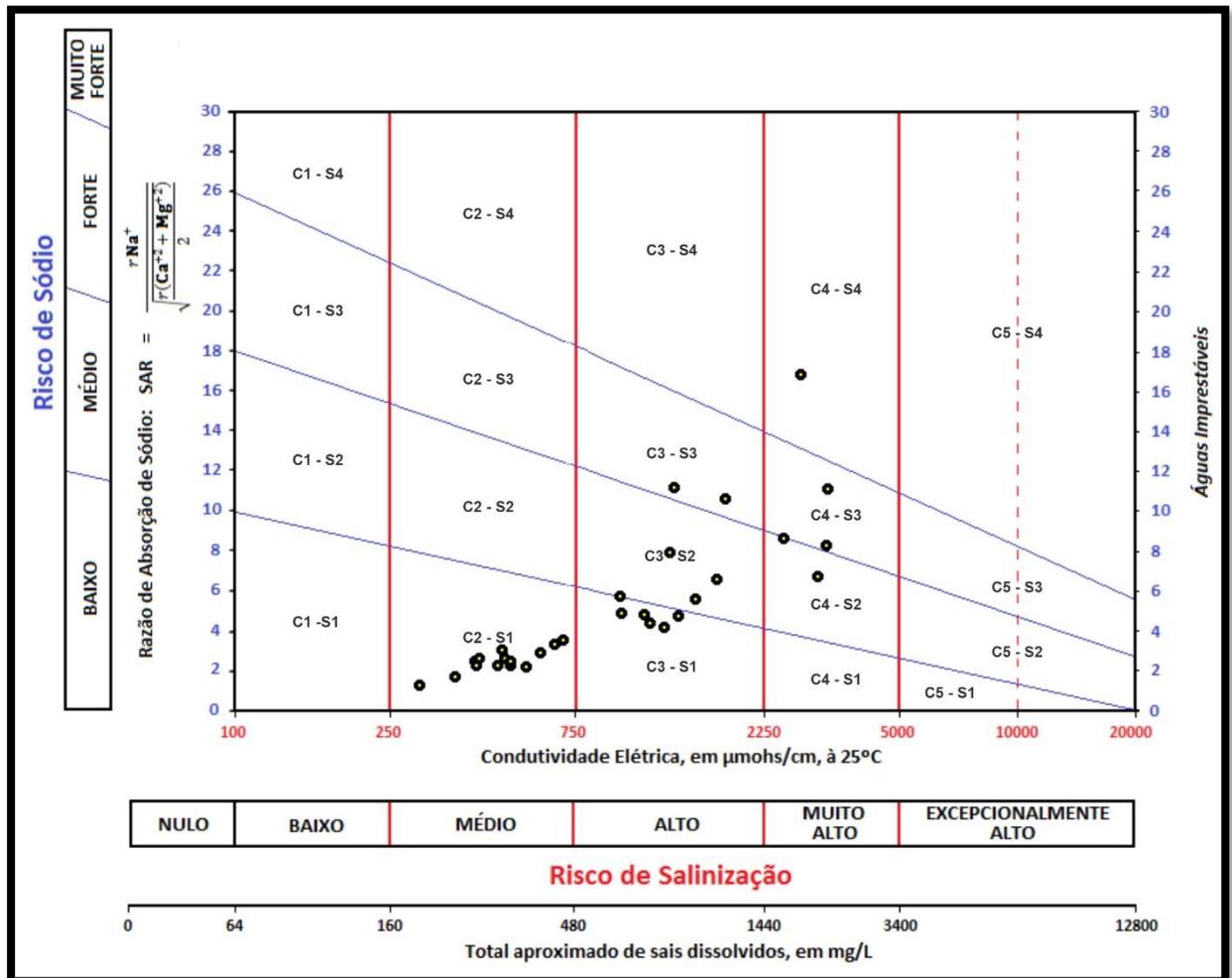
Tipo De Água	Sodium Adsorption Ration (SAR)
Excelente	$SAR \leq 10$
Boa	$10 \leq SAR \leq 18$
Regular	$18 \leq SAR \leq 26$
Má Qualidade	$SAR > 26$

Fonte: USSL, *apud* Gomes (2006)

A partir dos dados de SAR processados pelo programa *Qualigraf 2018* e fazendo analogia com os tipos de água conforme SAR propostos pela Environmental Protection Agency-EPA, afirma-se que 26 amostras (86,67%) apresentam $SAR \leq 10$, com tipo de água considerado excelente; 04 amostras (13,33%) apresentam $10 < SAR$

≤ 18 , portanto, com tipo de água considerada boa. Contudo, a sistematização mais conhecida e mais utilizada é a partir do diagrama do *U.S. Salinity Laboratory* consta de um gráfico semi-logarítmico, onde na abscissa, localiza-se a condutividade elétrica da água a 25° C e na ordenada o SAR “Sodium Adsorption Ratio”. O risco do sódio, expresso através do índice RAS pode ser baixo, médio, alto e muito alto. As águas analisadas apresentam-se plotadas no diagrama representado pela figura 16.

Figura 16 – Classificação das águas subterrâneas de acordo com o Diagrama de U.S.S.L



Fonte: Mobus; 2007

Para as reflexões acerca das águas além das evidências postas pelo diagrama de U.S.S.L, pelo programa *Qualigraf 2018* desenvolvido por Mobus (2007), foi utilizado como base, também, Feitosa *et al.* (2008).

Aplicando o método do USSL as águas da área de estudo foram classificadas conforme a Tabela 12:

Tabela 12 – Quantificação das amostras por classes, conforme o método USSL

Classes	Amostras	Nº	%
C2 - S1	P36; P120; P175; P262; P280; P378; P445; P484; P516; P540; P650; P696; P706; P718; P793	15	50,00
C3 - S1	P614; P709; P783; P784	4	13,33
C3 - S2	P599; P681; P705; P799	4	13,33
C3 - S3	P567; P796	2	6,67
C4 - S2	P780; P818	2	6,67
C4 - S3	P815; P822	2	6,67
C4 - S4	P804	1	3,33
Total		30	100

Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021

Percebe-se, pelos dados postos no diagrama, que a maioria (50,00%) das amostras foram classificadas em “C₂ – S₁”. Essas águas, conforme o “Diagrama de U.S.S.L” apresentam médio risco de salinização e baixo risco de sódio. São águas que devem ser usadas com precaução em solos silto-arenosos, siltosos ou areno-siltosos quando houver uma lixiviação moderada do solo e em quase toda as culturas.

As classificações “C₃ – S₁” e “C₃ – S₂” abrangem 26,66% das amostras, cada uma correspondendo a 13,33%. A primeira apresenta alto risco de salinização devendo ser utilizada em solo bem drenado e com um uso que tenha a preocupação de não favorecer o aumento da salinização; quanto à situação de baixo risco de sódio, as condições postas por “S₁” (águas fracamente sódicas), são favoráveis para todos os tipos de solos e todos os tipos de vegetais. A segunda (“C₃ – S₂”) apresentam alto risco de salinização e médio risco de sódio.

A discussão acerca de salinização já está relatada, mas quanto a “S₂”, significa que se trata da situação de águas mediamente sódicas, podendo ser usada para solos de textura grossa, portanto de boa permeabilidade, e rico em matéria orgânica.

As águas “C₃ – S₃”, “C₄ – S₂” e “C₄ - S₃”, abrangem 20,01% das amostras, cada uma correspondendo a 6,67%. Quanto as águas “C₃ – S₃”, as condições de

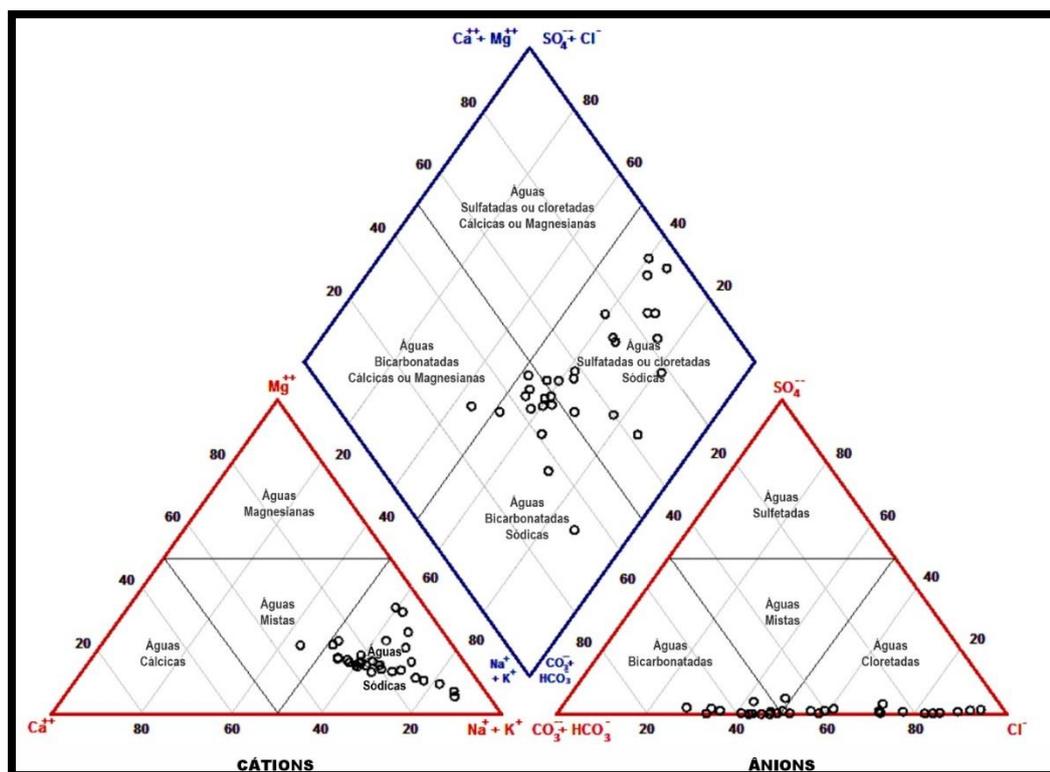
salinidade do contexto “C₃” já foram relatadas e quanto a “S₃” trata-se de águas altamente sódicas, podendo ser nocivas para a maioria dos solos, exigindo condições especiais como boa drenagem que favoreça o processo de lixiviação, sendo importante, também, a boa presença de matéria orgânica; pode ser aproveitada para vegetais que toleram altos índices de sódio.

As águas enquadradas em “C₄ - S₂” apresentam-se numa situação de muita e médio risco de sódio, consoante denuncia o diagrama e, normalmente, não são aptas para irrigação, muito embora exista a possibilidade excepcional de uso para cultivo de vegetais de alta tolerância às condições de alta salinidade, no contexto de solos arenosos permeáveis, com uso de técnicas sustentáveis, ou seja, que não favoreçam sua degradação e com bastante irrigação. O risco mediano de sódio é desfavorável para solos de textura fina, mas esse risco é amenizado em solos de textura grossa, portanto com boa permeabilidade, e ricos em matéria orgânica. Em relação às águas “C₄ - S₃”, as condições de risco de salinidade “C₄” já foram relatadas em “C₄ - S₂” e as condições de “S₃” já foram relatadas em “C₃ - S₃”. Uma minoria (3,33%) abrange a classe “C₄ - S₄” que abrange águas com risco muito alto de salinização e risco de sódio muito forte. Devido aos altos índices de salinidade, normalmente não são adequadas para atividades agrícolas, exceto em condições bem favoráveis como solos de alta permeabilidade e uso de técnicas agrícolas que não intensificam o contexto de salinidade; são extremamente sódicas o que aumenta as condições desfavoráveis para o seu uso na agricultura.

6.4 Classificação Iônica

A classificação iônica das águas dos poços na área de estudo foi baseada no diagrama de Piper. A representação do diagrama é feita em três campos onde são plotados os valores percentuais das concentrações dos principais constituintes iônicos para os cátions e os ânions, sendo possível identificar as fácies hidroquímicas. O cruzamento do prolongamento dos pontos na área do losango mostra sua posição e classifica a amostragem de acordo com as fácies (Ver figura 17):

Figura 17 – Diagrama de Piper para classificação iônica das águas



Fonte: Flávio Pinheiro; Ano: 2021; pelo Qualigraf 2018, desenvolvido por Mobus (2007)

Observa-se pelo Diagrama de Piper que predomina as águas sódicas cloretadas, totalizando 15 amostras (50%) e as águas sódicas bicarbonatadas, totalizando 12 amostras (40%). Duas amostras (6,67%) se manifestam como sódicas mistas e uma amostra (3,33%) se manifesta como mista carbonatada. As águas Bicarbonatadas aquelas que apresentam concentrações de HCO_3^- em torno de 50% do total. São ricas em CO_2 e HCO_3^- e pobres em SO_4^{2-} . Frequentes em regiões de vulcanismo terciário e quaternário o que explica a abundância de CO_2 (RIBEIRO *et al.*, 2010).

A água Bicarbonatada Sódica provém, conforme Arango (2001), da reação entre o cloreto de sódio e sílica, que ocorre na presença de água. Inicialmente forma-se o silicato de sódio e, sucessivamente, o bicarbonato de sódio e sílica que são acompanhados com a água. Defende, ainda, que essas águas quando administradas via oral comportam-se como antiácido neutralizando a acidez do estômago. As águas sulfatadas apresentam uma média de 50% do íon SO_4 . As águas Mistas são aquelas que não apresentam concentração de um ânion qualquer sobre os demais, estando situadas na parte central dos diagramas triangulares.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Eu pensava ter dado um grande passo para frente, mas percebo que, na verdade, apenas ensaiei os tímidos e primeiros passos de uma longa caminhada.

Paulo Freire

A construção do saber em Geologia, como de qualquer outro, não é fácil. Exige organização, rigor metodológico e dedicação intelectual. Na produção do conhecimento o pesquisador não deve se limitar a condição de agente passivo, contemplativo e receptivo. Neste entendimento, esta dissertação não ficou restrita a uma abordagem positivista em que a realidade está posta enquanto fenômeno que deve ser descrito.

Nos estudos geológicos e hidrogeológicos procurou-se fugir do cartesianismo, do tecnicismo, optando-se pela abordagem “sistêmico-holística” para compreensão da interação entre os elementos da natureza, em essencial dos aspectos físico-químicos. A exposição dos dados de campo e laboratoriais como dos parâmetros físico-químicos não ficou restrita a uma simples constatação e quantificação em planilhas e gráficos. Procurou-se discutir as informações na interface com as litologias e suas mineralogias, como também com outros componentes ambientais como geomorfologia, hidrografia e clima. Para discussão do aquífero na interface com o uso e ocupação do solo, com ênfase na discussão da evolução dos sistemas técnicos de exploração das águas subterrâneas nos seus aspectos históricos, socioeconômicos e ambientais foi fundamental a abordagem da dialética materialista.

Enfim, no desenvolvimento de toda pesquisa optou-se em ter uma atitude filosófica, indo além do aparente, do imediatismo e do simplismo que direcionam para conclusões óbvias, já determinadas pela literatura, pelos conceitos e pré-conceitos dos orientadores.

Acerca da evolução tecnológica e sua influência no ambiente estudado, compreendido aqui não só enquanto substrato físico com suas relações físico-químicas e biológicas, mas também o corpo social e suas relações socioeconômicas e culturais, afirma-se que, cada vez mais, a tecnociência se constitui como fator determinante, não só da produção, como também da concepção e gestão do tipo de

sociedade. Entre algumas consequências pode-se destacar a redução do tempo de trabalho socialmente necessário na produção, a seletividade dos espaços para produção econômica, no aumento da produção industrial de alta tecnologia e declínio das tradicionais, a competitividade, o desemprego.

O desenvolvimento da tecnociência está atrelado à dinâmica de (re)estruturação do capitalismo, considerando as relações socioeconômicas e culturais. Esse desenvolvimento das forças produtivas nos marcos do sistema capitalista possibilitou num maior domínio e exploração dos ambientes com seus elementos como as águas subterrâneas. Na lógica societal do capital, portanto, é criado um problemático domínio da natureza como também um poderoso e totalitário sistema de dominação social.

Na medida que a contradição dessa forma de organização social irrompe com força crescente, o sistema como um todo parece ser acometido pela compulsão de superar a realidade natural, como se ela e o homem enquanto ser social e racional não estivessem vinculados, o que tem gerado desmedidos caos ambiental e social. Na sua lógica reprodutiva e destrutiva, o capital tem atingido incomensurável crescimento, mas com consequências humanas e ecológicas nefastas.

O caráter depredador do capitalismo se manifesta não só nos espaços urbanos, mas também nos espaços rurais, resultando na quebra do metabolismo de troca material na relação do homem com a terra. Assim, se considerou que evolução das técnicas e dos sistemas de objetos técnicos na área estudada está atrelada dialeticamente com a dinâmica da produção socioeconômica no contexto da formação socialmente vigente em sua historicidade.

Na denominada “Época do Couro” (século XVIII) que caracterizou o auge da pecuária no sertão nordestino, assim como a partir do metade do século XIX com o domínio da cotonicultura como principal atividade econômica associada com o algodão e culturas de subsistências ou de valor comercial local, as águas de superfície serviam para a demanda das fazendas, povoados e cidades que nasciam nos vales como o do rio Jaguaribe. Os rios e os corredores aluvionares serviam também como caminhos de fluxo para exploração do sertão, além das atividades de produção agrícola para subsistência na planície de inundação e até mesmo as culturas de ciclo rápido nas denominadas áreas de vazantes na área de constituição arenoquartzosa.

Durante o século XX, principalmente até a década de 1970, a exploração d'água por cata-ventos foi importante para diversas atividades agrícolas na área aluvionar de São João do Jaguaribe e dos demais municípios do vale jaguaribano. Esse sistema técnico, no entanto, acabou sendo suplantado pelo sistema de gasogênio, sistema a óleo e finalmente pelo sistema elétrico de captação de água.

Essa evolução tecnológica apesar desta ter favorecido uma maior exploração das águas subterrâneas, possibilitando maiores vazão e produtividade econômica, as pequenas e médias atividades agrícolas caracterizadas por pomares foram definindo pelos altos custos da energia elétrica, endividamento com pacotes tecnológicos com a presença de maquinários, fertilizantes químicos e agrotóxicos que foram degradando o solo e as águas. Inclusive, algumas famílias rurais que antes consumiam, em suas casas, água obtida a partir de rios, açudes ou de poços passaram a comprar águas engarrafadas diante dos riscos evidentes com o uso de veneno nas atividades agrícolas e diante dos casos relatados de trabalhadores que desenvolveram problemas de saúde ou vieram a óbito, em consequência do manejo de pesticidas e de herbicidas, o que é denunciado, também, pela presença de embalagens, até mesmo próximo aos poços, assim como a presença de trabalhadores pulverizando as plantações, em geral sem equipamentos de segurança. Tudo isso manifesta uma quebra do metabolismo de troca material e de energia que existia antes na relação entre o ser humano e a terra.

O uso inadequado de produtos químicos destrói o equilíbrio natural do solo, polui as águas de superfície e do aquífero aluvionar, uma vez que a chuva carrega resíduos para lagoas, rio, riachos, açudes e para subsuperfície pela dinâmica de lixiviação. Como o uso de veneno não destrói a “praga” e erva daninha por completo, o processo de seleção evolui para microrganismos e ervas mais resistentes o que provoca, nessa lógica de produção, um maior consumo de veneno. Vale lembrar que o ataque das culturas por insetos e microrganismos é consequência de práticas de degradação do meio ambiente, como o desmatamento.

Diante do uso cada vez mais intenso de fertilizantes industrializados, de herbicidas e de praguicidas são necessárias resistências por parte de iniciativas individuais, das escolas e do poder público que devem desenvolver uma *práxis*, ou seja, a construção de uma consciência e de práticas para um melhor uso da terra sem trazer danos ambientais. Como alternativa ao uso de agrotóxicos e ao de fertilizantes sintéticos podem ser possíveis práticas agroecológicas que se sustentam na

compreensão e na efetivação de uma agropecuária em harmonia com o ambiente, sem desmatamento, sem uso de veneno, sem uso de adubos químicos, com uso de “coberta viva”, com uso de adubos orgânicos e técnicas de agroflorestal.

A pequena produção agropecuária manifestada na policultura e no criatório, principalmente de bovinos, já não é tão marcante, mas apenas a dos maiores produtores, em geral com a cultura de banana, sendo que está crescendo o fenômeno da carcinicultura que pode ter consequências desastrosas, no que concerne ao consumo de água, contaminação das águas de superfície e subterrâneas e até mesmo endividamentos dos pequenos produtores que são menos capitalizados, mas que estão se aventurando nessa atividade que não é voltada para uma diversidade de qualidade alimentar das comunidades, visando simplesmente a lógica da produção de mercadoria, portanto, à lógica do “valor de troca”.

Além da agricultura convencional que prejudica as águas superficiais e subterrâneas com seus resíduos orgânicos e sintéticos, outros problemas identificados são os poços locados próximos e até mesmo no interior de currais, ao lado de chiqueiro de suínos, reservatórios sem proteção alguma (fator sanitário de proliferação e contaminação de doenças hídricas) ou com proteção inadequada como sacos plásticos e desperdício de água em consequência do sistema de irrigação inadequado, como alagamento, em alguns imóveis.

No espaço urbano, apesar do saneamento ser mais consistente, na parte mais periférica da cidade a deficiência de saneamento ainda é evidente, inclusive com residências sem esgoto ou com esgoto inadequado. No que concerne ao destino dos resíduos sólidos, ainda não foi construído o aterro sanitário dentro dos critérios técnicos, que deve substituir o “lixão” que fica nas proximidades da mancha urbana.

Para o uso do poço é preciso obtenção da outorga pelo proprietário para assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água atendendo as exigências das normas de construção de poços (laje de proteção, tubo de boca, considerar o perímetro imediato de proteção de 10 m e não construir o poço próximo a fontes potenciais de poluição como currais e fossas etc.). É importante, ainda, consulta aos mapas de vulnerabilidade dos aquíferos e estudos específicos de geologia na escolha de locais para instalação de fontes potenciais de poluição.

É necessário, também, realizar o monitoramento da qualidade das águas de acordo com estabelecido pela Portaria N° 1469/00 do Ministério da Saúde, e

tampar adequadamente os poços inutilizados e desativados evitando que se tornem caminhos preferenciais de contaminação.

Constatou-se que, em sua maioria os poços não apresentam tampas ou são inadequadamente tampados com sacos de nylon, plásticos. Parte dos poços abandonados ou inutilizados por assoreamento não foram adequadamente isolados e estão sem tampa estando mais sujeitos à contaminação e até mesmo se constituindo em armadilhas fatais para animais da pecuária ou animais silvestres com foi constatado a presença de raposa em cacimbão abandonado; outro agravante é a presença de embalagem de fertilizantes sintéticos e de agrotóxicos em alguns desses poços, o que significa situação de vulnerabilidade para as águas subterrâneas.

A possibilidade de ocorrer contaminação nas águas subterrâneas traz a necessidade de estudos sobre a escolha adequada para a construção de poços e instalação para o abastecimento humano, tendo que ter um controle sobre as atividades potencialmente contaminantes estabelecendo um perímetro de proteção.

O manejo adequado do tratamento de resíduos no solo necessita de projetos que considerem, minimamente: as características da área, características do resíduo/efluente, profundidade do aquífero livre, proximidade de rios e matas, taxa de aplicação, monitoramento. Uso racional de insumos agrícolas (pesticidas e fertilizantes).

O cadastro e classificação das fontes de contaminação específicas são passos fundamentais para um programa de proteção das águas subterrâneas. Estabelecer uma metodologia que permita identificar essas fontes e possíveis áreas de atividades que requeira maior atenção ambiental para que se proceda com estudos e detalhes, ou mesmo estabelecer um plano de uso restrito da terra, são fundamentais para a proteção das áreas vulneráveis do aquífero.

Acerca dos parâmetros físico-químicos que apresentam valores de referência pela Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS) e a Resolução CONAMA Nº 396/2008, pH, amônia, nitrito, nitrato, sulfato e alumínio estão 100% dentro dos valores máximos permitidos. Apenas uma amostra (3,33%) apresenta concentração de fluoreto (2,0 mg/L) como anômala em relação as demais que apresentam concentrações abaixo do VMP (1,5 mg/L), o que merece uma nova análise para confirmação ou não dessa anomalia, para se chegar a fundamentos mais consistentes, que podem estar relacionados a convergência de fluxo de efluentes pelo fato do poço está na zona periférica, onde

tem maior deficiência de saneamento ou se tem influência dos corpos litológicos graníticos e metamórficos situados nas proximidades. 66,67% e 63,30% das amostras estão dentro dos VMP em relação a fluoreto, sódio e cloretos respectivamente. parâmetros analisados.

Os parâmetros ferro e turbidez são os que apresentam respectivamente 93,33% e 96,67% das amostras com concentrações bem acima dos VMP, existindo uma correspondência óbvia entre o ferro e a turbidez das águas analisadas. Esse ferro denominado pelos agricultores de “capa rosa”, pode ter origem endógena, do próprio massapê, situado a uma profundidade média de 11,00 m, segundo o depoimento de alguns agricultores, como deve ter contribuição dos sedimentos da ferruginoso da Formação Faceira situada no topo da Suíte Serra do Deserto (SSD).

No que concerne a relação entre o fóstato e o ferro, percebeu-se que em condições mais favoráveis de oxidação, as maiores concentrações de ferro encontram-se na forma oxidada (Fe^{3+}), sabendo-se que o ferro nesse contexto é solúvel em $\text{pH} > 3$. Em conjuntura de menos acidez na água, a maioria do íon férrico se precipita na forma de hidróxido de ferro hidratado, devendo-se considerar, também, a atuação das bactérias ferruginosas. Assim, a partir dos dados e da literatura estudada, pode-se afirmar a precipitação do fóstato tem influência do íon férrico, ou seja, existe uma relação da quantidade de fóstato precipitado com a concentração do íon férrico.

Os estudos acerca do aquífero freático, em essencial da qualidade físico-química das águas de subsuperfície foram desenvolvidos na interface com o uso e ocupação do solo, considerando o processo de intensificação da inserção das relações capitalistas, principalmente a partir na década de 1970, no município, com seus pacotes tecnológicos que têm como um dos aspectos o consumo de agrotóxicos e de fertilizantes químicos (NPK).

Os dados mostram, entretanto, que os parâmetros de Nitrogênio, fósforo e potássio ainda não apresentam fortes concentrações nas águas subterrâneas no trecho do aquífero aluvionar do rio Jaguaribe em São João do Jaguaribe, muito embora, para se chegar em conclusões mais consistentes é importante analisar uma quantidade mais significativa, além das 30 amostras analisadas, principalmente nos terrenos com maiores evidências de uso de adubos químicos e no cenário do sítio urbano, em essencial no âmbito do seu espaço periférico, considerando a influência mais significativa de efluentes domésticos na qualidade da água.

Os estudos hidrogeológicos não podem se restringir aos objetivos de produção econômica, mas devem estar, essencialmente, para construção de uma sustentabilidade socioambiental e de uma política de saúde pública qualitativa para todos. Portanto, devem ser, também, na perspectiva de proteger os aquíferos e as águas superficiais da poluição e contaminação, contribuindo para o bem-estar público.

O aprimoramento do sistema de saneamento básico no município tem que ser atacado com intervenções estruturantes que definam maior eficiência dos sistemas de esgotamento sanitário e soluções adequadas para o destino e tratamento final dos resíduos urbano e rural. Essas intervenções devem estar associadas a uma política de educação ambiental nas escolas e diretamente nas comunidades, além de ações de fiscalização para cumprimento das leis ambientais por parte dos produtores das atividades econômicas e dos demais consumidores.

É preciso uma compreensão e atitude por parte da sociedade e do poder público que leve a uma integração planejamento-gestão com a política ambiental de caráter sustentável. O poder público também não deve desempenhar um papel unilateral, centralizador, mas que agregue o protagonismo das comunidades na unidade planejamento-gestão democraticamente participativa, considerando, em essencial, como um bem fundamental para as comunidades e não como mercadoria para os interesses das indústrias e do agronegócio.

A gestão da água subterrânea deve visar a sua conservação em quantidade e qualidade. Para isso são necessárias ações individuais e do poder público como eliminar, ou pelo menos reduzir, os desperdícios inerentes a cada uso, incentivar práticas agropecuárias sustentáveis, tratamento e reutilização da água, sempre que possível dentro de critérios técnicos, destino e tratamento adequado dos resíduos sólidos e dos efluentes gerados. Além disso, é fundamental, ainda, a manutenção periódica dos poços para assegurar o seu funcionamento.

Não há qualquer plano de gestão de uso por parte dos proprietários que também não têm o controle racional do consumo diário, semanal ou mensal da água para as atividades agropecuárias. Entretanto, apesar de práticas de saneamento ainda inadequadas (principalmente na zona rural) e da dominância da agricultura convencional com desmatamento, uso de fertilizantes industrializados e de agrotóxicos prejudicando as águas superficiais e os aquíferos, existe a preocupação por alguns habitantes locais com a sustentabilidade ao reconhecerem a necessidade

da conservação da natureza, evitando, por exemplo, as queimadas e o uso de agrotóxicos e dos fertilizantes químicos.

Torna-se indispensável para planejamento e gestão o mapeamento e caracterização de aquífero e de poços (vazão, sistema técnico de captação, análises físico-químicas e bacteriológicas, vulnerabilidade etc.) para conhecimento real da disponibilidade e potencialidade hidrogeológica diante da oferta e demanda. Planejamento e Gestão, não estão divorciados dos interesses econômicos e das decisões políticas, mas devem ter sustentação do conhecimento científico e técnico no que concerne não apenas aos aspectos geológicos, construtivos, mas também aos aspectos socioambientais, na perspectiva de um monitoramento e conscientização para um uso sustentável.

A racionalidade da modernização capitalista tem garantido o desenvolvimento das forças produtivas, ao mesmo tempo em que instrumentaliza as relações sociais a serviço do capital. Essa dominação é reproduzida e ampliada com a exploração dos bens naturais como o solo e a água pelos instrumentais tecnológicos, que pela lógica de produção de mercadorias na formação social vigente não tem significado uma qualidade de vida satisfatória dos trabalhadores além da degradação dos diversos ambientes como os aquíferos, com diminuição significativa da capacidade de resiliência, devido ao uso insustentável.

Na área estudada isso é manifestado pelo processo de desertificação do solo (processo de perda de fertilidade do solo pelo mau uso), contaminação dos solos e das águas, esvaziamento da população rural, endividamento (principalmente dos pequenos produtores), diminuição da capacidade de resiliência dos ambientes pelo uso insustentável.

No se trata de negação da ciência e da tecnologia mas da negação da (re)produção e dominação da formação social vigente que amplia-se com o desenvolvimento das forças produtivas na lógica da produção de mercadorias, com a condução da vida dos trabalhadores pela tecnologia e não no papel de construção do processo de emancipação humana. Portanto, se faz necessário a construção de uma tecnologia em que os ambientes naturais com todos seus elementos e as pessoas sejam vistas não como objetos de apropriação para manutenção da lógica capitalista vigente mas que contribua para a liberdade humana, no sentido emancipatório, e para uso não destrutivo ambientes, respeitando as suas necessárias condições físico-químicas e biológicas

A política de exploração e uso das águas subterrâneas deveria privilegiar o abastecimento público, com a gestão do sistema pensada de modo a suprir principalmente as necessidades da população que vive em áreas com problemas na captação das águas superficiais, sendo que a gestão integrada entre as águas superficiais e as águas subterrâneas é a mais indicada.

Karl Marx tem uma concepção radical sobre sustentabilidade social e ambiental, considerando toda humanidade e toda a Terra, em todas as gerações, o que não é possível no modo de produção capitalista, sendo necessário e fundamental a construção da sociedade que transcenda o capitalismo.

A sustentabilidade hídrica além da integração de um planejamento e gestão da conservação e uso das águas de superfície e dos aquíferos, no que concerne ao manejo e exploração deve dar também à necessidade de formação educacional das comunidades, diminuição das desigualdades sociais e incentivo para atividades econômicas sustentáveis ambientalmente e socialmente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12212**: construção de Poço Para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12244**: construção de Poço Para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1290**: construção de Poço Para Captação de Água Subterrânea. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A história do uso da água no Brasil**: do descobrimento ao século XXI. Brasília, DF: ANA, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília, DF: ANA, 2004.

ALBARÈDE, Francis. **Geoquímica, uma introdução**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 400p.

AZEVEDO, Juliana de Souza; FRESQUI, Maíra; TRSIC, Milan. **Curso de Química Para Engenharia, Água**. São Paulo: Manole, 2014. v. 3.

AZEVEDO, Julio Henrichs de; CAMPOS, José Elói Guimarães; BOAVENTURA, Geraldo Resende. Influência dos Fatores Geológicos e Hidrogeológicos na Estabilidade Química das Águas Freáticas no Sul do Estado do Tocantins. **Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 1, p.73-88, 2014.

APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: American Public Health Association, 2012.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ. **Frutas do Ceará**: XIV agroglores. Fortaleza-CE: Conselho Estadual de Desenvolvimento Econômico, 2012. p. 23.

ALMEIDA, Raniéri Belmiro de. **Tectônica rúptil na região entre Açu e Upanema/RN, Bacia Potiguar**. (Relatório de graduação). Natal, RN: UFRN, 2003.

ALMEIDA, A. R. et al. **Folha Jaguaratama –SB 24- X-C-IV**. Fortaleza: CPRM/UFC- Programa de Geologia do Brasil, Escala: 1:100.000, 2011.

ALMEIDA, F. F. M. DE. *et al.* Brazilian structural provinces: na introduction. **Earth-Sci**. v. 17, p. 1-29, 1981.

ALMEIDA, F. F. M. de; *et al.* Províncias Estruturais Brasileiras. *In*: SGB, **Simpósio de Geologia do Nordeste**, VIII, Campina Grande, Boletim de Resumos, 6: 363-391; 1977.

ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. *In*: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, **Anais...** Salvador: SBG, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. de. **Origem e evolução da plataforma brasileira**. Rio de Janeiro: DGM / DNPM, Boletim 236, 1967.

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. **Extrativismo da Carnaúba**: relações de produção, tecnologia e mercados. Fortaleza-CE: Banco do Nordeste do Brasil – ETENE, 2018. 214p.

ARTHAUD, M. H. **Evolução neoproterozoica do grupo Ceará (Domínio Ceará Central, NE do Brasil)**: da Sedimentação à Colisão Continental Brasileira. 2007. 133 f. Tese (doutorado em Geologia). Universidade de Campinas – Departamento de Geologia, Campinas-SP, 2007.

ANGELIM, L. A. A. Unidades Litoestratigráficas. *In*: **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte** – Escala 1:500.000 – Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, cap. 3, 39-41p. 2006.

ARAI, M. A. Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo Barreiras. São Paulo: Departamento de Geologia. **Série Científica**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

AMINOT, A.; KÉROUEL, R. (2004). Hydrologie des écosystèmes marins: paramètres et analyses - Hidrologia do ecossistema marinho: parâmetros e análises. **Méthodes d'analyse en milieu marin**. Edições IFREMER: Plouzané. 2004. 336 p.

ANEEL. **O estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. Brasília: MME/MMA/OMM, 1999.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Rev. Saúde Pública**, 32 (2): 160-5, 1998.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewaters**. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation. 20th Ed. Washington. 1998

ARTHAUD, M. H.; VASCONCELOS, A. M.; OLIVEIRA, F. V. C. As sequências metassedimentares do Ceará Central. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo-Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1998.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, 1992.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Water quality and treatment**. New York: McGraw-Hill, 1990.

ALVES, Maria Helena Moreira. **Estado a oposição no Brasil (1964-1984)**. Rio de Janeiro-RJ: Vozes, 1989.

AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. CNEXO, Brest, 1983, 395p.

ARAUJO, G. G. L. de; MOREIRA, J. N.; FERREIRA, M. de A.; TURCO, S. H. N.; SOCORRO, E. P. do. Voluntary intake and performance of lambs fed with different

manicoba hay dietary levels. **Rev. Ciencia Agron.**, 35 (1): 123-130, 2004.

BABBITT, H. E. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1973.

BAIRD, Colin; MICHAEL, Cann. **Química Ambiental**. Tradução de Marco Tadeu Grassi, *et. al.* Porto Alegre: Bookman, 2011.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Vozes, 2015. 360 p.

BIGARELLA J. J. *et al.* **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, v. 1., 1994.

BIZZI, Luiz Augusto. (*et al.*) **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas & SIG**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2003.

BOUGUERRA, Mohamed Larbi. **As batalhas da água: por um bem comum da humanidade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004, 238p.

BRAGA, Erika de Almeida Sampaio; AQUINO, Marisete Dantas de; ROCHA, Carlos Márcio Soares; MENDES, Luzia Suerlange Araújo dos Santos. **Presença de sílica em águas subterrâneas e possíveis benefícios para a saúde**. São Paulo, SP: ABAS, - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, p. 1-7, 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde. **Manual para remoção do excesso de flúor em águas naturais**. Santa Cruz do Sul, RS: UNISC, 2018. 22p.

BRASIL, Ministério da Saúde-Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: FUNASA, 2014. 112p.

BRASIL. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Brasília: Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os Procedimentos e Responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de vigilância em saúde. Coordenação geral de vigilância em saúde ambiental. PORTARIA Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Editora do Ministério da Saúde, 12 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho nacional do meio ambiente -

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n. 430, de 05 de maio de 2009. Altera o art. 44 da Resolução n. 357/2005 e o art. 3º da Resolução nº 397/2008, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de

efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 maio 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n. 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 66. p.64-68, 03 abr. 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 213p., 2006.

BRASIL: Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – **Comentários Sobre a Portaria ms n.o 518/2004**: subsídios para implementação, Serie E. Legislação de Saúde, Brasília – DF, 94p., 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 53, Brasília, p. 58-63.18 de março de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Comentários sobre a portaria MS n. 518/2004**: subsídios para implantação, série E. **Legislação de Saúde**, Brasília, DF, p. 94, 2005.

BRITO NEVES, B. B. Estudo do Comportamento Geológico-Estrutural dos Depósitos Cretácicos do Sistema aquífero Apodi, Bacia Potiguar, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 22, p. 1, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – **Comentários sobre a portaria ms n.o 518/2004**: subsídios para implementação, Serie E. Legislação de Saúde, Brasília – DF, 94p., 2005.

BRASIL: Ministério do Meio Ambiente. **Programa de águas subterrâneas**. Brasília, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n. 274, de 29 de novembro de 2000. Sistemáticas de avaliação da qualidade ambiental das águas. **Diário Oficial da União** Brasília, 29 nov. de 2000.

BRASIL. Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRITO NEVES, Benjamim Bley de; SANTOS, Reginaldo Alves dos; CAMPANHA, Ginaldo Ademar da Cruz. **A discordância angular e erosiva entre os Grupos Chapada Diamantina e Bambuí (Una) na Folha Mirangaba-Bahia**. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v.12, n.2, p. 99-114, agosto, 2012.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, v.1, 1994.

BOTTOMORE, Tom. **Dicionário do pensamento marxista**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

BRITO NEVES, B. B.; SANTOS E. J., VAN SCHMUS W. R. - **Tectonic history of the borborema province**. 31st International Geological Congress. Rio de Janeiro, p. 151-182, 2000.

BRITO NEVES, B. B.; CORDANI, U. G. **Tectonic evolution of South América during the late proterozoic precambrian research**. Precambrian research, v. 53, p. 23-40, 1991.

CAMPOS, M. de *et al.* **Projeto Rio Jaguaribe**: relatório final. Recife: DNPM/CPRM, v. 15, 1976.

CARDOSO, Juarez Marques; PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê Américo; RIBEIRO, Lucíola Guimarães. **Análise de nitrito em água subterrânea de consumo humano em Campo Grande – MS. Florianópolis-SC**: Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. p. 1-8, 2017.

CAVALCANTI, Vanessa Maria Mamede; MOREIRA, Marcos Aurelio Marcelino; SILVA, Cristiano Alves da; PERLATTI, Fábio. **Projeto Organização e Formalização das Atividades de Extração de Argila no Baixo Jaguaribe – Ceará**. Fortaleza, CE: Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM- Ministério das Minas e Energias, 2013, 113p.

CAVALCANTE, I. N. & MATTA, M. A. S. **Gestão das Águas. I curso de especialização à distância**. CG/UFGA. Belém, PA, 2007. 48p.

CAVALCANTE, J.C.; *et. al.* **Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500000**. Fortaleza: Ministério de Minas e Energia / Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. mapa. Escala 1:500000, 2003.

CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno; MATA, Milton. **Geomedicina: geologia e saúde**. Belém-PA: Universidade Federal do Pará, 2019, 49p.

CAVALCANTE, J. C. **Limites e evolução do sistema jaguaribeano, província Borborema, nordeste do Brasil**. 1999. 194 f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 1999.

CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno. **Fundamentos Hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará**. 1998. 164 f. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

CAXITO, Fabrício de Andrade; LIRA SANTOS, Lauro César Montefalco de; GANADE, Carlos Eduardo; BENDAOU, Abderrahmane; FETTOUS, El-Hocine; BOUYO, Merlain Houketchang. **Toward an Integrated Model of Geological Evolution for NE Brazil–NW Africa: The Borborema Province and its connections to the Trans-Saharan (Benino-Nigerian and Tuareg shields) and Central African orogens.** São Paulo-SP. Brazilian Journal of Geology, 2020.

CONAMA. Resolução nº 410, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Resolução n. 410, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, n. 92, Brasília, 13 maio 2011. p. 89.

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Projeto **Plano de Gestão Participativa dos Aquíferos da Bacia Potiguar, Estado do Ceará.** Fortaleza: COGERH, 2009. 284p. Disponível na internet: <http://www.cogerh.com.br>. Acesso em: 10 out. 2020.

CEARÁ. ASSEMBLEIA LEGISLATIVA. **Plano estratégico dos recursos hídricos do Ceará** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). Fortaleza: INESP, 2009. 408 p.

CARDOSO, C. A. M. **As obras de captação e os aspectos hidrogeológicos da sub-bacia hidrográfica do baixo Jaguaribe, Estado do Ceará.** 2006. 160 f. Mestrado em Geologia. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, 2006.

COSTA, F. G. R. **HIDROCEL: cálculo do Balanço Hídrico pelo Método de Thornthwaite & Mather 1955.** Fortaleza, 2006.

CASTRO, N. A. **Evolução geológica proterozoica da região entre Madalena e Taparuaba, domínio tectônico Ceará Central (Província Borborema).** 221 f. Tese (Doutorado). São Paulo: USP, 2004.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo.** 2010. 290 f. (Série Relatórios). São Paulo, 2010.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo 2001 – 2003.** São Paulo, SP: CETESB, 2004.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP: CETESB – Secretaria do Meio Ambiente, 2004.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP: CETESB – Secretaria do Meio Ambiente, 2003.

CELLIGOI, A.; Duarte, U. **Hidrogeoquímica do aquífero caiuí no Estado do Paraná.** Boletim Paranaense de Geociências, 2002.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS HÍDRICOS (CPRM) - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceara**. 1 CD ROM, 2002.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará**. Fortaleza, CD- ROM, 264 p, 2000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Diagnóstico do município de Quixeré. CPRM. Residência de Fortaleza. **Altas digital**, CD-Rom, 1997.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS HÍDRICOS. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará: programa recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará. Diagnóstico do município de Quixeré. Residência de Fortaleza. In: **Altas digital**. Ceará: CPRM, 1 CD-Rom, 1997.

COSTA FILHO, W.D. Avaliação das reservas, potencialidades e disponibilidade de aquíferos. *In*: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 10., São Paulo. **Anais...**, 1998.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Avaliação das Potencialidades Hídrica e Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe – CE**. Fortaleza-CE Programa de gestão e administração territorial – GATE. 1996.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Avaliação das potencialidades hídrica e mineral do médio-baixo Jaguaribe – Ce**. Fortaleza: CPRM, 1996.

CUSTÓDIO, E; Llamas, M. R. **Hidrologia Subterrânea**. Barcelona: ômega, v. 2, 1983.

DELVIN, T. M. et al. **Manual de bioquímica com correlações clínicas**. Editora Edgard Blucher Ltda. 1998.

DANTAS, E. L. - **Geocronologia U-Pb e Sm-Nd de Terrenos Arqueanos e Paleoproterozoicos do maciço Caldas Brandão, NE do Brasil**. 229 p. Tese (Doutorado em Geologia.), Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1997.

DREVER, J. I. **The Geochemistry of Natural Waters: surface and groundwater environments**. 3. ed.: Hardcover, 1997.

DAVISON, W. **Iron And Manganese in Lakes**. Earth-Science Reviews, v. 34, p.119-163, 1993.

DAVISON, W. **The Solubility of Iron Sulphides in Synthetic and Natural Waters at Ambient Temperature**. Aquat. Sci., v.53, p. 309-329, 1991.

ENGELS, Friedrich. **Dialética da Natureza**. São Paulo: Boitempo, 2020, p.398

ELIAS, Denise; SAMPAIO, Levi (Orgs.). **Modernização Excludente**. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2002.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

FEITOSA, Fernando. A. C; MANOEL FILHO, João; FEITOSA, E. C; DEMETRIO, J. G. A. (Coords). **Hidrogeologia**. Conceitos & Aplicações. 3. ed., 2008.

FEITOSA, Fernando A, C.; BENVENUTI, Sara Maria Pinotti. **Diagnostico do município de São João do Jaguaribe**. Fortaleza: CPRM, 1998.

FENZI, Norbert. Introdução à Geoquímica. Belém: UFPA, 1988, 189p

FOSTER, Stephen; HIRATA, Ricardo. **Determinação do Risco de Contaminação das Águas Subterrâneas: um metodo baseado em dados existentes**. São Paulo, SP: Governo do Estado de São Paulo/Secretaria do Meio Ambiente, Instituto geológico, Boletim 10, 1993. 92p.

FORTUNATO, Osvalcílio Mercês; VIEIRA, Myrlla de Souza Batista. Espacialização dos Dados de Precipitação Anual e Trimestrais da Bacia do Rio das Contas, BA, sub-bacia 52. In: CONGRESSO MUNDIAL DA ÁGUA, 14.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 10., set. 2011, Porto de Galinhas. **Livro de Resumos**. Porto de Galinhas: ABRH, Sessão Painel, 2011.

FRIZZO, Sergio João. **Elementos químicos (metais pesados) em águas de abastecimento público no Estado do Ceará**. Fortaleza-CE: CPRM, 2006, p.30.

FROTA, Evanise Batista; VASCONCELOS, Nadja Maria Sales de. **Química Ambiental**. Fortaleza-CE:edUECE, 2019, 212p.

GASPAR, M. T. G. **Sistema Aquífero Urucuia: caracterização regional e propostas de gestão**. 2006. 158 f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Brasília, 2006.

GADELHA, F. J. S.; DOMINGOS, M. S. C.; NOGUEIRA, M. F. L.; SILVA, M. L. L.; MACEDO, R. E. F.; SOUZA, G. C.; NESS, R. L. L. Verificação da presença de nitrito em águas de consumo humano da comunidade de várzea do cobra em Limoeiro do Norte-CE. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UECE, 2005. p. 2.

GODOY, M. C. T. F *et al.* Contaminação da águas subterrâneas por nitrato em Presidente Prudente, SP. In: **Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Cuiabá: ABAS, CD-ROM, 2004.

GOMES, Maria da Conceição Rabelo; CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno, SILVA, Mariane Pinto da. **Análise qualitativa das águas subterrâneas de Fortaleza, Ceará**. Estudos Geológicos. v. 26, n. 2, 2006. p. 62-76.

GOMES, M. da C. R. **Qualidade das águas subterrâneas e superficiais no Campus Universitário do Pici (Fortaleza, Ceará)**. 2006. 122 f. Monografia

(Graduação em Geologia). Fortaleza: UFC, Centro de Ciências, 2006.

GOMES, J. R. C.; GATTO, C. M. P. P.; SOUSA, G. M.; LUZ, D. S.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W. Geologia: mapeamento regional. *In: Projeto RADAMBRASIL: levantamento de Recursos Minerais*. v. 23. Rio de Janeiro: Secretaria Geral, 1981. p. 9-300.

GONÇALVES, Luciano Costa. **Contribuição geofísica à análise do arcabouço do domínio Rio Grande do Norte, província Borborema, NE do Brasil**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geofísica). Brasília: UNB, 2009.

GUIMARÃES, Roberto. **The ecopolitics of development in the third world**. Boulder, CO: Lynne Rienner Publishers, 1991.

HABERMAS, Jürgen. **Técnica e ciência como ideologia**. Lisboa/Portugal: Edições 70, 201, 147p.

HARVEY, David. **Condição Pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. São Paulo-SP: Loyola, 1994.

HEALY, W. R. **Estimating Groundwater Recharge**. Cambridge University Press, 2010

HOLANDA, Alan Cauê de.; SANTOS, Rivaldo Vital dos.; SOUTO, Jacob Silva.; ALVES, Allyson Rocha. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n. 1, p.39-50, 2007.

HINDI, Eduardo Chemas. Caracterização Hidroquímica e Hidrogeológica das Fontes Cársticas das Bacias dos Rios Tumiri, Água Comprida, Fervida e das Onças – Colombo, Pr. **Boletim Paranaense de Geociências**. Editora da UFPR. n. 9. p. 95-114, 2001.

HILL, L. H. *et al.* **Changes in Residual Nitrite in Sausages and Luncheon Meat Products During Storage**. J. Milk Food Technol, v.36, p. 515-519, 1973.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGICA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal de São João do Jaguaribe**. Fortaleza: SEPLAG-Secretaria de Planejamento e Gestão, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGICA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal de São João do Jaguaribe**. Fortaleza: SEPLAG-Secretaria de Planejamento e Gestão, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGICA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal de São João do Jaguaribe**. Fortaleza: SEPLAG-Secretaria de Planejamento e Gestão, 2014.

IHP/UNESCO. **Hydrology on Water Resources of Small Islands: A Practical Guide**. A Contribution to the IHP III, project 4.6. Edited by A. Falkland UNESCO. Paris, 435. ISBN 92-3-102753-0, 1991.

JACKS, G; BHATTACHARYA, P; CHAUDHARY, V; SINGH, K.P. **Controls on The Genesis of Some High-fluoride Groundwaters in India**. Applied Geochemistry. v. 20, n. 2, 221-228, 2005.

JARDIM DE SÁ, E. F. **A Faixa Seridó** (Província, NE do Brasil) e o seu Significado geodinâmico na cadeia brasileira/pan-africana. 1994. 195 f. Tese (Doutorado em Geociências), Brasília: UNB – Instituto de Geociências, 1994.

JARDIM DE SÁ, E.F.A. Evolução Proterozoica da Província Borborema. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*, p. 297-316, Recife: Atas, 1984.

KARMANN, I. Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica. *In: TEXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. (orgs.). Decifrando a Terra*. 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, p. 114 – 138, 2003.

LAZZERINI, Fábio Tadeu; Bonotto, Daniel Marcos. **O silício em águas subterrâneas do Brasil**. Ciência e Natura, v. 36 n. 2 mai-ago. 2014, p. 159–168.

LAZZERINI, F. T. **Fontes Hidrominerais do Brasil: componentes naturais biologicamente ativos**. 2013. 270 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – UNESP, Rio Claro, 2013.

LEINZI, ERVIM *et al.* **Introdução à Química da Água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

LIMA, J. O. G.; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G. implicações hidroquímicas da condutividade elétrica e do íon cloreto na qualidade das águas subterrâneas do semiárido cearense. **Rev. Virtual Quim.** v. 6. n. 2, 279-292 p., 2014.

LIMA, C.C.U. de. **Caracterização sedimentológica e aspectos do Grupo Barreiras no litoral sul do estado da Bahia**. Tese (Doutorado em Geologia.) – Salvador-BA: Universidade Federal da Bahia-Instituto de Geociências, 2002.

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2007.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis/RJ: Ed. Vozes, 2001

LEMONS, E. D. L; MEDEIROS, F. W. **As águas subterrâneas e as doenças de veiculação hídrica. Área Piloto: Bairros Bom Jardim e Granja Portugal, Município de Fortaleza-Ceará**. (Graduação em Geologia) Fortaleza-CE: UFC-Centro de Ciências, 2006.

LOUSADA, E. O. **Estudos Hidroquímicos e Isotópicos no Distrito Federal: modelos conceituais de fluxo**. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Brasília, 2005. 128 p.

LÖWY, Michael. **Ideologias e Ciência Social: elementos para uma análise marxista**. São Paulo: Cortez, 2002.

LOGAN, J. **Interpretação de Análises Químicas d'Água**. (Tradução de Araknéa Martins de Lemos). Recife-PE. Agency for International – USAID, 1965.

MISOCZKY, M. C; BOHM, S. **Do desenvolvimento sustentável à economia verde: a constante e acelerada investida do capital sobre a natureza.** *Cad. EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, set. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512012000300006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 maio 2020.

MACIEL, Leidiane Marques; CARNEIRO, Fernando Ferreira; FILHO, Joaquim Torres; NASCIMENTO; Francisca Manerlene Ferreira do, LIMA, Anna Erika Ferreira. **Agricultura, Saúde e Ambiente: análise sobre o consumo e comercialização de agrotóxico no Ceará.** Rio Largo – AL: CECA-UFAL, XVI Encontro Regional de Agroecologia do Nordeste, 26 de abril a 1 de maio, 2017.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política: livro I: o processo de produção do capital.** São Paulo: Boitempo, 2019. 894 p.

MARX, Karl. **Gundrisse: manuscritos econômicos de 1857 – 1858: esboços da crítica da economia política.** São Paulo: Boitempo, 2019a.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A Ideologia Alemã.** São Paulo: Boitempo, 2018. 614 p.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A Ideologia Alemã.** São Paulo: Boitempo, 2018. 614 p.

MARX, Karl. **Contribuição à crítica da economia política.** São Paulo: Martins Fontes, 2016. 405 p.

MARX, Karl. **Manuscritos Econômico-Filosóficos.** São Paulo: Boitempo, 2015. 190 p.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto Comunista.** São Paulo: Boitempo, 2104. 271 p.

MARX, Karl. **Textos Filosóficos.** São Paulo. Mandacaru, 1990.

MARIMON, Maria Paula Casagrande. **O Flúor nas Águas Subterrâneas da Formação Santa Maria, na Região de Santa Cruz e Venâncio, RS, Brasil.** 2006. 314 f. Tese (Doutorado). Porto Alegre, RS: UFRGS, 2006.

MANOEL FILHO, J. Ocorrência das Águas Subterrâneas. In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicação.** CPRM e LABHID/UFPE. 3. ed. Fortaleza: Feitosa, C. A. F. & Filho, J. M., c. 2, p.13-33. 2008.

MANAHAN, S. E. **Química Ambiental.** Porto Alegre, RS: Bookman, 2013.

MAHAN, B. M. **Química: um curso universitário.** 4. ed, São Paulo: Ed. Blücher, 2000.

MANASSÉS, Fábio. **Caracterização hidroquímica da água subterrânea da formação serra geral na região sudoeste do Estado do Paraná.** Curitiba, 2009.

MAIA, Rubson Pinheiro. **Planície Fluvial do rio Jaguaribe: evolução**

geomorfológica, ocupação e análise ambiental. 2005. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005.

MARTINS NETTO, J. P.; DINIZ, H. N., 2002. Perspectivas de redução de íons metálicos nas águas subterrâneas a partir de processos de desincrustação química em poços tubulares profundos. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, ABAS/DNPM/UFSC-PPGEA, set./2002, Florianópolis, p.190.

MARTINS NETTO, J.P.G.; DINIZ, H.N.; JOROSKI, R.; OKAMOTO, F.S.; FRANÇA, V.C.Ç TANAKA, S.E.; SILVA, V.H.A. A ocorrência de fluoreto na água de poços da Região Metropolitana de São Paulo e novas tecnologias para sua remoção. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, 13., Cuiabá, 2004. Cuiabá: ABAS, 2004. CD-ROM.

MESTRINHO, Suely Schuartz Pacheco. Qualidade e classificação das águas subterrâneas. *In: GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia; GONÇALES, Valter Galdiano (Org.). Águas subterrâneas e poços tubulares profundos*. 2. ed. São Paulo: oficina de textos, cap. 14. p. 18-496, 2013.

MELO, Marcel; COSTA, Byron; AQUINO, Oswaldo de. Remoção de ferro e sílica de água subterrânea visando geração de vapor: estudo de caso. *In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, 2008.

MEURER, E. J. POTÁSSIO. *IN.: FERNANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 281-298, 2006.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. Porto Alegre, RS: Editora UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MICHEL, Maria Helena. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. São Paulo, SP: Atlas, 2009, 2004p.

MILHOME, M. A. L.; SOUSA, D. O. B.; LIMA, F. A. F.; NASCIMENTO, R. F. **Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do baixo Jaguaribe, CE**. Artigo Técnico (Engenharia Sanitária Ambiental), v. 14, n. 3, 2009.

MÖBUS, G., **QUALIGRAF**. Software para auxiliar na análise e interpretação gráfica de dados hidroquímicos. Fortaleza: FUNCEME, 2007.

MÖBUS, G. SILVA, C. M. S. V. E FEITOSA, F. A. C. Perfil estatístico dos poços no cristalino cearense. *In: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO NORDESTE*, 3., 1998, Recife. **Anais...** Recife, PE: ABAS, 1998.

MORAIS, Lúcia de Fátima Saboia de. *et al.* Análise das águas subterrâneas nos municípios do médio e baixo Jaguaribe; mapeamento e estimativa de disponibilidade atual. Fortaleza: **Rev. Ciência Agronômica**, v. 36, n. 1, p. 34 - 43 jan./abr. 2005.

MACÊDO, J. A. B. de. **Águas & águas**. Juiz de Fora, MG: ORTOFARMA – Laboratório de Controle de Água, 2000.

MENDES, Vasconcelos. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semiárido**. Fortaleza: SEMACE, 1997.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: HUCITEC; Rio de Janeiro: ABRASCO, 1999.

MORAES, J. F. S., LINDEN, E. M., MORAES, F. A. B. **Planta topográfica do arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Recife, PE: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Escala 1:500, 1997.

MENEZES, Maria Amélia Souza. **Ferro-bactérias em águas subterrâneas**: estudo de casos no Ceará. 1992. 82 f. Dissertação (Mestrado). São Paulo: Instituto de Geociências, 1992.

MCGEE, W. J. **Water as a resource**. American Academy of Political and Social Science, v. 33, n. 3, May 1909. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1011671>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MARTINS NETTO, José Paulo Godoi; BIANCHI NETO, César; FRANCO FILHO, Fernando Wili Bastos; RAMOS, Cristiane Siqueira Braga; LIMA, Nicholas Panteliou; BRUNELLI, Bruno Fernandes. Gênese, Ocorrência e Tecnologias de Tratamento Para o Excesso de Flúor na Água Subterrânea, com Ênfase a Região Metropolitana de São Paulo. XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, **Rev. Associação Brasileira de águas Subterrâneas**, 2017.

NEVEN, K. **Hydrogeology and groundwater modeling** Boca Raton: CRC Press, 2006, 828p.

NISBETH, Catharina Simone *et al.* **Carga de Fósforo Geogênico Inorgânico Dissolvido Para um Lago Alimentado Por Águas Subterrâneas**: implicações do ciclo de fósforo terrestre por águas subterrâneas. Copenhague/Dinamarca: Universidade de Copenhague - Departamento de Geociências e Gestão de Recursos Naturais (IGN), *Water*, v.11, n.11, p. 2 – 23, 2019.

NUNES, Fábio Carvalho *et al.* **Grupo Barreiras**: características, gênese e evidências de tectonismo. Rio de Janeiro: EMBRAPA; 2011.

NUNES, Fábio Carvalho. **Contando histórias de Tabuleiros Costeiros**: aproximações de sistemas pedológicos e geomorfológicos no Litoral Norte da Bahia. Salvador-BA: Universidade Federal da Bahia - Instituto de Geociências, 2011a.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Dicionário de Saneamento Ambiental**. São Paulo: oficina de textos, 2013, p. 336.

OLIVEIRA, Roberto Gusmão de. **Arcabouço geofísico da Província Borborema**: implicações para o entendimento de sua evolução geotectônica. Brasília: CPRM-Secretaria de Geologia, mineração e transformação mineral, Ministério de minas e energia, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Água Para Um Mundo Sustentável**. Perugia-Itália: Gabinete do Programa de Avaliação Global da Água, 2015.

OLIVEIRA, J. A. de; STAFANATO, J. B.; GOULART, E. Z.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; SOUZA, H. N. de; COSTA, F. G. M. Volatilização de amônia proveniente de ureia compactada com enxofre e bentonita, em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1558- 1564, 2014

OLIVEIRA, E.P. *et al.* Geologic correlation between the Neoproterozoic Sergipano belt (NE Brazil) and the Yaoundé belt (Cameroon, Africa). **Journal of African Earth Sciences**, v. 44, p. 470 – 478, 2006.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; FACCIOLI, G. G. **Manejo Básico da Irrigação na Produção de Fruteiras**. Brasília, DF: LK, 136 p, 2005.

PINHEIRO, A.F.C *et al.* AS águas do aquífero aluvionar Jaguaribe e sua relação com o uso/ocupação do solo: área piloto de São João do Jaguaribe – Ceará. In: AGUILERA, J.G; ZUFFO, A.M. **Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica**. Ponta Grossa-PR: Atenas, 2019.

PINHEIRO, Antônio Flávio Costa; PINHO, Emmanuel Arruda. **Mapeamento Geológico e as Águas Subterrâneas do Município São João do Jaguaribe – Ceará**. 2015. 498 f. (Monografia de Graduação). Fortaleza: Departamento de Geologia – UFC, 2015.

PARRON, M. L.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragens e análises Físico-química da Água**. Embrapa florestas. Colombo – PR, 2011.

PRADO, Rocha Bardy *et al.* **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2010.

PANAGOULIAS, T. I; DA SILVA FILHO, E. V. **Estudo hidrogeoquímico do flúor nas águas subterrâneas das bacias dos rios Casseribú, Macacú e São João, Estado do Rio de Janeiro**. Geologia médica, 2006. 220 p.

PADUA, H. A. **Química da água (hidroquímica) e suas situações físicas, sentido e temperatura – sistemas aquáticos – aquicultura**, 2005. Disponível em: http://www.serrano.neves.nom.br/helcias/008_helcias.pdf. Acesso em: 7 jan. 2021.

PINHEIRO, Antonio Flavio Costa. **Assentamento Barra do Leme e 24 de Abril: poder e sustentabilidade**. 2004. Dissertação (Mestrado em...) - Universidade Estadual do Ceará - UECE, Departamento de Geografia, 2004.

PEDROSA, C. A.; CAETANO, F. A. **Águas Subterrâneas**. Brasília: Agência Nacional das Águas-ANA, Superintendência de Informações Hidrológicas-SIH, 2002.

PERH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Ceará**, Fortaleza-CE: Secretaria dos Recursos Hídricos, 1992.

QUINTAES, Késia Diego. **Utensílios para alimentos e implicações nutricionais**. Rev. Nutr. p. 51-156., v.13, n.3, p. 51-156, 2000.

RAFESTIN, Claude. **Por Uma Geografia do Poder**. São Paulo: Ática, 1993.

RIGOTTO, Raquel Maria; VASCONCELOS, Dayse Paixão; Rocha, Mayara Melo. **Uso de Agrotóxicos no Brasil e Problemas Para a Saúde Pública**. Fortaleza-CE: Universidade Federal do Ceará-UFC, Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 30(7):1-3, jul, 2014.

RIGOTTO, R. M. *et al.* **Agrotóxicos, Trabalho e Saúde**: vulnerabilidades e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE. Fortaleza: Edições UFC, Vol. 1, n. 1, 2011.

RIBEIRO; Erlon A.; SANDRI, Delvio; BOÊNO, Josianny A. Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.4, p.425–433, 2013.

RAVE, J. C. G. **Geología, geofísica, hidrogeoquímica e isótopos, como herramientas para definir un modelo conceptual hidrogeológico, caso de aplicación: acuífero costero del municipio de turbo**. 2009. 296 f. Dissertação (Magíster en Ingeniería – Recursos Hidráulicos), Colombia, Medellín: Universidad Nacional de Colômbia. Facultad de Minas, 2009.

RIQUELME, P. A. C. **Caracterización Hidroquímica de las Águas Subterráneas de lá Cuenca del Rio Itata**. 2009. 66 f. Chillan, Chile: Universidad de Concepción- Proyecto de Memoria (Curso de Ingenieria Agrícola), 2009.

REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G., (Org.), **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo – SP: Escrituras. 1999.

RESENDE A.V. **Agricultura e qualidade da água**: contaminação da água por nitrato. Planaltina: Editora EMBRAPA, Planaltina, 2002.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma Geografia do Poder**. São Paulo: Ática, 1993.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. – **Planilhas no Ambiente Excel Para os Cálculos de Balanços Hídricos: normal, sequencial, de cultura e produtividade, real e potencial**. Santa Maria-SP: Rev. Brasileira de Agrometeorologia, v. 6, nº 1, p. 133-137, 1998.

QUESADO JUNIOR, N. **Avaliação de Parâmetros Físicos e Hidrodinâmicos dos Aquíferos do Município de Fortaleza, Estado do Ceará**. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Hídricos e de Infraestrutura Hidráulica). Fortaleza: UFC– Centro de Ciências, 2008.

SANTOS, Milton. **A urbanização desigual**. Petrópolis: Vozes, 1980.

RIBEIRO, José Alcir Pereira; CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno; SILVA, José Gonzaga da; PEREIRA, Sulani; SOUSA, Virgínia Pereira de. **Características Hidroquímicas da Faixa Costeira Leste da Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará**. São Paulo, SP: Associação Brasileira de Águas Subterráneas, XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterráneas, 2010.

SANTOS, A. C. Noções de Hidroquímica. In: **Hidrogeologia: conceitos e aplicação**. CPRM e LABHID/UFPE. Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SANTOS, E.J. dos; FERREIRA, C.A. & SILVA JR., J.M.F. (orgs.). **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. Texto Explicativo dos Mapas Geológicos e de Recursos Minerais do Estado da Paraíba**. Recife, PE: Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalúrgica - CPRM- Serviço Geológico do Brasil, 2000.

SANTOS, E.J. dos.; Brito Neves, B.B.; Van Schmus, W.R.; Oliveira, R.G.; Medeiros, V.C. **An overall view on the displaced terrane arrangement of the Borborema Province, NE-Brazil**. In: 31 ST INTERNACIONAL GEOLOGICAL CONGRESSE, 31., Rio de Janeiro. **Proceedings**. Rio de Janeiro: Print book, 1 CD-ROM, 2000.

SANTOS, J.E. dos; MEDREIROS, V.C. – **Constraints From Granitic Plutonism on Proterozoic Crustal Growth of the Transverse Zone, Borborema Province, NE, Brazil**. Revista Brasileira de Geociências, v. 29?, p.73-84, 1999.

SANTOS, E.J. dos & BRITO NEVES, B.B. de. **Província Borborema**. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. Coord. **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, p.123-186.,1984.

SALES. Marta Celina Linhares. **CELINA VERSÃO 1.0. - Software para Determinação de Média de Temperatura Mensal no Intervalo de Anos Estabelecidos**, 2003. Disponível para download gratuito: <<http://www.funcceme.br/DEHID/qualigraf/index.htm> > Acesso em: 06 de jun. 2020.

SCOPEL, R.M.; TEIXEIRA' E.C.; BINOTTO, R.B. **Caracterização Hidrogeoquímica de Água Subterrânea em Área de Influência de Futuras em Instalações de Usinas Hidrelétricas - Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas/RS Brasil. Química Nova**, v. 28, n. 3, maio/jun. p. 383-392, 2005.

SCUDINO, P. C. B. **Técnicas de Investigação de Qualidade das Águas Subterrâneas**. In: SEMINÁRIO IMPACTOS AMBIENTAIS E ÁGUA SUBTERRÂNEA NO BRASIL, 5., **Anais**, 1997.

SAWYER, N. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for environmental engineering and science**. 5.ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 752p.

Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS, 2020 Disponível em: <siagasweb.cprm.gov.br.> Acesso em: nov. de 2020.

SILVA, Marcos Alex Mendes da; LIMA, Flávia Romero Gil dos Santos; QUEIROZ, João Pedro Lavinas; SANTOS, Gislaine dos, Carlos Eduardo. **O Teor de Fluoretos na Água de Consumo no Ambiente Escolar e a Perspectiva de Controle da Cárie Dentária**. Rev. APS. 2013 out/dez; 16(4): 429-436.

SILVA, Cássio Roberto da Silva; FIGUEIREDO, Bernadinho Ribeiro; CAPITANI, Eduardo Mello de. **Geologia Médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM; FAPERJ, 2006. 211 p.

SILVA, J. B. da *et al.* **Atlas do Ceará: espaço geo-histórico e cultural**. João Pessoa: Grafset, 2004.

SILVA, J. C. S. - **Caracterização Hidrogeológica Ambiental da Área de Influência da Mina Lapa Vermelha, nas Regiões Cársticas de Lapa Santa, MG**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte –MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 239p, 2003.

SILVA, José Graziano da. **Tecnologia e Agricultura Familiar**. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

SILVA, José Graziano da. **A Nova Dinâmica da Agricultura Brasileira**. 2. ed. Campinas-SP: UNICAMP, 1998.

SILVA, José Graziano da. **O Que é a Questão Agrária**. 14. ed. São Paulo: Brasiliense, 1987.

SMITH, N. **Uneven Development: nature, capital and the production of space**. 3. ed. London: Blackwell, 2010.

STANDARD Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health Association-APHA; AWWA; WEF, 2012.

SJOBORG, S. **Silica in Aqueous Environments**. Journal of Non-Crystalline Solids, v. 196, p. 51-57, 1996.

SJOBORG, S. **Silica In Aqueous Environments**. Journal of Non-Crystalline Solids, v. 196, p. 51-57, 1996.

SOUZA, M.J.N. **Contribuições ao Estudo das Unidades Morfoestruturais do Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC- Revista de Geologia, p. 73 - 91, 1988.

SOUZA, M.J.N. et.al. **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Ceará – Diagnóstico Geoambiental**. Fortaleza, v. 1 1998.

SOUZA, D.M.G. de; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p.147-168.

SOUZA, M.J.N. Análise Geoambiental. In: **ELIAS. Denise (org.). O Novo Espaço da Produção Globalizada: o baixo Jaguaribe**. Fortaleza, CE: FUNECE, p. 23-89, 2002.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Lima, L.C. (Org). **Compartimentação Territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2002.

TEIXEIRA, Wilson; TOLEDO, M. Cristina Motta; FAIRCHILD, Thomas Rich; TAIOLI, Fábio. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003, 559p.

UNESCO. **Programa Hidrológico Internacional. Relatório técnico**. Paris, p. 240. 1998.

THORNE, D.W.; PETERSON, H.B.- **Metodi Normalizzati di Analisi del Suolo**. Bolonha, 1985.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia – Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH, EDUSP, 1993.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **The Water Balance Publications in Climatology**, 1955.

VASCONCELOS, Maiana Azevedo; OLIVEIRA, Iara Brandão de. **Caracterização Preliminar da Qualidade da Água Subterrânea no Estado da Bahia Quanto aos Teores de Sulfato**. São Paulo: ABAS, Anais do XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2017.

VASCONCELOS, Mickaelon Belchior; CAJAZEIRAS, Claudio Cesar de Aguiar; SOUSA, Rafael Rolim de. **Aplicação da Condutividade Elétrica da Água nos Estudos Hidrogeológicos da Região Nordeste do Brasil**. Foz do Iguaçu-PR, XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídrico, 24 a 28 de novembro, 2019.

VASCONCELOS, S.M.S.; SANTIAGO, M.F. e REBOUÇAS, A.C. – **Aspectos Físico-químicos Associados à Recarga do Sistema Dunas/paleodunas**, Fortaleza - Ceará. XIII Simpósio Bras. de Recursos Hídricos. ABRH. ANAIS. Belo Horizonte – MG, 1999.

VAN SCHMUS, W.R. *et al.*- **The Borborema Province: A Collage of Polycyclic Crustal Domains in NE Brazil**. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*, 27., Fortaleza. Resumos Expandidos, 15., Fortaleza, Ce, 1997.

VAN SCHMUS, W.R *et al.* **U-Pb and Sm/Nd Geochronologic Studies os Eastern Borborema Province, Northeast Brazil**: initial conclusions. *Journal South American Earth Sciences*, v. 8, n. 3-4, p. 267-288. 1995.

VARNIER, Claudia *et al.* **Nitrato nas Águas Subterrâneas: desafios frente ao panorama atual**. São Paulo: Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, SIMA, 2019, 128p.

VIEIRA, Rosana Faria. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. Brasília, DF : Embrapa, 2017, 163p.

VIEIRA, Andrée de Ridder *et al.* **Água Para a Vida, Água Para Todos – Livro das Águas (Cadernos de Educação Ambiental)**. Brasília: WWF-Brasil, 2006.

VAUCHEZ, A., NEVES, S.P., CABY, M., CORSINI, M., EGYDIO SILVA, M., ARTHAUD, M.H. & AMARO, V. **The Borborema shear zone system, NE Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences*, [s.l.], v. 8, p. 247-266, 1995.

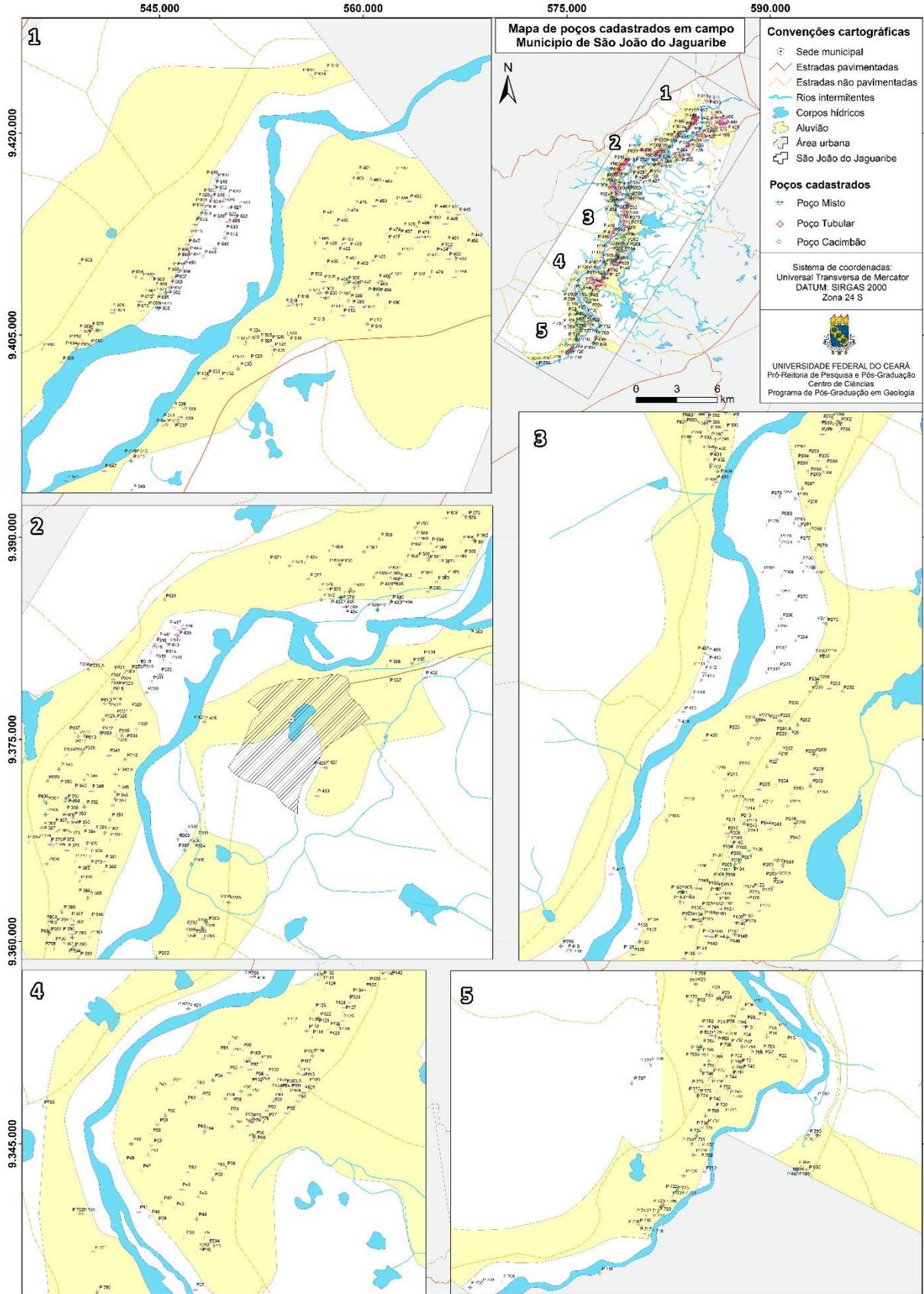
WELCH, Heather L.; KINGSBURY, James A.; COUPE, Richard H. **Occurrence of Phosphorus in Groundwater and Surface Water of Northwestern Mississippi**. Mississippi/USA: Mississippi State University- Mississippi Water Resources, Research Istitute.p.142 – 155, 2010.

WAISSMANN, William. Agrotóxicos e Doenças não transmissíveis. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, p. 20-21, 2007.

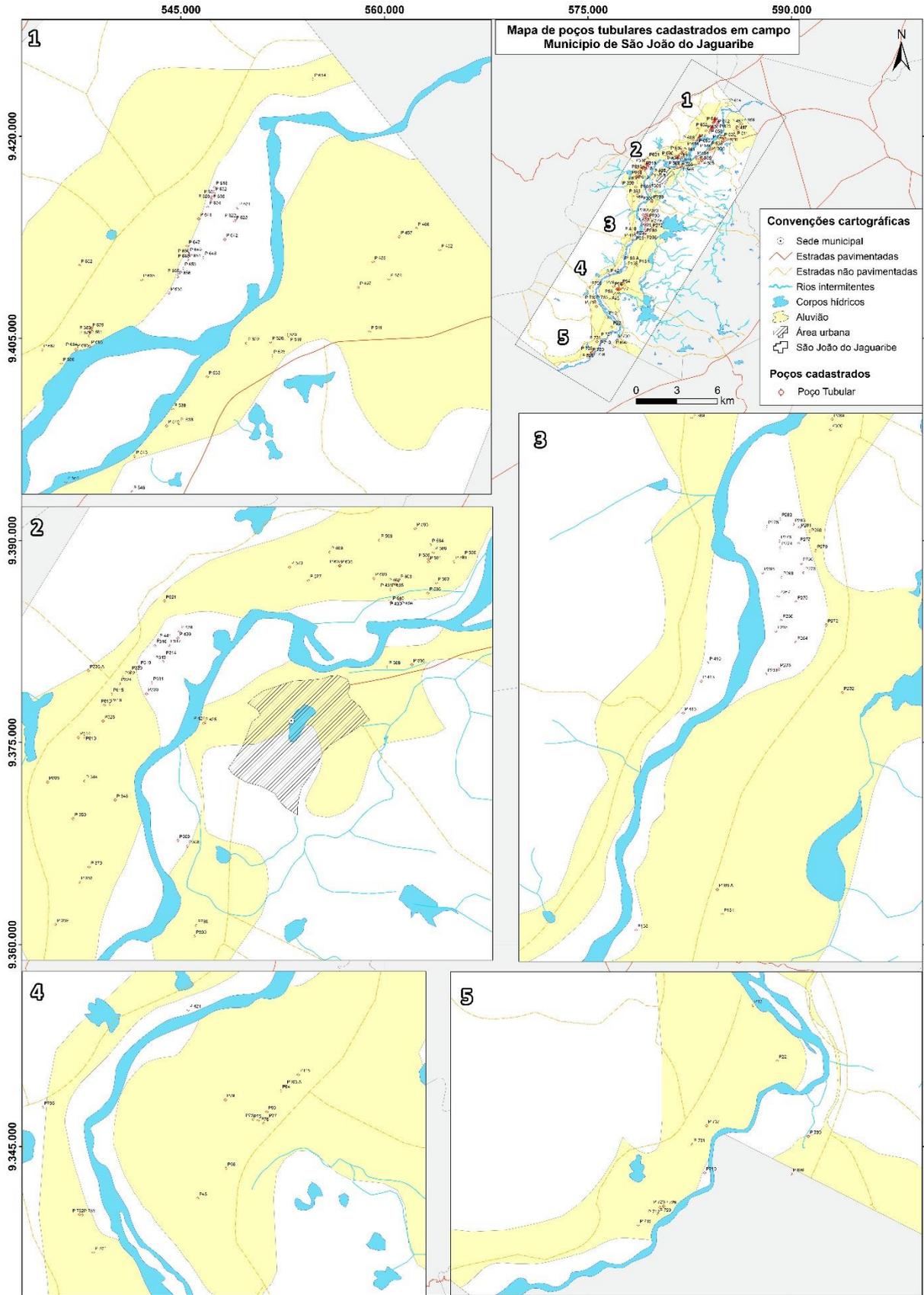
WETZEL, R. G. **Limnology**: lake and river ecosystems. San Diego: Elsevier, 1006 p. 2001.

ZAMBERLAM, Jurandir. **Agricultura Ecológica**: preservação do pequeno agricultor e do meio-ambiente. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

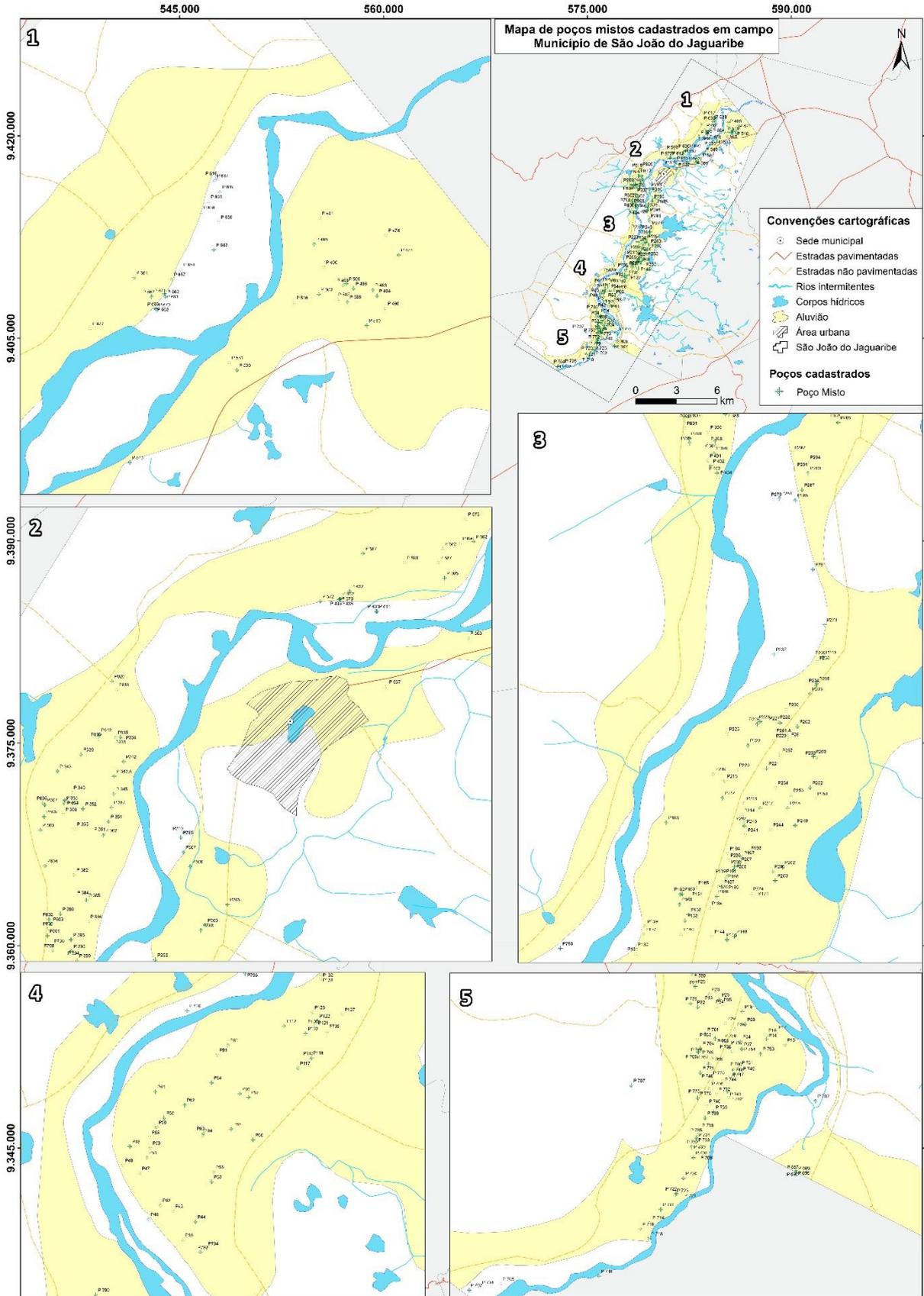
ANEXO A – MAPA GERAL DE POÇOS



ANEXO C – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE POÇOS TUBULARES



ANEXO D – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DE POÇOS MISTOS



ANEXO E – PLANILHA RESUMIDA DE POÇOS COM DADOS INFORMATIVOS

N_PONTO	LONG_E	LAT_N	ALTITUDES (m)	PROPRIETARIO	NATUREZA_DO_POÇO	REVESTIMENTO	COLUNA DE ÁGUA (m)	NÍVEL ESTÁTICO (m)	PROFUNDIDADE TOTAL (m)	FINALIDADE	DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO
P1	577232	9404879	48	HÉLIO AMBROSIO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,80	2,20	3,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P2	581446	9404848	53	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,50	3,00	3,50	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P3	581268	9404941	55	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ANEL	0,30	3,60	3,90	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P4	581077	9404934	52	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ANEL	2,34	2,73	5,07	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P5	581076	9404970	57	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ANEL	1,16	3,49	4,65	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P6	580911	9404968	54	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ANEL	2,15	4,35	6,50	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P7	580835	9404964	54	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ANEL	0,85	4,35	5,20	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P8	581602	9404721	59	ASSENTAMENTO NOVA HOLANDA	CACIMBÃO	ANEL	0,30	4,60	4,90	AGRICULTURA	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P9	576681	9407506	50	LUCIANO NOBRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,45	5,35	7,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P10	576662	9407398	50	VILANILDO NOBRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,20	5,00	7,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P11	576763	9407457	50	LUCIANO NOBRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	8,30	5,05	13,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P12	576433	9406557	47	CAGECE	POÇO TUBULAR	PVC	5,05	3,95	9,00	AGROPECUARIA E CONSUMO DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P13	576316	9406272	50	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,30	4,90	6,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P14	576612	9406141	50	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ANEL / PVC	5,00	3,00	8,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P15	576847	9406065	49	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	5,30	3,20	8,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P16	576606	9406189	48	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	5,30	3,20	8,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P17	576736	9406231	47	NÃO INFORMADO	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,80	3,60	8,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P18	576494	9406366	49	WAGNER MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00		1,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P19	576300	9406496	49	WAGNER MOREIRA	MISTO	PVC	5,50	5,15	10,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P20	576336	9406329	50	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	5,40	2,95	8,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P21	576895	9405754	50	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	5,45	3,05	8,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P22	576745	9405842	48	NÃO INFORMADO	POÇO TUBULAR	PVC	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P23	576584	9406003	51	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,00	4,00	8,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P24	576279	9406105	50	WAGNER MOREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,45	3,45	7,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P25	576008	9406650	48	WAGNER MOREIRA	MISTO	ANEL / PVC	8,00	1,90	9,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P26	575879	9406718	48	WAGNER MOREIRA	MISTO	ANEL / PVC	7,00	2,26	9,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P27	575693	9406807	49	WAGNER MOREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,40	2,10	7,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P28	575699	9406821	50	WAGNER MOREIRA	MISTO	ANEL / PVC	5,40	2,10	7,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P29	576083	9406342	49	WAGNER MOREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,40	2,10	7,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P30	576085	9406311	49	WAGNER MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,18	4,47	6,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P31	575961	9406263	49	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,18	4,49	6,67	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P32	575731	9406553	51	NÃO INFORMADO	MISTO	ALVENARIA / PVC	2,73	3,27	6,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P33	575793	9406610	50	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	6,20	5,70	11,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P34	575975	9406559	48	NÃO INFORMADO	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,50	4,00	8,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P35	576034	9406584	48	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	6,00	4,00	10,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P36	576204	9406266	48	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	6,00	3,00	9,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P37	576295	9406011	47	NÃO INFORMADO	MISTO	ALVENARIA/PVC	5,60	3,30	8,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P38	576493	9407512	46	VILANILDO NOBRE	MISTO	ANEL / PVC	6,00	2,80	8,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P39	576237	9407645	48	VILANILDO NOBRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P40	576161	9407711	48	VILANILDO NOBRE	CACIMBÃO	ANEL/PVC	5,60	4,82	10,42	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P41	576057	9407754	50	VILANILDO NOBRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	7,30	5,44	12,74	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P42	576276	9407846	50	ZÉ DO NETO	MISTO	ANEL / PVC	9,20	5,23	14,43	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P43	576396	9407790	48	ZÉ DO NETO	MISTO	ANEL / PVC	9,10	5,20	14,30	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P44	576612	9407687	50	ZÉ DO NETO	MISTO	ANEL / PVC	7,15	5,57	12,72	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P45	576622	9407899	49	JOÃO MARQUES	POÇO TUBULAR	PVC	7,52	5,40	12,92	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P46	576467	9407971	47	JOÃO MARQUES	CACIMBÃO	ANEL	8,08	4,37	12,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P47	576077	9408155	50	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	7,83	6,24	14,07	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P48	575916	9408233	48	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,63	4,88	11,51	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P49	575983	9408415	47	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	5,65	6,00	11,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P50	576179	9408402	46	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,40	5,40	11,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P51	576145	9408307	49	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	7,40	5,58	12,98	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P52	576525	9408136	53	JOÃO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,50	4,00	4,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P53	576766	9408073	49	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL/PVC	5,85	5,50	11,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P54	576828	9408150	49	JOÃO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,77	2,90	4,67	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P55	576787	9408167	49	ANTONIO RODRIGUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,35	3,25	10,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P56	576894	9408188	48	JOÃO MARQUES	POÇO TUBULAR	PVC	5,50	5,00	10,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P57	576599	9407001	51	VILANILDO NOBRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,55	3,90	6,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P58	576172	9408503	46	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	8,20	5,15	13,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P59	576237	9408601	47	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,42	5,00	11,42	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P60	576311	9408690	50	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,40	5,10	11,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P61	576227	9408945	46	RAIMUNDO MELO	MISTO	ANEL / PVC	4,55	3,80	8,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P62	576508	9408816	46	MILTON MACHADO	MISTO	ANEL / PVC	5,40	4,55	9,95	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P63	576688	9408541	48	RAIMUNDO MELO	MISTO	ANEL / PVC	7,85	4,75	12,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P64	576678	9408520	48	RAIMUNDO MELO	MISTO	ANEL / PVC	8,20	4,40	12,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P65	576953	9408583	48	MILTON MACHADO	MISTO	ANEL / PVC	5,85	4,30	10,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P66	577165	9408479	47	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	5,90	4,30	10,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P67	577154	9408449	47	MILTON MACHADO	CACIMBÃO	ANEL	1,72	4,30	6,02	AGRICULTURA E CONSUMO DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P68	577189	9408444	47	MILTON MACHADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,68	5,45	9,13	DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P69	577100	9408587	46	RAIMUNDO DA MELICE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,50	DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P70	576931	9408702	47	RAIMUNDO DA MELICE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,80	5,05	6,85	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P71	576380	9408985	48	JEOVA CRISTINE	CACIMBÃO	ANEL	2,20	4,85	7,05	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P72	576663	9408851	46	JEOVA CRISTINE	CACIMBÃO	ANEL	2,80	4,85	7,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P73	577154	9408662	48	JEOVA CRISTINE	POÇO TUBULAR	PVC	5,70	4,80	10,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P74	577144	9408622	47	JEOVA CRISTINE	CACIMBÃO	ANEL	2,80	4,55	7,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P75	577201	9408651	48	MARIQUINHA	POÇO TUBULAR	PVC	7,00	3,95	10,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P76	577256	9408625	46	MARIQUINHA	POÇO TUBULAR	MANILHA	0,00	0,00	2,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P77	577293	9408660	43	ZÉ CRISTINO	POÇO TUBULAR	PVC	2,40	3,55	5,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P78	576958	9408860	45	ZÉ CRISTINO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	3,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P79	576888	9408853	45	ZÉ CRISTINO	POÇO TUBULAR	PVC/MANILHA	6,70	4,25	10,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P80	576601	9408958	46	ZÉ CRISTINO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,65	4,10	5,75	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P81	576821	9409300	43	JOSÉ NONATO	MISTO	ALVENARIA / PVC	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P82	576922	9409394	45	RAIMUNDO DA MELICA	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,15	3,30	7,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P83	576952	9409278	49	RAIMUNDO DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P84	576766	9409031	46	RAIMUNDO DA MELICA	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,90	4,13	10,03	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P85	576921	9409103	49	FRANCISCO DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,60	3,60	5,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P86	577037	9408923	45	FRANCISCO DA MELICA	MISTO	ALVENARIA / MANILHA	4,00	3,75	7,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P87	577121	9408891	46	JOSÉ NONATO	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,50	3,85	11,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P88	577351	9408828	47	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,35	5,18	7,53	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P89	577284	9408735	43	RAIMUNDO DA MELICA	POÇO TUBULAR	CIMENTO	4,60	3,40	8,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P90	577360	9408842	44	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ANEL	7,70	5,10	12,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P91	577472	9408711	46	JOSÉ NONATO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P92	577577	9408825	47	JOSÉ NONATO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,65	2,40	3,05	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P93	577420	9408939	45	JOSÉ NONATO	POÇO TUBULAR	PVC	1,10	3,20	4,30	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P94	577233	9409015	46	JOSÉ NONATO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,20	3,20	5,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P95	577044	9409163	46	RAIMUNDO DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P96	577121	9409135	48	JOSE DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P97	577170	9409044	45	JOSE DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	1,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P98	577055	9409322	48	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,55	5,75	7,30	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P100	577118	9409245	49	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,35	4,35	6,70	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P101	577226	9409208	47	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,45	4,25	6,70	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P102	577234	9409090	45	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,10	2,35	4,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P103	577294	9409085	44	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,15	3,30	4,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P104	577396	9409029	45	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P105	577467	9408985	45	RAIMUNDO DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,40	2,25	5,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P105.A	577465	9408987	45	RAIMUNDO DA MELICA	POÇO TUBULAR	MANILHA	4,50	4,00	8,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P106	577503	9408958	45	RAIMUNDO DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P107	577639	9408909	46	RAIMUNDO DA MELICA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,45	2,40	3,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P108	577688	9408989	45	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,50	2,00	2,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P109	577553	9408988	44	DR. CHEQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00		2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P110	577520	9409012	44	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,50	4,60	5,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P111	577516	9409022	43	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ANEL	7,40	2,85	10,25	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P112	577462	9409579	47	CHICO MARQUES	MISTO	ALVENARIA/PVC	5,00	7,55	12,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P113	577669	9409508	45	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL/PVC	6,40	2,20	8,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P114	577721	9409450	48	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ANEL	6,00	2,00	8,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P115	577727	9409269	48	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL/PVC	9,10	1,90	11,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P116	577721	9409272	48	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL/PVC	8,15	1,70	9,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P117	577594	9409171	44	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ANEL/PVC	9,20	1,70	10,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P118	577590	9409097	43	CHICO MARQUES	POÇO TUBULAR	PVC	0,50	3,25	3,75	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P119	577639	9409082	45	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	4,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P120	577757	9409575	45	FATIMA AUGUSTA	MISTO	ANEL/PVC	9,50	4,45	13,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P121	577767	9409564	47	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL/PVC	9,50	4,40	13,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P122	577781	9409630	45	JOÃO ROSENO	MISTO	ANEL/PVC	9,00	5,20	14,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P123	577982	9409538	51	VALDECI DO JOÃO ROSENO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,60	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P124	577977	9409562	51	CHICO DA MELINA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,70	7,45	8,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P125	578014	9409602	49	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	3,40	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P126	577734	9409711	48	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	9,37	2,73	12,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P127	578022	9409692	48	ZÉ MACHADO	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,20	7,10	12,30	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P128	578033	9409731	48	ZÉ MACHADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	5,20	6,70	11,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P129	577837	9409921	48	MARCOS AUGUSTO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,95	4,90	8,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P130	577780	9410003	42	VILANILDO	CACIMBÃO	ANEL	0,00	0,00	1,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P131	577810	9410032	46	VILANILDO	MISTO	ALVENARIA/PVC	0,00	0,00	5,10	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P132	577810	9410077	46	EDSON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA / PVC	7,20	5,00	12,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P133	578075	9409785	47	EDSON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	6,20	7,60	13,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P134	578105	9409853	49	EDSON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	1,50	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P135	578231	9409907	50	EDSON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,95	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P136	578267	9409964	48	ALDENORA PINHEIRO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	4,90	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P137	577885	9410223	51	ZÉ DA BENEDITA	MISTO	ANEL / PVC	7,67	7,97	15,64	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P138	577809	9410253	47	ZÉ DA BENEDITA	POÇO TUBULAR	PVC	7,50	7,00	14,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P139	577900	9410299	51	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	4,20	7,10	10,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P140	578246	9410223	47	LEONILDO	MISTO	ANEL / PVC	7,55	6,10	13,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P141	578415	9410016	50	ZÉ DA BENEDITA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P142	578480	9410059	48	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	7,45	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P143	578487	9410183	48	LEONILDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,05	6,60	8,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P144	578543	9410199	48	AMILTON COSTA	MISTO	ANEL / PVC	5,78	7,30	13,08	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P145	578538	9410178	48	AMILTON COSTA	CACIMBÃO	ANEL	0,00	0,00	2,40	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P146	578687	9410171	47	NEUMA PINHEIRO	MISTO	ANEL	0,00		4,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P147	578684	9410179	47	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,08	7,30	8,38	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P148	578758	9410203	48	KEKEU	MISTO	ALVENARIA/PVC	5,78	13,75	19,53	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P149	578835	9410252	48	Sr. PETRONILO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,30	7,15	10,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P150	578774	9410318	47	Sr. PETRONILO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	7,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P151	578569	9410410	46	KEKEU	CACIMBÃO	ANEL	2,20	8,00	10,20	AGROPECUARIA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P152	578335	9410285	49	AMILTON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,80	7,70	9,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P153	578283	9410355	47	NEUMA PINHEIRO	MISTO	ANEL / PVC	7,50	11,75	19,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P154	578377	9410343	47	DJAIR COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	7,25	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P155	578440	9410300	48	NETO COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	SEM USO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P156	578460	9410360	48	JOÃO SERRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,85	6,95	7,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P157	578447	9410447	47	VALDIR DE LEONEL	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,55	7,65	9,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P158	578316	9410414	48	FRANCISCO GERONIMO	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,00	7,00	9,00	AGRICULTURA E CONSUMO DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P159	578261	9410507	47	EVANEIDE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,40	7,45	8,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P160	578231	9410512	47	BENEDITO DO MANDUCA	MISTO	ANEL / PVC	4,80	14,30	19,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P161	578329	9410572	46	JOSÉ FERREIRA	MISTO	ANEL / PVC	4,80	11,80	16,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P162	578238	9410610	48	DEL FERREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,80	9,30	14,10	AGRICULTURA E CONSUMO DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P163	578256	9410613	48	GERENTE DO CHICO MARGUES	MISTO	ANEL / PVC	4,80	13,65	18,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P164	578335	9410590	48	GERENTE DO CHICO MARGUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,10	7,60	10,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P165	578389	9410675	49	EDERCIO COSTA	MISTO	ANEL / PVC	8,00	13,40	21,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P166	578379	9410815	48	MARIA DAS CANDEIAS	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,32	6,40	7,72	AGRPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P167	578686	9410763	51	JUNIOR COSTA	CACIMBÃO	ANEL	1,25	7,35	8,60	AGROPECUARIA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P168	578675	9410759	51	JUNIOR COSTA	MISTO	ANEL / PVC	6,00	9,60	15,60	AGROPECUARIA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P169	578696	9410787	48	JUNIOR COSTA	MISTO	ANEL / PVC	5,00	8,45	13,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P170	578716	9410717	48	JUNIOR COSTA	MISTO	ANEL / PVC	8,05	13,20	21,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P171	578965	9410657	48	ANTONIO DO ALIÇO	CACIMBÃO	ANEL / PVC	7,00	12,36	19,36	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P172	579013	9410665	47	ANTONIO DO ALIÇO	CACIMBÃO	ANEL	6,50	11,15	17,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P173	578933	9410626	48	JUNIOR COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,70	7,10	9,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P174	578916	9410616	48	PEDRO COSTA	MISTO	ANEL / PVC	8,45	7,10	15,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P175	578888	9410554	48	MARIA DAS CANDEIAS	CACIMBÃO	ALVENARIA	8,45	6,95	15,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P176	578886	9410505	48	NEUMA PINHEIRO	CACIMBÃO	ANEL	6,45	7,40	13,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P177	578991	9410429	48	ELDÉCIO COSTA	CACIMBÃO	ANEL	5,60	7,45	13,05	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P178	578888	9410341	47	ANTONIO DO CANDINHO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,95	7,15	10,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P179	578852	9410344	47	BENEDITO CACHOEIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,12	6,90	8,02	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P180	578824	9410328	47	BENEDITO CACHOEIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,10	6,90	8,00	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P181	578638	9410407	46	MARIA ESTEVÃO	POÇO TUBULAR	MANILHA	1,70	7,50	9,20	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P182	578620	9410448	46	ANCELO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,35	6,50	7,85	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P183	578631	9410449	46	ANTONIO DO CANDINHO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,90	7,40	10,30	AGRICULTURA E CONSUMO DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P184	578517	9410475	47	FRANCISCA IVA	MISTO	ANEL / PVC	8,50	6,95	15,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P185	578615	9410546	48	ELDESIO COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	5,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P186	578588	9410588	49	ELDESIO COSTA	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,20	7,00	11,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P187	578636	9410683	51	EDMAR	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,60	7,10	13,70	AGROPECUARIA E DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P188	578593	9410645	49	ANTONIO FERREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,45	6,85	10,30	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P188.A	578590	9410646	49	ANTONIO FERREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,75	7,50	11,25	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P189	578676	9410630	49	MILENE PINHEIRO	MISTO	ANEL / PVC	5,00	6,80	11,80	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P190	578655	9410727	51	ALDENORA PINHEIRO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,15	7,10	10,25	AGRICULTURA E DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P191	578741	9410780	48	ANTONIO DO ALIÇO	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,90	6,85	11,75	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P191	578741	9410785	48	ANTONIO DO ALIÇO	MISTO	ALVENARIA/PVC	7,55	3,95	11,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P192	578535	9410913	48	CHICO MARCO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,40	5,20	8,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P193	578102	9411303	46	HIVANILSON DO QUINCO	MISTO	ANEL / PVC	4,30	3,90	8,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P194	578691	9411004	48	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,15	6,75	18,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P195	578729	9411055	47	NARCISIO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,70	6,25	8,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P196	578717	9411093	47	JOAO GUEREIRO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,05	6,95	10,00	DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P197	578829	9410965	49	IVANILSE	MISTO	ANEL / PVC	3,90	6,30	10,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P198	578894	9411011	49	IVANILSE	MISTO	ANEL / PVC	6,83	6,32	13,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P199	578919	9410971	48	IVANILSE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,90	5,90	6,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P200	579125	9410831	48	IVANILSE	MISTO	ANEL / PVC	6,30	6,30	12,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P201	579216	9410849	47	IVANILSE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	5,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P202	579220	9410872	47	IVANILSE	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,70	6,45	14,15	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P203	579149	9410742	48	IVANILSE	MISTO	ALVENARIA / ANEL / PVC	8,20	7,00	15,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P203.A	579150	9410744	48	IVANILSE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	1,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P204	579117	9410657	50	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,00	6,50	9,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P205	578752	9410846	48	CHICO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,80	8,60	15,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P206	578758	9410877	49	CHICO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,40	5,80	13,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P207	578803	9410900	49	CHICO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,40	5,60	13,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P208	578697	9410939	48	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,50	6,90	13,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P209	578699	9411144	48	SOCORRO DO ZÉ FRANSQUIM	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,65	6,80	9,45	AGRICULTURA E DOMETICA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P210	578683	9411179	48	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,30	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P211	578661	9411261	47	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,40	5,90	8,30	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P212	578262	9411458	45	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ALVENARIA	8,30	3,60	11,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P213	578807	9411299	49	EDITE COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,75	6,55	11,30	DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P214	578830	9411373	49	EDITE COSTA	MISTO	ANEL / PVC	7,35	6,85	14,20	DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P215	578834	9411446	47	DJADIR MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	3,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P216	578852	9411489	47	JOÃO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,30	6,10	11,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P217	578642	9411540	48	DJADIR MOREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,65	5,55	13,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P218	578666	9411705	48	CHICO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / ANEL / PVC	8,25	6,85	15,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P219	578553	9411772	46	CHICO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	7,60	2,90	10,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P220	578781	9411811	48	JOÃO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,20	6,45	12,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P221	579066	9411826	46	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	7,60	6,40	14,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P222	578886	9412048	46	OTAVIO MOREIRA	MISTO	ANEL / PVC	9,25	6,40	15,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P223	578684	9412160	45	OTAVIO MOREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	8,60	3,95	12,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P224	578947	9412224	46	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	3,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P225	578976	9412254	47	NETO PAES	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,00	5,00	10,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P226	579003	9412278	48	NETO PAES	MISTO	ANEL / PVC	6,65	6,10	12,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P227	579197	9412264	46	MOÉSIO	MISTO	ANEL / PVC	9,80	5,45	15,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P228	579171	9412276	47	MOÉSIO	MISTO	ANEL / PVC	6,00	8,00	14,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P229	579134	9412096	50	MOÉSIO	MISTO	ANEL / PVC	9,90	5,70	15,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P230	579254	9412397	48	MOÉSIO	MISTO	ALVENARIA / PVC	9,60	5,30	14,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P231	579058	9412730	46	ADALTO CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	7,25	3,35	10,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P232	579791	9412552	47	ADALTO CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	10,70	1,95	12,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P233	579482	9412548	46	AIRTON	MISTO	ANEL / PVC	6,00	4,00	10,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P234	579541	9412628	47	AIRTON	MISTO	ANEL / PVC	7,80	4,40	12,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P235	579548	9412646	47	GARCIA	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,50	4,35	10,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P236	579181	9412779	45	GARCIA	POÇO TUBULAR	PVC	6,50	4,00	10,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P237	579135	9412929	46	GARCIA	MISTO	ANEL / PVC	7,45	3,75	11,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P238	579551	9412859	45	MENDES	MISTO	ANEL / PVC	9,10	4,10	13,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P239	579605	9412896	46	NÃO INFORMADO	MISTO	ANEL / PVC	8,70	4,40	13,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P240	579610	9412902	46	ADALTO CHAVES	MISTO	ANEL / PVC	8,45	3,55	12,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P241	578864	9411184	46	CHICO MARQUES	CACIMBÃO	ANEL / PVC	3,60	2,10	5,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P242	579281	9411087	46	EDITE NOQUEIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,70	5,90	6,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P243	579098	9411216	46	EDITE NOQUEIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,85	6,70	8,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P244	579108	9411234	47	JOÃO COSTA	MISTO	ANEL / PVC	9,45	7,40	16,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P245	578851	9411295	48	NÃO INFORMADO	CACIMBÃO	ALVENARIA / PVC	0,00	0,00	6,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P246	578852	9411269	48	NÃO INFORMADO	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,45	5,90	9,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P247	579005	9411442	46	JOÃO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,20	5,60	11,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P248	579269	9411444	47	JOAO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	0,00	0,00	4,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P249	579341	9411275	47	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	6,00	5,00	11,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P250	579336	9411234	47	DJADIR MOREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	1,60	8,20	9,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P251	579533	9411534	45	JOÃO MARQUES	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,50	6,05	11,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P252	579483	9411639	44	OTÁVIO MOREIRA	MISTO	ANEL / PVC	4,25	4,90	9,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P253	579300	9411567	44	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	4,90	6,20	11,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P254	579152	9411639	46	JOÃO MARQUES	MISTO	ANEL / PVC	7,70	5,50	13,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P255	578987	9411602	45	OTAVIO MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	1,30	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P256	579163	9411899	47	OTAVIO MAIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P257	579196	9411953	46	OTÁVIO MAIA	MISTO	ANEL / PVC	6,00	5,00	11,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P258	579502	9411751	47	OTÁVIO MAIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,95	5,20	8,15	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P259	579543	9411929	46	NETO PAES	MISTO	ANEL / PVC	6,40	5,45	11,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P260	579515	9411943	46	NETO PAES	MISTO	ANEL / PVC	6,40	5,60	12,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P261	579279	9412108	46	NETO PAES	MISTO	ALVENARIA / PVC	9,20	2,80	12,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P261.A	579279	9412146	46	NETO PAES	MISTO	ALVENARIA/PVC	5,35	5,40	10,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P262	579361	9412231	49	ANTONIO FEITOSA	MISTO	ALVENARIA / PVC	8,80	7,80	16,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P263	579664	9412579	46	GILBERTO	CACIMBÃO	ALVENARIA	6,65	0,30	6,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P264	579344	9413039	46	ADAUTO CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	4,00	3,90	7,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P265	579153	9413146	45	ADAUTO CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	5,85	4,30	10,15	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P266	579204	9413252	46	ADAUTO CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	7,15	3,95	11,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P267	579177	9413486	45	MENDERILLO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	6,40	3,50	9,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P268	579025	9413711	43	MENDELIRO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	4,95	1,75	6,70	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P269	579208	9413668	45	VANDELINO	POÇO TUBULAR	PVC	5,40	3,40	8,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P270	579345	9413432	44	VANDELINO	POÇO TUBULAR	PVC	5,75	1,80	7,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P271	579621	9413215	46	MENDELIRO MENDES	MISTO	ANEL / PVC	4,95	4,05	9,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P272	579636	9413207	46	MENDELIRO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	4,95	2,20	7,15	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P273	579421	9413712	45	ZÉZE MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	5,00	2,20	7,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P274	579195	9413956	42	NENSINHO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	5,00	2,30	7,30	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P275	579066	9414162	43	ADELINO DO FRANCELINO	POÇO TUBULAR	PVC	8,65	2,75	11,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P276	579187	9414020	43	ADELINO DO FRANCELINO	POÇO TUBULAR	CIMENTO	6,70	2,10	8,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P277	579372	9413997	45	ADELINO DO FRANCELINO	POÇO TUBULAR	PVC	5,80	3,80	9,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P278	579133	9414427	43	ADELINO DO FRANCELIN	MISTO	ANEL / PVC	7,00	1,70	8,70	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P279	579535	9413926	46	ADELINO DO FRANCELINO	POÇO TUBULAR	CIMENTO	4,10	3,75	7,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P280	579478	9414116	45	NENZINHO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	4,20	3,75	7,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P281	579380	9414152	45	NENZINHO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	7,50	3,65	11,15	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P282	579194	9414234	44	NENZINHO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	6,90	1,70	8,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P283	579321	9414181	46	NENZINHO MENDES	POÇO TUBULAR	PVC	5,60	2,75	8,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P284	579189	9414437	44	RAIMUNDO DO ZÉ CANDIDO	MISTO	ANEL / PVC	6,00	6,90	12,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P285	579341	9414418	45	RAIMUNDO DO ZÉ CANDIDO	MISTO	ANEL / PVC	5,90	6,50	12,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P286	579445	9414341	45	RAIMUNDO DO ZÉ CANDIDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,45	4,30	6,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P287	579406	9414517	46	OTAVIO MAIA	MISTO	ANEL / PVC	5,30	5,80	11,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P288	579520	9414651	45	SOVELINA MAIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	1,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P289	579579	9414619	47	SOVELINA MAIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,00	1,50	4,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P290	579463	9414682	45	SOVELINA MAIA	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,40	6,40	11,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P291	579339	9414717	46	SOVELINA MAIA	MISTO	ALVENARIA / PVC	8,25	5,25	13,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P292	579314	9414881	44	VALDECI ABDORAL	MISTO	ALVENARIA / PVC	2,15	3,20	5,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P293	579465	9414826	45	VALDIR DO ABDORAL	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,65	3,70	5,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P294	579461	9414786	47	VALDECI DO ABDORAL	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,15	3,91	8,06	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P295	579556	9414781	44	VALDIR DO ABDORAL	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,25	3,50	5,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P296	579634	9414728	44	VALDIR DO ABDORAL	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,50	2,20	4,70	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P298	579597	9415040	46	JOSIMAR	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,30	3,60	4,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P299	579636	9415206	46	DEUSIMAR	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,95	3,60	6,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P300	579678	9415098	45	JOSIMAR	POÇO TUBULAR	PVC	5,30	3,10	8,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P301	579752	9415166	46	JOSIMAR	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,50	1,00	5,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P302	579771	9415156	46	JOSIMAR	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,70	1,90	5,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P303	579795	9415216	45	JOSIMAR	CACIMBÃO	ALVENARIA/ ANEL	3,50	2,20	5,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P304	579956	9415424	48	LUIZ MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,60	1,80	6,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P305	580006	9415416	48	LUIZ MOREIRA	MISTO	ANEL/PVC	0,00			AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P306	579648	9415782	48	LUIZ MOREIRA	MISTO	ALVENARIA	4,15	1,50	5,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P307	579584	9415920	44	LUIZ MOREIRA	MISTO	ANEL/PVC	7,70	3,30	11,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P308	579610	9415970	43	LUIZ MOREIRA	POÇO TUBULAR	PVC				AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P309	579519	9416024	45	LUIZ MOREIRA	POÇO TUBULAR	PVC	8,25	3,50	11,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P310	579592	9416104	43	RAIMUNDO DO ABEL	MISTO	ANEL/PVC	6,00	2,50	8,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P311	579707	9416036	41	LUIZ MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,60	2,20	4,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P312	579377	9417758	44	EDINIZIO PEREIRA	POÇO TUBULAR	PVC	5,75	3,10	8,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P313	579449	9417736	44	GERMANO MAIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,15	2,55	3,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P314	579389	9417804	45	EDMUNDO MAIA	POÇO TUBULAR	PVC	5,80	2,10	7,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P315	579262	9417834	45	EDMUNDO MAIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,85	1,60	5,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P316	579297	9417912	43	RAIMUNDO NUNES	POÇO TUBULAR	PVC	2,75	1,30	4,05	AGRICULTURA E CONSUMO DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P317	579433	9417916	42	RAIMUNDO NUNES	POÇO TUBULAR	PVC	7,40	1,45	8,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P318	579175	9417732	44	PEDRO DE LUCIA	POÇO TUBULAR	ALVENARIA	1,50	4,05	5,55	DOMESTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P319	579147	9417708	44	FRANCISCO ALDACIR	POÇO TUBULAR	PVC	2,30	3,65	5,95	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P320	579062	9417658	44	FRANCISCO ALDACIR	POÇO TUBULAR	PVC				AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P321	579002	9417640	44	FRANCISCO ALDACIR	CACIMBÃO	ANEL	2,85	2,85	5,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P322	578993	9417608	45	MARLENE	POÇO TUBULAR	ANEL	6,05	2,90	8,95	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P323	578979	9417540	44	EDSON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,90	0,70	3,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P324	578959	9417544	44	EDSON COSTA	POÇO TUBULAR	PVC	8,75	2,00	10,75	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P325	578800	9417182	46	EDSON COSTA	POÇO TUBULAR	PVC	4,75	2,40	7,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P326	578922	9417180	43	FLAVIO FREIRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,53	3,00	5,53	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P327	578926	9417216	45	JUCIMAR FREIRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00		1,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P328	579122	9417094	46	FLAVIO FREIRE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,30	3,10	4,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P329	579065	9417280	45	JOSÉ LEONEL	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,90	2,90	3,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P330	579217	9417446	44	EDSON COSTA	POÇO TUBULAR	PVC	5,60	3,25	8,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P331	579269	9417552	42	EDSON COSTA	POÇO TUBULAR	PVC	3,55	2,85	6,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P332	579351	9417618	43	EDSON COSTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,45	3,10	4,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P333	578980	9417032	44	CHICO SOUSA	MISTO	ANEL / PVC	2,20	2,80	5,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P334	579009	9417012	44	CHICO SOUSA	MISTO	ALVENARIA / PVC	2,60	3,25	5,85	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P335	578933	9417030	46	CHICO SOUSA	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,65	2,55	7,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P336	578658	9417668	44	DILTON LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,65	1,30	2,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P336.A	578657	9417669	44	DILTON LIMA	POÇO TUBULAR	PVC	7,00	1,25	8,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P337	578527	9417052	50	DILTON LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,20	3,30	5,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P338	578444	9416844	42	BALEO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,82	2,80	3,62	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P339	578602	9416865	43	BALEO	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,55	4,35	7,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P340	578579	9416844	43	BALEO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P341	578857	9416834	45	BALEO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,20	3,40	5,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P342	579010	9416798	45	BALEO	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,30	3,50	8,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 343	578375	9416703	46	MIRACI DO MUNDICO	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,45	3,30	6,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 343.A	578918	9416656	43	BALEO	MISTO	ALVENARIA/PVC	5,66	3,85	9,51	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 344	578622	9416601	47	MIRACI DO MUNDICO	POÇO TUBULAR	PVC	5,55	3,40	8,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 345	578916	9416485	44	MIRACI DO MUNDICO	MISTO	ANEL / PVC	2,90	2,65	6,62	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 346	578915	9416416	45	LUCIANO NOBRE	POÇO TUBULAR	PVC	0,00	0,00	4,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 347	578894	9416354	46	LUCIANO NOBRE	MISTO	ANEL / PVC	5,25	1,70	8,32	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 348	578686	9416488	45	CHARLISSON	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,15	3,25	6,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 349	578509	9416498	45	MARIA DO ABEL	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,10	6,00	10,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 350	578381	9416531	44	JARDSON LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,65	2,70	5,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 351	578863	9416216	45	CELIM DE ALVIDES	MISTO	ANEL / PVC	5,35	3,68	9,03	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 352	578619	9416340	45	CELIM DE ALVIDES	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,30	4,09	9,39	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 353	578520	9416399	46	FRANCISCO MONTEIRO	MISTO	ANEL / PVC	5,30	3,60	8,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 354	578445	9416424	46	FRANCISCO MONTEIRO	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,70	5,08	9,78	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 355	578438	9416398	45	CELIM DE ALVIDES	MISTO	ANEL / PVC	3,90	4,52	8,42	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 356	578430	9416287	43	CHICO SOUSA	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,55	4,55	8,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 357	578433	9416262	43	CHICO SOUSA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,35	4,40	5,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 358	578510	9416241	42	CHICO SOUSA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,35	5,23	6,58	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 359	578511	9416236	42	AVELINO	POÇO TUBULAR	PVC	1,55	5,25	6,8	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 360	578210	9416136	44	AVELINO	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,00	3,00	8,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 361	578823	9416095	46	CELIM DE ALVIDES	MISTO	ANEL / ANEL	5,45	3,00	8,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 362	578814	9416085	46	CELIM DE ALVIDES	MISTO	ALVENARIA / PVC	0,15	5,00	5,15	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 363	578862	9416022	46	MARIA RABELO	CACIMBÃO	ANEL	0,00	0,00	2,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 364	578620	9416153	44	MARIA RABELO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,95	4,70	6,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 365	578541	9416146	44	MARIA RABELO	MISTO	ANEL / PVC	4,35	4,85	9,20	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 366	578403	9416214	43	MARIA RABELO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,35	3,10	5,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 367	578352	9416094	45	FERNANDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,00	3,50	4,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 368	578433	9416060	45	FERNANDO	MISTO	ALVENARIA/PVC	2,15	3,80	5,95	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 369	578085	9415996	43	FERNANDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,10	4,55	6,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 370	578629	9415933	46	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,15	4,30	5,45	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 371	578453	9415916	45	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,50	3,85	5,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 372	578404	9415974	45	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,55	3,35	4,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 373	578459	9416036	43	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,65	3,60	5,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 374	578301	9416009	45	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,00	2,40	3,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 375	578318	9415958	45	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,70	3,90	8,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 376	578291	9415973	45	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,40	3,40	3,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 377	578529	9415816	46	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,20	4,70	6,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 378	578674	9415862	47	CELIM DE ALVIDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,05	3,60	5,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 379	578666	9415768	47	FRANCISCO IRAN	POÇO TUBULAR	PVC	0,00	0,00	3,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 380	578809	9415710	46	FRANCISCO IRAN	CACIMBÃO	ANEL	2,45	5,25	7,70	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 381	578814	9415806	44	FRANCISCO IRAN	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,80	4,45	8,25	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 382	578538	9415702	44	JOSÉ FILHO	MISTO	ALVENARIA / PVC	2,20	3,40	5,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 383	578573	9415622	43	QUIRINO FREITAS	POÇO TUBULAR	PVC	6,00	3,75	9,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 384	578693	9415484	45	DENILTON	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,00	4,65	9,65	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 385	578653	9415458	46	DENILTON	MISTO	ANEL X PVC	3,15	4,40	7,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 386	578669	9415252	47	RAIMUNDO FILHO	MISTO	ALVENARIA X PVC	7,20	4,85	12,05	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 387	578487	9415252	45	RAIMUNDO FILHO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,75	5,00	5,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 388	578402	9415324	47	DENILTON	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,00	6,00	12,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 389	578342	9415212	48	FRANCISCO AUGUSTO	POÇO TUBULAR	PVC	3,40	5,40	8,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 390	578432	9415238	47	GARDEL DA MAZE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P 391	578503	9415198	45	BIBI	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	1,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 392	578492	9415174	46	BIBI	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,70	5,20	6,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 393	578671	9415078	46	BIBI	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00		4,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 394	578571	9414990	46	BIBI	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,95	6,80	13,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 395	578504	9415076	47	ANA PEREIRA	MISTO	ALVENARIA / PVC	7,50	4,40	11,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 396	578494	9415108	46	FERNANDO GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA / PVC	0,40	2,00	2,40	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 397	578525	9414992	47	FERNANDO GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,50	5,80	6,30	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 398	578509	9414966	47	FERNANDO GOMES	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,75	5,57	11,32	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 399	578561	9414874	47	SEVERINO	MISTO	ALVENARIA / PVC	5,60	5,20	10,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 400	578554	9414850	47	SEVERINO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00		2,80	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 401	578499	9414800	48	SEVERINO	MISTO	ALVENARIA / PVC	6,00	5,50	11,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 402	578530	9414750	48	VALDENIR	MISTO	ANEL/PVC	5,89	2,15	8,04	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 403	578592	9414680	47	VALDENIR	MISTO	ALVENARIA / PVC	8,30	5,20	13,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 404	578600	9414638	47	TEREZA AUGUSTO	MISTO	ALVENARIA / PVC	3,10	1,50	4,60	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 405	578553	9414554	46	FATIMA AUGUSTO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	2,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 406	578576	9414578	46	TEREZA AUGUSTO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,90	5,60	6,50	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 407	578471	9412918	41	CHICO LEITE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,10	3,80	4,90	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 408	578500	9412904	41	CHICO LEITE	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,15	2,40	5,55	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 409	578472	9412078	40	CHICO LEITE	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,55	2,45	4,00	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 410	578499	9412840	44	BATISTA	POÇO TUBULAR	PVC	2,40	2,70	5,10	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 411	578481	9412768	42	BATISTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,90	1,45	3,35	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 412	578463	9412734	42	RAIMUNDO FILHO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,25	1,50	3,75	AGROPECUARIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 413	578436	9412664	47	RAIMUNDO FILHO	POÇO TUBULAR	PVC	0,00	0,00	1,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 414	578349	9412492	45	RAIMUNDO FILHO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,60	0,40	2,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 415	578262	9412354	46	NÃO IDENTIFICADO	POÇO TUBULAR	PVC	1,75	3,40	5,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 416	578198	9412210	45	MANEL GALDINO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,30	0,25	1,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 417	577569	9410778	42	PAULO DA ODETE	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,00	0,00	3,25	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 418	577167	9410056	46	VALDIR	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,75	1,50	3,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 419	577145	9410034	48	ELIANO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,55	1,05	2,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 420	576531	9409726	48	DOMINGO CALANGO	MISTO	ALVENARIA / PVC	4,45	4,80	9,25	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 421	576530	9409720	48	CAGECE-SAAE	POÇO TUBULAR	PVC	4,40	3,20	7,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 422	580289	9409132	48	CANDEIA PINHEIRO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,10	0,85	3,95	SEM USO	CRISTALINO (COMPLEXO JAGUARETAMA)
P 423	580663	9416514	47	CHICO PINHEIRO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,00	1,35	3,35	SEM USO	CRISTALINO (CRISTALINO)
P 424	579783	9417170	42	OLIVALDO	POÇO TUBULAR	PVC	6,00	2,40	8,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 425	579766	9417159	42	OLIVALDO	POÇO TUBULAR	PVC	6,00	2,50	8,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 426	580943	9416711	46	JOÃO DO ROCHINA	CACIMBÃO	ANEL	1,10	7,75	8,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 427	580931	9416720	43	JOÃO DO ROCHINA	CACIMBÃO	ANEL	2,75	5,80	8,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 428	581893	9417586	44	NILBERTO SERRA	CACIMBÃO	ANEL	4,51	1,95	6,46	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 429	580854	9416442	42	NILBERTO SERRA	CACIMBÃO	ANEL	6,00	5,90	11,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 430	581653	9418357	45	VALDIR CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	6,20	2,65	8,85	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 431	581562	9418456	43	VALDIR CHAVES	POÇO TUBULAR	PVC	7,20	4,50	11,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 432	581177	9418442	42	VALDIR CHAVES	MISTO	ANEL X PVC	6,10	3,00	9,40	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 433	581090	9418370	42	ENANI DO DICO	MISTO	ANEL X PVC	6,00	3,05	9,05	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 434	581125	9418272	45	ANEILDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,90	4,40	7,30	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 435	581080	9418363	42	ANEILDO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,95	5,70	12,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 436	581433	9418248	45	ALDEMIR	MISTO	ALVENARIA X PVC	4,90	5,20	10,01	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 437	579485	9418073	41	FRANCISCO CAETANO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,70	2,45	3,15	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 438	579535	9418050	41	FRANCISCO CAETANO	POÇO TUBULAR	PVC	5,35	4	9,35	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 439	579520	9417984	45	ANTONIO DO JOSE ALVES	POÇO TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	6,70	2,00	8,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 440	579410	9417929	42	ANTONIO DO JOSE ALVES	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,00	1,45	3,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 441	579330	9417969	45	ANTONIO DO JOSE ALVES	POÇO TUBULAR	PVC	4,9	1,6	6,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 442	579576	9418061	43	PAULO SÉRGIO	CACIMBÃO	ANEL	1,95	2,9	4,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 443	579504	9418004	45	EDMUNDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	6,95	4,25	11,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 444	586623	9421065	38	RIVALDO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,8	4	6,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 445	586719	9421038	41	RIVALDO LIMA	CACIMBÃO	ANEL	2,6	4,8	6,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 446	586484	9421068	38	RIVALDO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA			3,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 447	586116	9421439	42	RIVALDO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,55	4,40	8,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 448	586597	9420948	40	RIVALDO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	4,8		AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 449	586833	9420792	40	RIVALDO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	5	2,39	7,39	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 450	586434	9420962	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,94	3,35	4,29	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 451	586609	9420762	41	ALDENOR	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,7	5,3	10,00	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 452	586542	9420711	40	FRANSQUINHA	TUBULAR	PVC	4,06	4,01	8,07	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 453	586626	9420716	41	JOSÉ GOMES DOS SANTOS	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,8	5,1	6,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 454	586633	9420733	41	ALDEMAR	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,40	FRUTICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 455	586683	9420630	38	JOSÉ GOMES DOS SANTOS	CACIMBÃO	ALVENARIA	3	2,7	5,70	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 456	586794	9420734	40	RAIMUNDO DE GALEGO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,3	2,1	5,40	PECUÁRIA BOVINA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 457	586153	9420839	39	ADRIANO GOMES	TUBULAR	PVC	4,5	5,6	10,10	AGRICULTURA E LAZER	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 458	586185	9420898	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			5,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 459	585914	9421120	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2	5	7,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 460	585690	9421341	40	ADRIANO GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,4	3,3	4,70	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 461	585755	9421442	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1	4,2	5,20	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 462	585896	9421325	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1	3,55	4,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 463	585966	9421310	38	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,5	3,65	5,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 464	586119	9421150	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,2	1,3	2,50	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 465	586247	9421167	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,5	3,6	4,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 466	586317	9420920	40	PEDRO GOMES	TUBULAR	PVC				AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 467	586351	9420901	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,55	2,55	4,10	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 468	586682	9420436	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			4,45	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 469	586625	9420607	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2	3,25	5,25	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 470	586338	9420770	38	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,4	3,7	6,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 471	586325	9420820	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,92	3,4	5,32	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 472	586414	9420598	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,8	2,6	4,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 473	586157	9420660	40	FRANCISCO GOMES	MISTO	ANEL X PVC	5	2,9	7,90	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 474	586034	9420850	40	FRANCISCO GOMES	MISTO	ALVENARIA X PVC	1			AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 475	585721	9421106	42	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,4	5,4	6,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 476	585639	9421028	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,7	4,6	6,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 477	586041	9420776	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL				AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 478	586284	9420417	43	IRMÃO JÚNIOR	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,6	3,6	7,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 479	586444	9420432	42	FRANCISCO GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,1	3,5	5,60	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 480	585546	9420934	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,4	5,15	6,45	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 481	585398	9421016	42	ADRIANO	MISTO	ANEL X PVC	5	4,4	9,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 482	585623	9420762	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,2	4,3	5,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 483	585673	9420792	42	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA				AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 484	586053	9420429	41	ADRIANO DO CAMARÃO	TUBULAR	PVC	3,7	3,8	4,50	AGROPECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 485	585900	9420595	43	ADRIANO DO CAMARÃO	TUBULAR	PVC	4,6	3	7,60	AGROPECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 486	585978	9420395	39	PEDRO XAVIER	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,15	3,05	5,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 487	585596	9420751	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2	3	5,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 488	585344	9420763	42	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	2	4	5,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 489	585435	9420712	40	ANTONIO CARLOS	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,7	4	4,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P 490	585437	9420541	39	VALTER DO LIMA	MISTO	ANEL X PVC	5	7	12,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 491	585627	9420567	41	JOÃO CARLOS	CACIMBÃO	ANEL	2,3	4,15	6,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 492	585737	9420517	42	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,05	3,65	5,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 493	585910	9420321	39	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X ANEL	3	3,7	6,70	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 494	585947	9420265	41	JOÃO DE SOUZA	MISTO	ANEL X PVC	3,25	7,4	10,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 495	585947	9420265	41	JOÃO DE SOUZA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,55	4,1	NÃO OBTIDA	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 496	586028	9420144	42	ECLÉSIO GLEISON RAMOS	MISTO	ANEL X PVC	3,6	5	8,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 497	585759	9420347	40	JOAQUIM SIMONI	TUBULAR	PVC	5,7	2,8	8,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 498	585722	9420335	39	JOAQUIM SIMONI	MISTO	ANEL X PVC	5,8	2,8	8,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 499	585628	9420367	39	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	6,6	2,4	9,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 500	585654	9420383	40	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	6,4	2,9	9,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 501	585802	9420136	41	VALDO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,8	5,37	8,17	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 502	585295	9420414	43	AGAMENON	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,8	2,8	5,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 503	585391	9420280	40	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,7	4,88	10,58	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 504	585369	9420276	39	AGAMENON	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,1	5,25	6,35	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 505	585436	9420288	40	AGAMENON	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,5	4,7	6,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 506	585424	9420390	40	AGAMENON	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 507	585570	9420231	42	AGAMENON	MISTO	ANEL X PVC	3,4	3,4	6,80	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 508	585665	9420206	40	AGAMENON	MISTO	ANEL X PVC	1,35	5,4	6,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 509	585695	9420144	40	AGAMENON	CACIMBÃO	ALVENARIA			4,15	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 510	585850	9419979	41	AGAMENON	MISTO	ANEL X PVC	1,95	6,09	8,04	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 511	585867	9419919	43	AGAMENON	TUBULAR	PVC	1,95	6	7,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 512	585610	9420061	41	ELIAS GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,95	4,2	5,15	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 513	585495	9420102	41	ELIAS GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 514	585274	9420257	40	AGAMENON	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,15	3,35	6,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 515	585318	9419977	41	RAIMUNDA DO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA			1,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 516	585153	9420199	41	RAIMUNDA DO LIMA	MISTO	ANEL X PVC	13	4,8	17,80	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 517	585106	9420188	41	RAIMUNDA DO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,15	2,9	5,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 518	585092	9420157	43	RAIMUNDA DO LIMA	CACIMBÃO	ALVENARIA			3,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 519	585089	9419877	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	4	3,66	7,66	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 520	585043	9419852	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	4,65	3,5	8,15	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 521	584671	9419788	39	FAMÍLIA PEREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	4,3	6,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 522	584684	9419807	39	FAMÍLIA PEREIRA	TUBULAR	PVC	2	4,25	6,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 523	584931	9419685	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	CIMENTO	2,7	3,42	6,12	AVES E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 524	584787	9419869	43	SARITA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,5	4,35	4,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 525	584885	9419822	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL			4,35	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 526	584916	9419818	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,8	4,25	8,05	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 527	584930	9419764	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL	1,05	4,55	5,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 528	584948	9419735	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,55	4,15	5,70	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 529	584718	9419619	43	BATISTA	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,8	4,3	5,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 530	584604	9419547	43	ARIMATEIA	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,5	5	8,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 531	584531	9419621	41	ARIMATEIA	MISTO	ANEL X PVC	3,65	3,5	4,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 532	584442	9419452	44	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,2	4,1	6,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 533	584308	9419482	40	ZÉ TEIXEIRA	TUBULAR	PVC	7,2	3,2	10,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 534	584282	9419452	40	DEUSDETO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,75	3,6	5,35	AGRICULTUA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 535	584041	9419078	39	CHAGUINHA GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	1,75	3,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 536	584035	9419029	41	CHAGUINHA GOMES	TUBULAR	PVC	2,7	2,7	5,40	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 537	583993	9419005	41	CHAGUINHA GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,55	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 538	583977	9419167	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	CIMENTO	4,95	3,5	7,45	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 539	584077	9419164	44	CHAGUINHA GOMES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,1	1,75	2,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 540	583917	9419008	41	GUERREIRO	TUBULAR	PVC	1,45	3,3	4,75	AGROPECUÁRIA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 541	583877	9419047	38	GUERREIRO	CACIMBÃO	ALVENARIA			1,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 542	583886	9418993	38	DEUSDETI	CACIMBÃO	ALVENARIA			4,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 543	583609	9418713	39	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,95	3,85	7,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 544	583612	9418701	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			1,53	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 545	583576	9418655	42	ANTONIO ELDER	MISTO	ALVENARIA X CIMENTO	6,2	3,57	9,77	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 546	583585	9418369	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	8,6	3,3	11,90	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 547	583316	9418557	40	ELIEZITO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,45	3,74	6,19	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 548	583512	9418287	39	ELIEZITO	TUBULAR	PVC	3,9	2,8	6,70	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 549	583523	9418297	39	ELIEZITO	TUBULAR	PVC	7,1	3,8	10,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 550	583385	9418197	40	EDMAURO	TUBULAR	CIMENTO	1,15	3,5	4,65	AGROPECUÁRIA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 551	583348	9418247	39	EDMAURO	MISTO	ANEL X PVC	7	4,6	11,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 552	583243	9418335	41	EDMAURO	TUBULAR	CIMENTO	5,5	5	10,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 553	583037	9418305	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	6,5	4,8	11,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 554	582949	9418463	44	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC			4,35	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 555	583368	9418171	40	MOISÉS	TUBULAR	PVC	7	2,9	7,90	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 556	583141	9418057	43	MOISÉS	MISTO	ANEL X PVC	2,25	3,3	5,55	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 557	583050	9418062	41	ELANO	MISTO	ANEL X PVC	7,2	3,8	11,00	AGROPECUÁRIA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 558	583052	9418091	41	MOISÉS	MISTO	ANEL X PVC	5	3,4	8,40	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 559	583123	9418085	43	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	CIMENTO	4,1	4,1	2,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 560	582962	9418223	42	ELANO	MISTO	ANEL X PVC	6	4,5	10,50	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 561	582882	9418096	42	ELANO	MISTO	ANEL X PVC	3,95	6,7	10,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 562	582704	9418058	44	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,6	3,7	4,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 563	582315	9417990	40	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	7,35	4,5	11,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 564	581874	9417787	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL	2,2	0,75	2,95	USO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 565	581848	9417770	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	2,3	0,75	2,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 566	581767	9417728	41	ANDERSON DUARTE	TUBULAR	PVC	1,85	0,5	2,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 567	581534	9417521	43	MARCOS AUGUSTO	MISTO	ANEL X PVC	7	2,7	9,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 568	581531	9417706	39	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,35	1,3	4,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 569	581124	9418274	45	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,8	4,4	7,20	CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 570	581081	9418365	42	ONEILDO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,5	4,6	11,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 571	580396	9418702	44	ODAIR	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,35	3,6	7,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 572	580895	9418345	44	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	7,4	5,54	12,94	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 573	580594	9418673	45	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5,6	2,87	8,47	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 574	580741	9418701	43	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,1	2,75	4,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 575	580967	9418447	43	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 576	580888	9418442	43	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			3,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 577	580773	9418542	42	JOSÉ RIBAMAR	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	5,55	3,85	9,40	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 578	582293	9419140	41	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	7,1	3,48	10,58	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 579	582264	9419158	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,24	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 580	582260	9418774	44	PEDRO	TUBULAR	PVC	7,1	4	11,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 581	582173	9418725	44	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,3	4,7	8,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 582	582072	9418853	44	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,4	5,15	11,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 583	581799	9419045	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	1,75	5	6,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 584	581946	9418888	43	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,8	4	7,80	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 585	582089	9418570	45	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	7,1	4,85	11,95	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 586	581928	9418749	43	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5,9	3,55	9,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 587	582026	9418719	44	NERY	MISTO	ALVENARIA X PVC	8	5	15,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 588	581975	9418814	46	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	CIMENTO	4,55	5,55	10,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P 589	581801	9418939	46	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			4,44	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 590	581806	9418886	46	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,6	4,1	5,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 591	581926	9418724	43	ALBERTO NASCIMENTO	TUBULAR	PVC	6,45	3,5	9,95	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 592	581752	9418830	46	SABOIA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,2	3,88	5,08	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 593	582002	9418518	44	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	PVC		3,8	7,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 594	581847	9418558	42	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			3,42	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 595	581661	9418551	43	ENÓDIO DO ONÓRIO	CACIMBÃO	ALVENARIA			7,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 596	581921	9418421	43	ENÓDIO DO ONÓRIO	TUBULAR	PVC	2	5,5	7,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 597	581307	9418807	42	ENÓDIO DE ONÓRIO	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,3	2,82	6,12	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 598	581705	9418720	44	OSAEAL CHAVES DE OLIVEIRA	MISTO	ALVENARIA X PVC	4,88	5,71	10,59	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 599	581455	9418933	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,7	5,2	8,90	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 600	581534	9418603	44	ENEILDO	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,08	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 601	581616	9418506	43	ENEILDO	TUBULAR	PVC	2,85	5,35	8,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 602	581610	9418508	43	ENEILDO	TUBULAR	PVC	6,4	5,2	11,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 603	581641	9418540	43	ENEILDO	TUBULAR	PVC	5,35	5,3	10,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 604	581652	9418356	45	VALDIR	TUBULAR	PVC	5,75	3,15	8,90	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 605	581562	9418456	43	VALDIR	TUBULAR	PVC	6,7	5,2	11,90	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 606	581402	9418564	45	VALDIR	TUBULAR	PVC	6,2	5	11,20	AGROPECUÁRIA E USO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 607	581077	9418687	43	VALDIR	TUBULAR	PVC	4	3,4	7,40	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 608	581073	9418685	42	VALDIR	TUBULAR	PVC	4	3,92	7,92	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 609	580979	9418817	44	VALDIR	TUBULAR	PVC	6,1	2,91	9,01	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 610	581568	9418331	44	VALDIR	TUBULAR	PVC	6,25	3,15	9,40	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 611	581440	9418248	45	ALDENIR	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,55	4,45	10,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 612	581089	9418371	42	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	6,35	3,8	9,43	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 613	585447	9422433	38	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			1,22	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 614	585324	9422364	40	JOSÉ PINHEIRO DE SOUSA	TUBULAR	PVC	4,9	3,55	8,45	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 615	585306	9422390	38	JOSÉ PINHEIRO DE SOUSA	CACIMBÃO	ALVENARIA	2	4,1	6,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 616	584406	9421402	41	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	5,75	3,1	8,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 617	584390	9421379	41	MOREIRA	MISTO	ALVENARIA X PVC	6	4	10,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 618	584377	9421318	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	4,3	1,21	5,51	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 619	584441	9421271	40	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,3	4,05	7,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 620	584506	9421216	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			6,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 621	584600	9421117	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC			3,55	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 622	584582	9421007	39	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	CIMENTO			4,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 623	584570	9420986	39	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	2,45	3,85	6,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 624	584567	9420975	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,83	3,6	4,43	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 625	584482	9421034	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,4	3,5	4,90	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 626	584451	9421113	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,6	3,75	4,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 627	584516	9421101	41	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	5,85	3,45	9,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 628	584450	9421166	39	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,8	2,95	4,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 629	584349	9421197	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5,75	2,35	8,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 630	584350	9421216	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5	7,3	12,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 631	584364	9421238	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	6,4	1,65	7,05	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 632	584371	9421262	40	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5,95	1,72	7,67	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 633	584332	9421176	41	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,85	2,03	7,88	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 634	584312	9421127	41	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	4,25	1,64	5,89	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 635	584502	9420968	40	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA			3,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 636	584428	9420979	39	CHICO DO PEDRÃO	MISTO	ANEL X PVC	4,3	4,8	5,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 637	584289	9421085	41	CHICO DO PEDRÃO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,05	1,36	2,41	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 638	584260	9421072	44	CÍCERO	MISTO	ALVENARIA X PVC	8,45	2,4	10,85	AGRICULTURA E CARCINICULTUA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 639	584481	9420870	41	CÍCERO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,2	3,9	6,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 640	584295	9421049	40	CÍCERO	TUBULAR	PVC	4,1	2,98	7,08	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 641	584226	9421012	44	ASSIS	TUBULAR	PVC	6,8	4,95	11,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 642	584476	9420813	41	SISAR	TUBULAR	PVC		NÃO OBTIDA	NÃO OBTIDA	ABASTECIMENTO PÚBLICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 643	584382	9420711	39	MOREIRA	MISTO	ALVENARIA X PVC	4	4,1	8,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 644	584192	9420942	41	MOREIRA	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,6	2	5,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 645	584141	9420828	45	RAIMUNDO	CAIMBÃO	ALVENARIA	1,85	3,8	5,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 646	584271	9420637	41	NONATO DE LUIZ NETO	TUBULAR	PVC	4,4	2,3	6,70	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 647	584115	9420748	44	RAIMUNDO DE PEDRO	TUBULAR	PVC	4,2	3,45	7,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 648	584130	9420692	41	TARICK	TUBULAR	PVC	5,2	3,4	8,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 649	584128	9420675	41	CHICO DO PEDRÃO	TUBULAR	PVC	6,4	2,72	9,12	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 650	584131	9420661	41	CHICO DO PEDRÃO	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	2,8	2,45	5,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 651	584121	9420616	43	CARLINHOS	TUBULAR	PVC	4,85	2,42	7,27	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 652	583079	9420561	43	EDILSON	TUBULAR	PVC	9	2,15	11,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 653	584077	9420533	46	JOSÉ NILSON	TUBULAR	PVC	3,95	1,8	5,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 654	584068	9420520	43	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	3,8	4,45	8,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 655	584027	9420470	43	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	6	4,8	10,80	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 656	584024	9420449	43	ISAC	TUBULAR	PVC	4,15	3,46	7,61	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 657	583980	9420424	44	VALMIR DIÓGENES	MISTO	ALVENARIA X PVC	7	4,4	11,40	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 658	583942	9420294	45	RENATO	TUBULAR	PVC	6,65	3,35	10,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 659	583934	9420330	45	WILIS	CACIMBÃO	ALVENARIA			5,67	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 660	583949	9420337	45	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	5,15	7,05	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 661	583910	9420286	45	FRANKLIN	MISTO	ANEL X PVC	6,75	4,2	10,95	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 662	583917	9420258	45	FRANKLIN	MISTO	ANEL X PVC	5	8	13,00	AGRPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 663	583778	9420432	44	RENATO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	6,3	7,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 664	583617	9420440	45	FERNANDES	MISTO	ANEL X PVC	6,45	7,7	14,15	AGROPECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 665	583678	9420423	44	FERNANDES	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	1,8	6,25	8,05	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 666	583854	9420274	44	FERNANDES	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,65	3,5	5,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 667	583782	9420256	43	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,25	3,7	9,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 668	583817	9420150	43	NADIM	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,25	3,7	9,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 669	583825	9420138	43	NADIM	MISTO	ANEL X PVC	8,25	3,2	11,45	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 670	583833	9420134	43	NADIM	MISTO	ANEL X PVC	7,2	3,45	10,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 671	583790	9420270	44	LÚIS CÉLIO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,9	4,75	11,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 672	583659	9420196	44	LÚIS CÉLIO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	3,3	5,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 673	583679	9420105	44	OLÍVIO MACIEL	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,55	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 674	583399	9420087	43	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,9	4,6	6,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 675	583392	9420111	43	FERNANDES	CACIMBÃO	ALVENARIA			2,80	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 676	583199	9419959	44	ALDECIR MONTEIRO	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	5,2	4,9	10,10	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 677	583193	9419948	44	ALDECIR MONTEIRO	MISTO	ALVENARIA X MANILHA DE CIMENTO	5,25	4,4	9,65	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 678	583192	9419950	44	ALDECIR MONTEIRO	TUBULAR	PVC	3,5	5,18	8,68	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 679	583189	9419945	44	ALDECIR MONTEIRO	TUBULAR	PVC	4,15	5,1	9,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 680	583177	9419919	44	ALDECIR MONTEIRO	TUBULAR	PVC			4,60	AGRPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 681	583174	9419878	44	ANTONIO PAULINO	TUBULAR	PVC	3,7	4,65	8,35	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 682	583107	9419820	42	FRANCISCO AGUSTO	CACIMBÃO	ALVENARIA	5,5	3,75	9,25	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 683	583178	9419779	42	FRANCISCO AGUSTO	TUBULAR	PVC	6,55	4,65	11,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 684	583063	9419756	42	FRANCILENE	TUBULAR	PVC	2,15	3,46	5,61	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 685	583044	9419747	42	PEDRO FERREIRA	TUBULAR	PVC	4,5	3,27	7,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 686	582905	9419611	45	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,9	3,75	7,65	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 687	582721	9419743	42	RAIMUNDO CÉSAR	TUBULAR	PVC	1,2	3,87	5,07	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P 688	581946	9419293	43	ADRIANO	CACIMBÃO	ALVENARIA				3,20	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 689	582092	9419136	38	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,85	3,93		5,78	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 690	582241	9418905	43	LUIZ GOMES	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,1	4,33		7,43	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 691	582354	9418920	42	ADRIANO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,2	4,64		6,84	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 692	582367	9418923	42	FRANCISCA DAS CHAGAS	MISTO	ALVENARIA X PVC	7,1	4,6		11,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 693	577123	9404421	47	JURANDI MACHADO	MISTO	ANEL X PVC	4,5	3,05		7,55	PECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 694	577050	9404463	47	MANOEL BRANCO	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,95	3,05		6,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 695	576993	9404458	47	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	6,8	4		10,80	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 696	576987	9404434	47	MANOEL BRANCO	MISTO	ANEL X PVC	6,8	4,5		11,30	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 697	576983	9404427	47	MANOEL BRANCO	MISTO	ANEL X PVC	2,5	4,2		6,70	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 698	576989	9404414	47	PEDRO NASCIMENTO	MISTO	ANEL X PVC	5,65	3,5		9,15	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 699	576927	9404381	49	PEDRO NASCIMENTO	TUBULAR	PVC	5,85	4		9,85	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 700	577143	9404866	46	FLAUBER	TUBULAR	PVC	3,85	2		5,85	AGRICULTURA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 701	577233	9404880	48	HÉLIO DE AMBOSINO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,75	2,43		3,18	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 702	577236	9405341	45	WESLEY CHAVES LIMA	MISTO	ANEL X PVC	2,8	1,7		4,50	PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 703	572808	9402905	55	CORAÇÃO DO DUCA	MISTO	ANEL X PVC	4,75	3,5		8,25	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 704	572942	9402942	53	CORAÇÃO DO DUCA	MISTO	ANEL X PVC	5,2	3,05		8,25	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 705	573205	9402985	53	CORAÇÃO DO DUCA	MISTO	ANEL X PVC	4,5	2,6		7,10	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 706	575880	9405503	50	FRANCISCO JÚNIOR GABIRABA	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,85	5,75		11,60	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 707	574880	9405542	56	FRANCISCO GILBERTO GOMES DE OLIVEIRA	MISTO	ANEL X PVC	5	5,95		10,95	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 708	575739	9404668	52	MARIA JOSÉ DE OLIVEIRA SILVA	MISTO	ANEL X PVC	5	5,7		10,70	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 709	575674	9404611	52	DEDÉ CADECO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,3	5,25		7,25	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 710	575813	9404395	48	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,1	1,15		4,15	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 711	575257	9403943	50	CIREUDO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5	3,45		8,45	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 712	575243	9403948	50	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	MANILHA DE CIMENTO	1,35	4,7		5,35	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 713	575057	9403827	52	RAIMUNDO CAMPELO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,65	3,2		3,85	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 714	575124	9403775	52	RAIMUNDO CAMPELO	MISTO	ALVENARIA X PVC	4,4	4,14		8,54	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 715	574963	9403719	53	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5,45	3,6		9,05	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 716	574994	9403693	53	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	4,6	3,08		7,68	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 717	575047	9403589	51	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL				2,15	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 718	575105	9403569	47	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	4,7	3,1		7,80	ABASTECER A CAIXA DO SAAE	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 719	574466	9403086	49	MARCOS	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,3	1,8		4,10	AGRICULTURA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 720	575545	9404345	51	AROLDI	MISTO	ANEL X PVC	6,3	6,08		12,38	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 721	575534	9404167	49	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	5,3	3,8		9,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 722	575455	9404148	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	5,2	4,2		9,40	PECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 723	575436	9404125	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	7,55	4,57		12,20	AGRICULTURA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 724	575393	9404082	50	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL	3,3	4,6		7,90	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 725	575409	9404022	45	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5	4,1		9,10	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 726	575294	9403969	50	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5	4		9,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 727	575277	9403980	51	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA				1,68	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 728	575286	9403962	51	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	3,3	4		7,30	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 729	575217	9403862	50	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	4,5	4		8,50	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 730	575651	9404750	50	ADAILTON	MISTO	ALVENARIA X PVC	1,4	5,44		6,88	AGROPECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 731	575654	9404761	50	ADAILTON	TUBULAR	PVC	2,75	5,67		8,42	AGROPECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 732	575750	9404751	49	ADAILTON	MISTO	ANEL X PVC	5,25	5,1		10,35	AGROPECUÁRIA E CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 733	575707	9404847	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X ANEL	2,05	4,55		6,60	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 734	575712	9404865	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,95	4,93		11,88	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 735	575741	9404905	53	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,3	4,45		7,75	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 736	575757	9404966	53	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,8	4,76		8,56	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 737	575840	9405005	53	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	5,8	5,25		11,05	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 738	575823	9405121	52	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X MANILHA DE CIMENTO	4,55	4,44		8,99	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 739	575932	9405199	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	8,6	6,27		14,87	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 740	575846	9405276	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,7	4,76		10,46	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 741	576068	9405265	49	JOÃO MACHADO MOURA	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,35	7,12		8,47	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 742	576125	9405387	51	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	CACIMBÃO X MANILHA DE CIMENTO	1,33	6,04		7,37	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 743	576112	9405465	49	FRANCISCO HIPÓLITO	MISTO	ANEL X PVC	4,7	5,98		10,18	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 744	576049	9405602	49	FRANCISCO HIPÓLITO	MISTO	ALVENARIA X PVC	4	5,5		9,50	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 745	575883	9405611	50	FRANCISCO HIPÓLITO	CACIMBÃO	ALVENARIA	5,4	5,85		11,25	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 746	575920	9405601	49	ANTONIO AGUIAR	MISTO	ALVENARIA X ANEL	2,3	5,65		7,95	AGRICULTURA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 747	576144	9405644	49	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,15	5,85		11,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 748	576200	9405683	49	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	2,95	5,25		8,20	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 749	576283	9405696	49	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	3,95	5,42		9,37	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 750	576229	9405752	49	CLOVIS MACHADO DE OLIVEIRA	MISTO	ALVENARIA X MANILHA DE CIMENTO	3,8	5,39		9,19	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 751	576265	9405773	49	OSCAR RODRIGUES	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,5	5,39		11,89	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 752	576285	9405827	48	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA				4,55	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 753	576535	9405951	49	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,45	5,22		10,67	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 754	576294	9406011	47	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,15	4,92		10,07	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 755	576397	9405866	49	JOSÉ BENITO	CACIMBÃO	ALVENARIA	3	3		6,00	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 756	576172	9405979	48	MARIA RODRIGUES MAIA	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,68	4,25		9,93	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 757	576130	9406032	48	JOÃO ALVES DA SILVA	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,35	5,52		10,87	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 758	575951	9406147	50	FRANCISCO JESSILEUDO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,7	5,1		10,08	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 759	576048	9406118	48	BASTIÃO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,4	4,78		11,18	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 760	575897	9406152	50	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA				2,34	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 761	575823	9406200	49	JOSÉ RODRIGUES	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,85	5,16		12,01	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 762	575770	9406272	49	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,95	5,1		6,05	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 763	575725	9406133	48	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,6	5,08		10,68	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 764	575764	9406022	49	NÃO IDENTIFICADO	PROVAVELMENTE MISTO	PROVAVELMENTE ALVENARIA X PVC	NÃO OBTIDO	NÃO OBTIDO		NÃO OBTIDA	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 765	575737	9405973	51	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	2,3	7,19		9,49	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 766	575867	9405820	51	EUDES MOURA	MISTO	ANEL X PVC	5,7	5,3		13,00	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 767	575690	9405899	51	EUDES MOURA	MISTO	ANEL X PVC	5,8	5,95		11,75	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 768	575648	9405941	51	EUDES MOURA	MISTO	ANEL X PVC	5,25	5,05		10,30	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 769	575760	9405907	51	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,95	5		10,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 770	575898	9405754	51	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	NÃO OBTIDO	NÃO OBTIDO		NÃO OBTIDA	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 771	575764	9405705	53	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X ANEL X PVC	4,75	5		9,75	AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 772	575971	9405431	51	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	5,15	4,8		9,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 773	575741	9405405	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X MANILHA DE CIMENTO	5,85	5,2		11,05	PECUÁRIA, AGRICULTURA (MILHO)	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 774	575697	9405425	50	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ANEL	1,55	4,8		6,35	PECUÁRIA, AGRICULTURA (MILHO)	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 775	575640	9405490	51	NÃO IDENTIFICADO	CACIMBÃO	ALVENARIA				2,85	AGRICULTURA (MILHO), PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 776	575728	9405379	50	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ALVENARIA X PVC	6,23	5,1		11,33	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 777	575116	9405763	48	LAERT	CACIMBÃO	ALVENARIA	3,35	2,05		5,40	AGRICULTURA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 778	575123	9405786	48	LAERT	CACIMBÃO	ALVENARIA	4,15	1,35		5,50	AGRICULTURA E CONSUMO DOMÉSTICO	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 779	575638	9406598	51	FERNANDES	MISTO	ANEL X PVC	5,1	6,75		11,85	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 780	575654	9406981	49	WAGNER	MISTO	ANEL X PVC	6,5	6,2		12,70	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 781	575619	9407375	45	COQUINHO	TUBULAR	PVC	5,24	2,8		8,04	CARCINICULTURA E AGRICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 782	575486	9407740	45	NÃO IDENTIFICADO	TUBULAR	PVC	2,65	1,15		3,80	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 783	575512	9407737	45	CARLINHOS	TUBULAR	PVC	4,15	1,05		5,20	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 784	579673	9415989	59	RAIMUNDO DE ABEL	CACIMBÃO	ALVENARIA	2,3	2,8		5,10	CARCINICULTURA E PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P 785	579558	9416063	78	RAIMUNDO DE ABEL	POÇO MISTO	ANEL X PVC	6,6	2,51		9,11	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE

P787	579609	9415168	45		CACIMBÃO	ALVENARIA	2,55	4,01	6,56	AROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P788	579751	9415168	44	BOLINHA	MISTO	ANEL X PVC	2,1	2,88	4,98	AROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P789	579695	9415201	44	BOLINHA	TUBULAR	PVC	5,65	3,95	9,60	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P790	579397	9413802	46	FRANCISCO JOSÉ	TUBULAR	PVC	10	2,05	12,05	CARCINICULTURA E PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P791	579510	9413748	46	FRANCISCO JOSÉ	MISTO	ANEL X PVC	4,95	1,48	6,43	AROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P792	577874	9409530	48	FÁTIMA AUGUSTO	MISTO	ANEL X PVC	4,7	7,45	12,15	CARCINICULTURA E AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P793	576660	9407394	47	JOSÉ VILANILDO MAIA	MISTO	ALVENARIA X PVC	9,7	5,16	14,86	CARCINICULTURA E AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P794	576712	9407430	46	JOSÉ VILANILDO MAIA	MISTO	ANEL X PVC	7,5	3,95	11,45	CARCINICULTURA E AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P795	575133	9408779	57	JOSÉ AIRTON	TUBULAR	PVC	52,75	7,8	60,55	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P796	577086	9410087	45	VALDIR DO LEONEL	MISTO	ANEL X PVC				CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P797	577117	9410069	46	VALDIR DO LEONEL						CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P798	578326	9414971	45	ALMEIDA CAMARÕES	MISTO	ANEL X PVC	11,5	6,5	18,00	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P799	578321	9415015	45	FRANCISCO EVALDO PEREIRA	MISTO	ANEL X PVC	7,4	6,5	13,90	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P800	578290	9415184	44	NÃO IDENTIFICADO	MISTO	ANEL X PVC	5	5,52	10,52	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P801	578279	9415114	45	ACÁCIO BRAGA	MISTO	ANEL X PVC	5,3	5,75	11,05	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P802	578291	9415271	45	JOSÉ AUGUSTO NETO	MISTO	ANEL X PVC	8,5	4,86	13,36	CONSUMO DOMÉSTICO E AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P803	578311	9415227	44	GARDEL	MISTO	ANEL X PVC	5	5,45	10,45	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P804	578256	9415788	46	JOSÉ VALDECI RAMOS	MISTO	ANEL X PVC	5,3	4,45	9,75	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P805	578247	9416265	43	OZANIRA	MISTO	ANEL X PVC	3,95	3,77	7,72	CARCINICULTURA EPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P806	578236	9416396	43	DAVI	MISTO	ANEL X PVC	4,6	3,7	8,30	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P807	578253	9416379	43	SÉRGIO CHAVES	MISTO	ANEL X PVC	4,6	3,85	8,45	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P808	578266	9416592	45	RAIMUNDO CÉSAR	TUBULAR	PVC	5,2	3,65	8,85	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P809	578760	9417012	43	GARDEL	MISTO	ANEL X PVC	2,5	3,3	5,80	CARCINICULTURA E PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P810	578619	9417030	44	GARDEL	TUBULAR	PVC	6,7	2	8,70	CARCINICULTURA E PECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P811	578622	9417029	44	GARDEL	CACIMBÃO	ALVENARIA	0,75	1,8	2,55	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P812	578774	9417055	44	FRANCISCO SOUZA	MISTO	ANEL X PVC	2,9	3,1	6,00	AROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P813	578811	9417335	45	MANOEL BRANCO	TUBULAR	PVC	7,9	0,55	8,45	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P814	578563	9417022	44	GARDEL	TUBULAR	CIMENTO	2,3	2,66	4,96	PECUÁRIA BOVINA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P815	578883	9417442	44	MANOEL BRANCO	TUBULAR	PVC	8,35	0,05	8,40	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P816	578864	9417344	44	MANOEL BRANCO	TUBULAR	PVC	7,85	1,35	9,20	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P817	578863	9417341	44	MANOEL BRANCO	CACIMBÃO	ALVENARIA	1,6	1,35	2,95	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P818	578944	9417493	44	ENOQUE	MISTO	ANEL X PVC	4,6	3	7,60	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P819	578944	9417494	44	ENOQUE	CACIMBÃO	ALVENARIA	2	0,7	2,70	AGROPECUÁRIA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P820	578899	9417575	44	ENOQUE	MISTO	ANEL X PVC	5,8	4,1	9,90	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P821	579391	9418344	62	MIZAEI	TUBULAR	PVC	7,85	2,7	10,55	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE
P822	579668	9418589	46	ZEUS	MISTO	ANEL X PVC	7,5	1,65	9,15	CARCINICULTURA	ALUVIÃO DO RIO JAGUARIBE