



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ PEDRO VARELA DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA
IMPLANTAÇÃO DE UM MODELO DE LOGÍSTICA REVERSA DE
EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS PARA A BACIA
HIDROGRÁFICA DO JAGUARIBE-CE**

FORTALEZA

2018

JOSÉ PEDRO VARELA DA SILVA

UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA IMPLANTAÇÃO DE
UM MODELO DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS VAZIAS DE
AGROTÓXICOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO JAGUARIBE-CE

Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

Coorientador: Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva.

FORTALEZA

2018

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)

S58u Silva, José Pedro Varela da.
Utilização de análise multicritério para implementação de um modelo de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos para a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE / José Pedro Varela da Silva. – 2018.
221 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2018.

Orientação: Profª. Dra. Marisete Dantas de Aquino.

Coorientação: Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva.

1. Embalagens vazias de agrotóxicos. 2. Saúde ambiental e Humana. 3. Logística Reversa. 4. Analytic Hierarchy Process (AHP). I. Título.

CDD 621.3

JOSÉ PEDRO VARELA DA SILVA

UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA IMPLANTAÇÃO DE
UM MODELO DE LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS VAZIAS DE
AGROTÓXICOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO JAGUARIBE-CE

Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Aprovado em: 19 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Marisete Dantas de Aquino (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Fernando José Araújo da Silva (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Francisco Suetônio Bastos Mota
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Antonio Clécio Fontelles Thomaz
Universidade Estadual do Ceará – UECE

Prof. Dr. Eliezer Fares Abdala Neto
Centro Universitário Christus - UNICHRISTUS

“Dedicatória”

Aos meus Pais:

Luís da Silva, minha estável referência.

Isabel Varela, minha inspiração.

Aos meus irmãos:

Mira de Jesus

Anira Maria

Jorge Varela

As minhas inspirações:

Carolainy Patricia (In memoriam)

Aysha Patricia

AGRADECIMENTOS

À Deus, o criador de tudo, por me conceder o dom da vida e da sabedoria e pela oportunidade de chegar até aqui. Por ter sido meu suporte e por me amparar nos momentos difíceis, me dando força interior para superar as dificuldades e nunca desistir.

À minha mãe, Isabel Borges Varela, pelo carinho eterno, educação, apoio e incentivo transmitido ao longo do Doutorado e durante toda minha vida. Por ser minha inspiração, meu suporte, e por ensinar os valores das coisas mais simples e humildes da vida.

Ao meu pai, homem de quem tenho muito orgulho, meu norteador que nunca deixou de incentivar-me e apoiar-me em todos os momentos de minha vida. Sua educação e valores transmitidos foram fundamentais para minha formação e para fazer de mim o homem que sou hoje.

Aos meus irmãos Mira de Jesus, Anira Varela e Jorge Varela, pelo apoio, incentivo e carinho.

À professora Dra. Mariste Dantas de Aquino, minha querida orientadora, pelo apoio, atenção, carinho, paciência, compreensão e incentivos que foram fundamentais para a minha formação e construção desta tese.

Aos professores Dr. Antonio Clécio Fontelles e Dr. Fernando José, pelas valiosas ideias para o aprimoramento desta pesquisa. Vocês foram peças fundamentais para conclusão deste trabalho.

Aos docentes do programa da Pós-Graduação em Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (POSDEHA), com menção especial ao Dr. Antônio Idivan, Dr. Raimundo de Souza (*In memoriam*), Dr. Marco Aurélio, Dr. Francisco Assis, Dr. Suetônio Mota, Dr. André Bezerra, Dr. Ronaldo Stefanutti, Dr. Iran Neto, Dr. Ronaldo Nascimento e Dra. Ana Bárbara pela dedicação e contribuição na minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de Mestrado e Doutorado.

À Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e ao Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), pela assistência fornecida durante o período da pesquisa de campo e por ter fornecido dados que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos funcionários da Pós-Graduação em Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (POSDEHA), com menção especial à Shirley Gomes e

Edineuza Firmino, pela prontidão, competência e boa vontade em auxiliar sempre que necessário.

Aos meus queridos amigos do Doutorado, especialmente ao Ismael Keslley e Mário Barros.

Enfim, agradeço imensamente à todos que estiveram em minha trajetória, me apoiando e incentivando para que eu pudesse concluir este trabalho, realizando o tão sonhado e desejado sonho.

De todos os seres vivos terrestres somos os únicos que possuem a consciência da própria finitude. Nascer e morrer são duas prerrogativas sabidamente irrevogáveis para todos nós!!! Então, pergunto à você:

“Se você não existisse, que falta faria?”

(Mário Sergio Cortella)

RESUMO

No Brasil, assim como em vários outros países, a agricultura atua como um importante fator de desenvolvimento econômico. A facilidade de aquisição, bem como o uso indiscriminado dos agrotóxicos para combater as pragas e aumentar a produtividade agrícola, vem gerando uma série de preocupações ambientais. Com isso, surgiu a preocupação e a necessidade de dar um tratamento adequado às embalagens vazias de agrotóxicos, devido aos riscos que as mesmas oferecem à saúde humana e o meio ambiente quando descartadas indevidamente. Neste sentido, foi criada a Lei 9.974/2000, bem como o decreto Lei 4.074/2002, que regula a logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos. Este trabalho objetivou analisar o processo de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos por meio de aplicação de questionários semi-estruturados para os envolvidos diretamente neste setor, bem como, otimizar um sistema de logística reversa que fosse eficiente. A técnica utilizada tomou como base o método Analytic Hierarchy Process (AHP), cujo objetivo principal é desenvolver uma metodologia de alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias em todos os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE. Este método (AHP) foi escolhido devido a sua funcionalidade, flexibilidade e grande aplicação em problemas de engenharia para tomada de decisão envolvendo múltiplos critérios. Os produtores, as empresas distribuidoras/revendedoras de agrotóxicos e o posto de recebimento de Ubajara, foram os setores entrevistados, e os resultados obtidos demonstraram que o processo de logística reversa é ineficiente em quase todos eles. Isso porque, os dados apontam que, a percentagem de embalagens devolvidas corretamente pelos produtores não difere muito das destinadas ao lixão, com exceção do que acontece na Bacia do Salgado. A Bacia do Médio Jaguaribe apresentou o pior cenário, onde 56% dos entrevistados (Jaguaribe), 31,4% (Jaguaribara) e 61,7% (Solonópole), mostraram que o descarte mais usual adotado pelos produtores locais costuma ser o lixão. Em relação às empresas revendedoras de agrotóxicos, apenas 38% afirmaram receber embalagens vazias quando devolvidas pelos produtores. O posto de recebimento, por sua vez, afirmou que 83% das embalagens recebidas são provenientes dos municípios da Serra de Ibiapaba. Através da aplicação da análise de multicritério a metodologia sugeriu que a alocação de 37 subpostos de recebimento seria uma alternativa viável para melhorar a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

Palavras-chave: Embalagens vazias de agrotóxicos, Saúde ambiental e Humana, Logística Reversa, Analytic Hierarchy Process (AHP), Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.

ABSTRACT

In Brazil, as in many other countries, agriculture acts as an important economic development factor. The ease of procurement, as well as the indiscriminate use of agrochemicals, to combat pests and increase agricultural productivity, has generated a number of environmental concerns. Thereby concern has arisen and the need to give proper treatment to empty pesticide packaging because of the risks they pose to human health and the environment when discarded improperly. For this reason, Law 9.974/2000, as well as the Decree Law 4.074/2002, which regulates the reverse logistics of empty agrochemical containers. This work aimed to analyze the reverse logistics process of empty pesticide packages through the use semi-structured questionnaires to those directly involved in this sector, as well as to optimize a reverse logistics system that is efficient. The technique used was based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) whose main objective is to develop a methodology for the allocation of substations to receive empty containers along the municipalities that make up the Hydrographic Basin of Jaguaribe-CE. The AHP method was chosen due to functionality, flexibility and great application in engineering problems for decision making involving multiple criteria. The producers, the agrochemical retailers and the receiving station of Ubajara were the sectors interviewed, and the results obtained showed that the reverse logistics process is inefficient in almost all of them. This is because, the data indicate that, the percentage of packages returned correctly by the producers does not defend much of those destined for the dump, except for what happens in the Basin of Salty. The Middle Jaguaribe Basin presented the worst scenario, where 56% of the interviewees (Jaguaribe), 31.4% (Jaguaribara) and 61.7% (Solonópoles) showed that the most usual disposal adopted by local producers is usually the landfill. In relation to the companies that sell pesticides, only 38% said they receive empty packaging when returned by the producers. The receiving office, in turn, stated that 83% of the packaging received comes from the municipalities of Serra de Ibiapaba. Through the application of the multicriteria analysis, the methodology suggested that the allocation of 37 receiving substations would be a viable alternative to improve the reverse logistics of empty containers of agrochemicals in the Jaguaribe Basin.

Keywords: Empty pesticide container, Environmental and Human Health, Reverse Logistic, Analytic Hierarchy Process (AHP), Hydrographic Basin of Jaguaribe-CE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Destinação das embalagens vazias.....	37
Figura 2 - Destinação das embalagens vazias.....	37
Figura 3 - Destinação das embalagens vazias.....	37
Figura 4 - Destinação das embalagens vazias.....	37
Figura 5 – Embalagens vazias de agrotóxico coletadas em todo país.....	38
Figura 6 – Percentual de embalagens de plásticos corretamente destinados, por países no ano 2011.....	39
Figura 7 – Preparo da calda de agrotóxico em lavoura de bananeira (Quixeré, 2017).	40
Figura 8 – Aplicação de agrotóxico sem o uso do EPI (Quixeré e Missão velha, 2017).....	40
Figura 9 – Geração Per capita de Resíduos sólidos em função do PIB Per capita.	45
Figura 10 – Fluxo de coleta e destinação final de embalagens vazias definido pela InpEV....	47
Figura 11 – Produtos fabricados a partir da reciclagem de embalagens vazias de defensivos agrícolas.	48
Figura 12 – Esquematização de logística reversa.	55
Figura 13 – Principais etapas da logística reversa.....	56
Figura 14 – Estrutura generalizada para logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos.....	58
Figura 15 – Diferenciação entre o termo Logística Reversa e Logística Verde ou Ambiental.	60
Figura 16 – Entidades e empresas fabricantes associadas ao Sistema Campo Limpo.....	61
Figura 17 – Localização das Recicladoras e Incineradoras parceiras do Sistema Campo Limp (2018).	62
Figura 18 – Fluxograma de funcionamento das Responsabilidades Compartilhadas - Lei 9.974/00.	64
Figura 19 – Fluxograma/Etapas da metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa.....	66
Figura 20 – Representação da estrutura hierárquica do método AHP.	76
Figura 21 - Formato da Matriz de Comparações Pareadas.....	79
Figura 22 - Fluxograma/Etapas da metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa.	83
Figura 23 – Localização geográfica da área de estudo – Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.....	85
Figura 24 – Sub-bacias Hidrográficas e coordenadas geográficas da área de estudo.	86

Figura 25 – Percentual da área de drenagem das Sub-bacias em relação ao Estado do Ceará.....	87
Figura 26 – Posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos (Ubajara–CE), 2017.....	90
Figura 27 – Separação e armazenamento das embalagens vazias por tamanho, 2017.....	90
Figura 28 – Prensas mecânicas usadas para a compactação das embalagens vazias, 2017.....	91
Figura 29 – Coleta de dados através da aplicação de questionários (Morada Nova, 2017).....	94
Figura 30 - Localização do posto de recebimento de Ubajara em relação as cinco Sub-bacias.....	98
Figura 31 – Fluxograma das etapas do método AHP utilizado na pesquisa.....	100
Figura 32 – Faixa etária dos agricultores entrevistados na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.....	104
Figura 33 – Nível de escolaridade dos agricultores da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.....	105
Figura 34 – Percentagem de agricultores que seguem ou não receituário agrônomo na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.	106
Figura 35 – Contextualização do percentual de uso de EPI na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.....	108
Figura 36 – Período (anos) em que o agricultor vem fazendo o uso de agrotóxicos em suas lavouras. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.....	109
Figura 37 – Percentuais de agricultores que afirmam tomar ou não banho e trocar de roupa logo após a aplicação de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.	111
Figura 38 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Alto Jaguaribe-CE....	113
Figura 39 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Médio Jaguaribe-CE.....	114
Figura 40 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Baixo Jaguaribe-CE.....	115
Figura 41 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Banabuiú-CE.....	116
Figura 42 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Salgado-CE.....	117
Figura 43 – Galpão de armazenamento de embalagens vazias de agrotóxicos - Morada Nova, Ceará.....	119
Figura 44 – Galpão de estabelecimento comercial de agrotóxicos - Limoeiro do Norte, Ceará.....	120

Figura 45 – Contextualização da atuação (duração em anos) das empresas revendedoras de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.	121
Figura 46 – Contextualização da quantidade de agrotóxicos que são vendidos mensalmente na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.	122
Figura 47 – Contextualização do posicionamento das empresas revendedoras em relação ao recebimento das embalagens vazias de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.	123
Figura 48 – Contextualização da destinação final das embalagens vazias recebidas pelas empresas revendedoras de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.	124
Figura 49 – Separação das embalagens vazias por tipo e tamanho – Posto de Ubajara/CE, (2017).	125
Figura 50 – Separação das embalagens vazias por tamanho – Posto de Ubajara/CE, (2017).	125
Figura 51 – Contextualização dos municípios com maior percentual de devolução de embalagens vazias de agrotóxicos no Posto de Recebimento de Ubajara-CE.	127
Figura 52 – Representação da estrutura hierárquica para avaliação e seleção dos municípios ótimos em Planilha eletrônica Excel.	136
Figura 53 – Representação da estrutura hierárquica para avaliação e seleção dos municípios ótimos no Software SuperDecisions.	137
Figura 54 – Matriz de comparação entre os pares de critérios (Software SuperDecisions). ...	139
Figura 55 – Matriz de comparação entre os pares de critérios (Software SuperDecisions). ...	140
Figura 56 – Classificação das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	145
Figura 57 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	145
Figura 58 – Classificação das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	146
Figura 59 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Área”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	146
Figura 60 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Número de lojas”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	147
Figura 61 – Classificação das alternativas em relação ao critério	

“Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	147
Figura 62 – Determinação da pontuação das alternativas da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.....	148
Figura 63 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Baixo Jaguaribe)..	149
Figura 64 – Municípios da Sub-bacia do Baixo Jaguaribe selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. ...	150
Figura 65 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Médio Jaguaribe)..	151
Figura 66 – Municípios da Sub-bacia do Médio Jaguaribe selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. ...	152
Figura 67 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).	154
Figura 68 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).	154
Figura 69 – Municípios da Sub-bacia do Alto Jaguaribe selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. ...	155
Figura 70 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Banabuiú).	156
Figura 71 – Municípios da Sub-bacia do Banabuiú selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.	157
Figura 72 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Salgado).	159
Figura 73 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Salgado).	159
Figura 74 – Municípios da Sub-bacia do Salgado selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.	160
Figura 75 – Distribuição dos subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.	161
Figura 76 – Análise de sensibilidade do critério “População (C1)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	162
Figura 77 – Análise de sensibilidade do critério “Renda média (C2)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	163
Figura 78 – Análise de sensibilidade do critério “IDHm (C3)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	164
Figura 79 – Análise de sensibilidade do critério “Área (C4)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	165
Figura 80 – Análise de sensibilidade do critério “Número de lojas (C5)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	166
Figura 81 – Análise de sensibilidade do critério “Densidade demográfica (C6)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	167

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala de importância (método AHP).....	78
Tabela 2 - Valores de Índice Randômico Médio do AHP	81
Tabela 3 – Empresas que comercializam agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.	93
Tabela 4 – Números de questionários aplicados em cada município da Bacia do Jaguaribe, CE.	103
Tabela 5 – Faixa etária dos agricultores entrevistados na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.	104
Tabela 6 – Nível de escolaridade dos agricultores da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.	105
Tabela 7 – Caracterização dos agricultores que seguem ou não receituário agrônomo na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.....	107
Tabela 8 – Contextualização do percentual de uso de EPI na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.	108
Tabela 9 – Contextualização sobre o tempo de uso dos agrotóxicos em lavouras. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.	110
Tabela 10 – Números de agricultores que tomam ou não banho e trocam de roupa logo após a aplicação de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.....	112
Tabela 11 - Estudo comparativo entre estudos realizados em quatro Estados.	129
Tabela 12 - Número de subpostos de recebimento para cada Sub-bacia do Rio Jaguaribe ...	134
Tabela 13 – Critérios utilizados na análise multicritério AHP.	138
Tabela 14 – Matriz de comparação entre os pares de critérios (Planilha Eletrônica).	139
Tabela 15 – Matriz de comparação normalizada entre os pares de critérios.	140
Tabela 16 – Determinação do nível de consistência entre os critérios definidos.	141
Tabela 17 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.....	142
Tabela 18 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	142
Tabela 19 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	143
Tabela 20 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Área (km ²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.....	143

Tabela 21 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Número de lojas”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	144
Tabela 22 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.	144
Tabela 23 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Baixo Jaguaribe).	148
Tabela 24 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Médio Jaguaribe).	151
Tabela 25 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).	153
Tabela 26 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).	153
Tabela 27 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Banabuiú).	156
Tabela 28 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Salgado).....	158
Tabela 29 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Salgado).....	158
Tabela 30 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	204
Tabela 31 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	204
Tabela 32 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	205
Tabela 33 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	205
Tabela 34 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	206
Tabela 35 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	206
Tabela 36 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km ²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	207
Tabela 37 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km ²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	207
Tabela 38 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	208
Tabela 39 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas	

que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	208
Tabela 40 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	209
Tabela 41 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.	209
Tabela 42 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.	210
Tabela 43 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.	210
Tabela 44 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.	211
Tabela 45 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km ²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.	211
Tabela 46 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.	212
Tabela 47 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.	212
Tabela 48 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.	213
Tabela 49 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.	213
Tabela 50 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.	214
Tabela 51 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km ²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.	214
Tabela 52 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.	215
Tabela 53 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.	215
Tabela 54 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	216
Tabela 55 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	216
Tabela 56 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”.	

Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	217
Tabela 57 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	217
Tabela 58 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	218
Tabela 59 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	218
Tabela 60 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km2)”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	219
Tabela 61 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km2)”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	219
Tabela 62 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	220
Tabela 63 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	220
Tabela 64 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	221
Tabela 65 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.	221

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos agrotóxicos quanto à natureza da praga a ser combatida.	31
Quadro 2 - Classificação dos agrotóxicos segundo a sua composição/estrutura química.....	32
Quadro 3 - Classificação dos agrotóxicos segundo o seu grau de toxicidade.	32
Quadro 4 - Classificação dos agrotóxicos e sintomas de intoxicação aguda e crônica.....	43
Quadro 5 - Parâmetros e definição de alguns termos utilizados em testes de toxicidade.	53
Quadro 6 - Listagem das Recicladoras e Incineradoras parceiras do Sistema Campo Limp (2018).	63
Quadro 7 – Sub-bacias Hidrográficas do Jaguaribe e os respectivos municípios.	84
Quadro 8 - Empresas licenciadas pela Semace para comercialização de Agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRASCO	Associação Brasileira de Saúde Coletiva
ACAI	Associação do Comércio Agropecuário de Ibiapaba
ACASA	Associação do Comércio Agropecuário do Semiárido
ACRC	Agricultural Container Recycling Council
ACV	Análise de Ciclo de Vida
ADAPEC	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins
AHP	Analytic Hierarchy Process
AMPA	Ácido Aminometilfosfônico
ANDAV Veterinários	Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários
ANDEF	Associação Nacional de Defesa Vegetal
ANIPLA	Associação Nacional da Indústria para a Proteção das Plantas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APHA	American Public Health Association
APPW	Agrochemicals Plastic Packaging Waste
CCIs	Centros de Controle de Intoxicações
CE	Estado do Ceará
CE ₅₀	Concentração Efetiva Média
CEO	Concentração de Efeito Observado
CL ₅₀	Concentração Letal Média
COEX	Polietileno co-extrudado multicamada
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
DL ₅₀	Dose Letal/Concentração para 50% de população exposta
DNA	Ácido desoxirribonucleico
ECHA	Agência Europeia dos Produtos Químicos
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EU	União europeia
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
GROQUIFAR	Associação de Grossistas de Produtos Químicos e Farmacêuticos

HCB	Hexaclorobenzeno
IAP Público	Índice de Qualidade de Águas Bruto para fins de Abastecimento
IAs	Ingredientes ativos
IC	Índice de Consistência
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDA	Ingestão Diária Aceitável
IDH-m	Índice de Desenvolvimento Humano médio
INCA	Instituto Nacional de Câncer
INPEV	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias
INR	Instituto Nacional dos Resíduos
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IVA	Association of Companies of Agriculture Industry
LNH	Linfomas não Hodgkin
MG	Estado de Minas Gerais
MT	Estado de Mato Grosso
OMS	Organização Mundial da Saúde
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PET	Polietileno tereftalato
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PNDA	Programa Nacional de Defensivos Agrícolas
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POPs	Poluentes orgânicos persistentes
PPRA	Programa de Prevenção dos Riscos Ambiental
PR	Estado do Paraná
PRPR	Plano de Risco do Posto de Recebimento
RC	Razão de Consistência
IR	Índice Randômico

RJ	Estado do Rio de Janeiro
RPC	Resina Pós-Consumo
SCL	Sistema Campo Limpo
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente
SIG	Sistema Integrado de Gestão
SINDAG	Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos Agrícolas
SINDIVEG	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal
SINITOX	Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológica
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
SP	Estado de São Paulo
SRH	Secretário dos Recursos Hídricos
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
1.1	Objetivos	28
<i>1.1.1</i>	<i>Objetivo Geral</i>	28
<i>1.1.2</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	28
1.2	ORGANIZAÇÃO GERAL DA TESE	29
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
2.1	Agrotóxicos	30
<i>2.1.1</i>	<i>Conceitos e processos de produção de agrotóxico</i>	30
<i>2.1.2</i>	<i>Composição e classificação dos agrotóxicos</i>	31
2.2	Impactos do uso de agrotóxico no meio ambiente	33
2.3	Impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana	42
2.4	Resíduos sólidos	44
2.5	Embalagens de agrotóxicos (Destinação final e Legislações Nacionais)	45
2.6	Tipos de embalagens de agrotóxicos	49
2.7	Tipos de Embalagens de agrotóxicos comercializadas no Brasil	49
2.8	Ecotoxicologia com agroquímicos	50
2.9	Logística reversa	54
<i>2.9.1</i>	<i>Surgimento e incorporação da logística reversa</i>	54
<i>2.9.2</i>	<i>Conceitos da logística reversa</i>	56
<i>2.9.3</i>	<i>Principais atividades da logística reversa</i>	57
<i>2.9.4</i>	<i>Logística reversa e o aspecto ambiental</i>	59
<i>2.9.5</i>	<i>Processo de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos</i>	60
2.10	Instrumentos Legais Estadual (Estado do Ceará)	67
2.11	Legislações internacionais de destinação final de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos	67
2.12	Métodos multicritérios de tomada de decisão	73
<i>2.12.1</i>	<i>Método AHP - Analytic Hierarchy Process</i>	75
3	METODOLOGIA	82
3.1	Procedimentos metodológicos utilizados para coleta dos dados	82
3.2	Área de estudo (Bacia Hidrográfica do Jaguaribe)	84
3.3	Determinação e área específica de estudo	89

3.4	Procedimento de coleta de dados.....	91
3.5	Levantamento de dados de campo.....	94
3.6	Cálculo estatístico para quantificação e determinação da amostra.....	96
3.7	Implantação/Alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos	98
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
4.1	Determinação do número de irrigantes/agricultores a serem entrevistados.....	101
4.2	Contextualização do perfil populacional entrevistado.....	103
4.3	Contextualização do seguimento de receituário agrônômico por parte dos agricultores entrevistados	106
4.4	Contextualização da utilização de equipamento de proteção individual - EPI.....	107
4.5	Contextualização da percepção dos agricultores entrevistados sobre os possíveis riscos à saúde, devido a anos de exposição a agrotóxicos.	109
4.6	Contextualização do comportamento dos agricultores após a aplicação de agrotóxicos, seguindo às recomendações de segurança (banho e troca de roupa).....	110
4.7	Contextualização da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos - agricultores.....	112
4.8	Contextualização das empresas revendedoras/distribuidoras de agrotóxicos.....118
4.8.1	<i>Determinação do número de empresas a serem entrevistadas</i>	<i>118</i>
4.8.2	<i>Contextualização do compromisso dessas lojas com o recebimento, armazenamento e destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos</i>	<i>119</i>
4.8.3	<i>Contextualização dos dados das empresas entrevistadas.....</i>	<i>120</i>
4.8.4	<i>Contextualização do tempo de atuação dessas empresas no setor de venda de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe</i>	<i>120</i>
4.8.5	<i>Contextualização da quantidade de agrotóxicos que são vendidas mensalmente</i>	<i>121</i>
4.8.6	<i>Contextualização do posicionamento dessas empresas revendedoras de agrotóxicos em relação ao recebimento das embalagens vazias de agrotóxicos</i>	<i>122</i>

4.8.7	<i>Contextualização da destinação final das embalagens vazias recebidas dos agricultores</i>	123
4.9	Contextualização das unidades de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos existentes no Estado do Ceará.....	124
4.10	Análise comparativa entre os dados obtidos nesta pesquisa com os obtidos em outros trabalhos.....	128
4.11	Determinação da quantidade de subpostos de recebimento de embalagens vazias na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, Ceará.	132
4.12	Distribuição/Alocação dos subpostos de recebimento nos municípios.....	134
5	CONCLUSÕES.....	169
	REFERÊNCIAS.....	172
	APÊNDICES.....	193

1 INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos foi estimulado sem a preocupação prévia de orientar os agricultores sobre os riscos que essas substâncias oferecem, criando um falso conceito que os produtos aplicados na agricultura são praticamente inofensivos para o meio ambiente (FERREIRA; MATA, 2013), bem como para a saúde humana (KOIFMAN; HATAGIMA, 2003).

Desde então, grandes variedades de substâncias foram sintetizadas, com finalidades específicas: Inseticidas, Herbicidas, Fungicidas e outros. Fazendo do Brasil o maior consumidor dessas substâncias desde 2008, respondendo sozinho pelo consumo de 1/5 de todo agrotóxico produzido no mundo (BOMBARDI, 2010), tendo vendido entre US\$ 2 bilhões a US\$ 7 bilhões entre 2001 e 2008, alcançando valores recordes de US\$ 10 bilhões em 2013, ficando à frente dos Estados Unidos e da China, ultrapassando a marca de 1 bilhão de toneladas (SANTANA *et al.*, 2013). Uma quantidade equivalente a um consumo médio de 5,2 Kg de agrotóxicos “veneno agrícola” por habitante (LONDRES, 2011). Isso se torna ainda mais preocupante, ao saber que após vários anos e conhecendo os efeitos negativos dessas substâncias, em 2016 a venda de agrotóxicos rendeu US\$ 9,56 bilhões, levemente abaixo dos US\$ 9,6 bilhões vendidos em 2015 (SINDIVEG, 2016).

Além do consumo elevado de agrotóxico, problemáticas associadas à destinação final das suas embalagens vazias tornou-se uma preocupação tanto por parte da sociedade como para os órgãos ambientais, uma vez que são classificadas como resíduos perigosos (Classe 1), a semelhanças dos resíduos hospitalares (TSIMBIRI *et al.*, 2015). Podendo causar degradação tanto ao meio ambiente, como à saúde humana (DHOUIB *et al.*, 2016).

De acordo com Zobel *et al.* (2002), a consciencialização e a preocupação ambiental por parte dos consumidores vêm adquirindo cada vez mais espaço na sociedade, resultando, assim, pressões ambientais e sociais relativas às responsabilidades das organizações.

Neste sentido, e atendendo à demanda formada por indústrias fabricantes de defensivos agrícolas, o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV) foi instituído em março de 2002 com a publicação da Lei 9.974/2000 e o decreto federal 4.074/2002, que determina responsabilidades para o agricultor, o canal de distribuição, o fabricante e o poder público (BRASIL, 2000). O InpEV de modo geral foi criado para representar a indústria fabricante de defensivos agrícolas no papel de conferir a destinação final

às embalagens que, depois de devidamente recolhidas, serão destinadas à reciclagem ou incineração.

Foi aprovada em 2 agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que introduziu na legislação ambiental o conceito de logística reversa, tendo como princípio a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população. Impulsionando, assim, o retorno dos produtos às indústrias após o consumo e obrigando o poder público a realizar planos para o gerenciamento do lixo (BRASIL, 2010b). A legislação federal, além de trazer inúmeras vantagens, veio instituir a logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (FERREIRA *et al.*, 2008).

A prática da logística reversa tem conquistado maior importância e espaço na operação logística das empresas, principalmente por seu potencial econômico. Em vários países, inúmeras empresas preocupadas com a questão ambiental vêm trabalhando estes conceitos que, além de visar questões ecológicas dos consumidores, também agregam valor e imagem corporativa às mesmas (HINZ *et al.*, 2006; GUARNIERI *et al.*, 2006).

Este trabalho por sua vez objetiva avaliar o perfil populacional entrevistado, conhecer o cenário atual do descarte inadequado das embalagens vazias de agrotóxicos pelos irrigantes da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, saber o posicionamento das empresas revendedoras/distribuidoras relativamente a venda de agrotóxicos e recebimento das embalagens vazias, assim como estimar qual o volume médio de embalagens vazias recebidas pelo posto de recebimento de Ubajara e as suas respectivas proveniências (municípios). De forma a solucionar a problemática da destinação final das embalagens vazias na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, este trabalho propõe metodologia para alocação de subpostos de recebimento das embalagens vazias de forma otimizada através de utilização de análise multicritério para tomada de decisão, denominada de Analytic Hierarchy Process (AHP).

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

- Desenvolver um modelo de logística reversa para a melhoria do processo de gerenciamento e destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos para a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- Analisar o perfil socioeconômico dos irrigantes da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe;
- Avaliar a intensidade do uso de agrotóxicos, bem como a problemática que envolve a destinação final das embalagens vazias;
- Identificar os possíveis danos causados pelos agrotóxicos à saúde humana e ao meio ambiente;
- Caracterizar a situação das empresas revendedoras/distribuidoras de agrotóxicos, analisando o processo de venda, coleta e destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos;
- Caracterizar a situação da unidade de recebimento (posto de recebimento de Ubajara) em relação ao recebimento, armazenamento e destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos;
- Estimar as externalidades negativas provenientes do uso indiscriminado dos agrotóxicos e propor sistema de logística reversa para as embalagens vazias de agrotóxicos para a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

1.2 ORGANIZAÇÃO GERAL DA TESE

Visando uma orientação geral e proporcionando uma melhor leitura, a presente tese será organizada de acordo com os capítulos indicados abaixo:

Capítulo 1: Este capítulo explica os motivos da realização desse estudo, enfatizando sobre a problemática e a destinação de embalagens vazias de agrotóxicos. Destacando também a importância da logística reversa em nível nacional e mundial e descrevendo as suas principais vantagens. Também são apresentados os propósitos do estudo, justificando e apresentando os principais objetivos a serem alcançados. Tais objetivos são desdobrados em objetivo geral e específicos.

Capítulo 2: Este capítulo fornece o embasamento teórico para o desenvolvimento do tema proposto, permitindo uma melhor compreensão do assunto. Permite a obtenção dos objetivos. Fornece um panorama geral sobre a produção e utilização de agrotóxicos e seus impactos ambientais. Essencial para a revisão e avaliação de trabalhos que já utilizaram os métodos propostos neste trabalho.

Capítulo 3: Neste capítulo é feita a descrição completa dos procedimentos metodológicos adotados para a coleta e interpretação de dados essenciais para elaboração de proposta de sistema de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, bem como, descreve o procedimento metodológico da análise multicritério adotada para obtenção dos resultados.

Capítulo 4: Neste capítulo são apresentados e analisados de forma objetiva e lógica os resultados obtidos, durante a fase da coleta de dados e o sistema de logística reversa proposto para as embalagens vazias de agrotóxicos. Também são apresentados e discutidos os resultados referentes aos impactos ambientais, sociais e económicos da produção e utilização de agrotóxicos, assim como a destinação inadequada das embalagens vazias.

Capítulo 5: Neste capítulo, a partir dos resultados obtidos, é feita uma discussão, interpretação, análise e resumo das principais conclusões, de forma a mostrar que as hipóteses foram verificadas e que os objetivos propostos foram atingidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agrotóxicos

2.1.1 Conceitos e processos de produção de agrotóxico

Várias terminologias são usadas para descrever essas substâncias químicas, utilizadas na agricultura como um dos meios de combater as pragas e aumentar a produtividade.

Para as indústrias produtoras desses compostos, “defensivo agrícola” é o termo correto, pois, essas substâncias protegem (defendem) os produtos agrícolas da ação de pragas que poderiam causar prejuízos econômicos (MORAGAS; SCHNEIDER, 2003).

Contudo, o termo mais popular e tecnicamente mais indicado no meio agrícola e na sociedade quando se refere a estas substâncias continua sendo “Agrotóxico”.

Para além de Agrotóxicos, diversas outras nomenclaturas, tais como: defensivo agrícola, praguicida, pesticida e biocida são usados de maneira geral para indicar os produtos químicos sintetizados artificialmente para conter a ação das pragas invasoras (animais, vegetais, fungos, insetos, etc.), que interferem na qualidade ou quantidade de lavouras, provocando perdas econômicas consideráveis (BAIRD, 2006).

A maioria das indústrias produtoras de defensivos (produtoras de agrotóxicos), é do ponto de vista técnico, uma parte efetiva da evolução da indústria química, mais precisamente empresas que trabalham com a química fina. Estas empresas por estar bem estruturada e organizada, aproveitam suas linhas de produção, pesquisa e desenvolvimento para também produzirem e comercializarem estes produtos (MORAGAS; SCHNEIDER, 2003).

A fabricação de agrotóxico consiste em alguns processos básicos, tais como:

1 – Necessidade de existência de um composto químico com determinada quantidade de ingrediente ativo;

2 – Adequação das características físico-químicas dos compostos químicos (produto técnico) de acordo com a finalidade do agrotóxico;

3 – Mistura dos produtos técnicos com outros elementos químicos (produtos intermediários);

4 – Obtenção do produto final (produtos formulados), derivado da mistura do produto técnico com o produto intermediário;

5 – Esses produtos formulados são os próprios agrotóxicos, que são patenteados, evitando assim a cópia de outros concorrentes (TERRA, 2008).

2.1.2 Composição e classificação dos agrotóxicos

A ação esperada do agrotóxico ocorre pela presença em sua composição de uma molécula química tóxica que incide sobre a atividade biológica normal dos seres vivos sensíveis a ela. O componente tóxico da molécula química recebe o nome de ingrediente ativo (TERRA; PELAEZ, 2008).

Segundo Garcia *et al.* (2012), os agrotóxicos podem ser classificados de diversas maneiras:

- De acordo com a praga a ser combatida (Quadro 1);
- Quanto ao grupo químico a que pertencem (Quadro 2);
- Quanto ao grau de toxicidade (Quadro 3).

A primeira classificação quanto à natureza da praga a ser combatida, os agrotóxicos são classificados como: bactericidas, inseticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas etc. (ANDREI, 2005).

Quadro 1 - Classificação dos agrotóxicos quanto à natureza da praga a ser combatida.

Classificação	Praga a ser combatida
Bactericidas	Controle de bactérias nocivas ao plantio
Inseticidas	Controle de insetos
Herbicidas	Controle de ervas daninhas
Fungicidas	Controle de fungos
Acaricidas	Controle de ácaros

Fonte: Adaptado de Kim *et al.* (2017).

Segundo a estrutura química, os agrotóxicos são classificados como: Botânico, Orgânicos de síntese e inorgânicos, em função da sua composição, como mostra o Quadro 2 (DEBOST-LEGRAND *et al.*, 2016).

Quadro 2 - Classificação dos agrotóxicos segundo a sua composição/estrutura química.

Classificação	Praga a ser combatida
Botânicos	Composição à base de Nicotina, Sabadina, Piretrina e Retonona.
Orgânicos de Síntese	Composição à base de Carbamatos (nitrogenados), Clorados, Fosforados e Clorofosforados.
Inorgânicos	Composição à base de Arsênio, Ferro, Chumbo, Bário, Nitrogênio, Mercúrio, Fósforo, Cádmio, Tálcio, Selênio, Tálcio, Zinco e Cobre.

Fonte: Adaptado de Debost-Legrand *et al.* (2016).

A classificação dos agrotóxicos segundo o seu grau de toxicidade para o ser humano é considerada fundamental, pois fornece informações relativas ao poder de toxicidade desses produtos relacionados com a Dose Letal 50 (DL50)¹ (SAVOY, 2011). E de acordo com a Lei nº 7802/1989, regulamentada pelo Decreto nº 4074/2002, os rótulos das embalagens devem conter faixa colorida, com cores que variam do vermelho ao verde, indicando a sua toxicidade, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação dos agrotóxicos segundo o seu grau de toxicidade.

Classificação dos Agrotóxicos quanto a toxicidade			
Classe Toxicológica	Cor do rótulo	Grau de toxicidade	DL₅₀ (mg/kg)
I	Vermelha	Extremamente tóxico	≤ 5
II	Amarela	Altamente tóxico	5 – 50
III	Azul	Medianamente tóxico	50 – 500
IV	Verde	Pouco tóxico	50 - 5000

Fonte: Embrapa (2016).

¹ DL 50 – medida padrão de toxicidade aguda, onde são realizados teste com animais, visando a determinação de dose/concentração letal para 50% da população exposta.

2.2 Impactos do uso de agrotóxico no meio ambiente

Além das inúmeras substâncias químicas ou poluentes (corantes têxteis, fármacos, surfactantes) lançados de modo indiscriminado no meio ambiente, que caracterizam o esgoto doméstico, se destacam os agrotóxicos.

O agrotóxico é uma das poucas substâncias tóxicas lançadas deliberadamente no meio ambiente, com o objetivo de matar organismos vivos (por exemplo, ervas daninhas (herbicidas), insetos (inseticidas), fungos (fungicidas) e roedores (rodenticidas). Embora o termo "agrotóxico" seja muitas vezes mal interpretado para se referir somente aos inseticidas, também é aplicável a herbicidas, fungicidas e várias outras substâncias utilizadas para controlar as pragas (MATTHEWS, 2006).

Visto que os agrotóxicos são projetados para serem tóxicos para determinados grupos de organismos, eles podem ter efeitos ambientais adversos consideráveis sobre outros seres vivos, bem como para os meios de difusão, incluindo ar, solo ou água (AKTAR *et al.*, 2009).

Vale salientar que, alguns agrotóxicos (aldrin, clordano, diclorodifeniltricloroetano (DDT), dieldrin, endrin, heptaclor e hexaclorobenzeno (HCB)) contêm poluentes orgânicos persistentes (POPs) que resistem à degradação e permanecem no meio ambiente por anos (YADAV *et al.*, 2015). Visto que, esses compostos têm a capacidade de bioacumulação e biomagnificação, podem ser bioconcentrados em até 70.000 vezes em relação à concentração inicial (HERNANDEZ *et al.*, 2013).

Por outro lado, a aplicação repetida de agrotóxicos, pode levar a perda de biodiversidade e aumento da resistência a pragas, enquanto seus efeitos sobre outras espécies facilitam o ressurgimento de novas pragas (DAMALAS; ELEFTHEROHORINOS, 2011). Por outro lado, estima-se também que, mais de 95% dos agrotóxicos aplicados tiveram o potencial de impactar amplamente o meio ambiente e não o organismo-alvo, dispersando-se pelos ecossistemas (SIMEONOV *et al.*, 2013).

Vale salientar que é muito importante o monitoramento das concentrações dos agrotóxicos nos diversos segmentos do meio ambiente, assim como a realização de estudos que permitam avaliar o seu comportamento, destino e persistência tanto no meio aquático, assim como no meio terrestre (KUDSK *et al.*, 2017).

O uso excessivo de pesticidas na agricultura gerou preocupações crescentes com os efeitos negativos dos pesticidas na saúde humana e no meio ambiente (ALEXANDER *et al.*,

2007). Compreender a percepção dos agricultores sobre o risco de pesticidas e os determinantes do uso excessivo de pesticidas é importante para modificar seu comportamento para reduzir o uso de pesticidas (JALLOW *et al.*, 2017).

Os agrotóxicos são considerados componente vital da agricultura moderna, desempenhando um papel importante na manutenção da alta produtividade agrícola, devido ao seu poder de combater as pragas (TILMAN *et al.*, 2002). No entanto, a dependência de pesticidas é difícil de sustentar devido a efeitos adversos não intencionais a longo prazo sobre o meio ambiente e a saúde humana (PIMENTEL, 2005). Isto é, os agrotóxicos, apesar de possuírem elevado potencial no aumento dos rendimentos agrícolas, também trazem riscos à saúde humana, ao meio ambiente e contribuem significativamente para geração de resíduos sólidos com o descarte inadequado das suas embalagens (EFSA, 2013; MERCIER *et al.*, 2011).

A pulverização de agrotóxicos em lavouras é geralmente realizada de duas maneiras: terrestre e aéreo (SAMMONS *et al.*, 2005). E a exposição dos trabalhadores agrícolas aos agrotóxicos tem sido associada a efeitos adversos à saúde, como câncer e defeitos congênitos, resultando em centenas de mortes, a maioria ocorrendo em países em desenvolvimento (LITCHFIELD, 2005; FAO, 2014). Muitos dos impactos ambientais e de saúde humana dos pesticidas são um resultado direto do uso excessivo e uso indevido de pesticidas, como desvio dos procedimentos e das doses recomendadas de aplicação (DASGUPTA *et al.*, 2007), uso de pesticidas obsoletos e proibidos (HAJJAR 2012, VERGER; BOOBIS, 2013), manuseio, armazenamento inadequado e descarte de inadequado das embalagens vazias de agrotóxicos (DAMALAS *et al.*, 2006; STADLINGER *et al.*, 2011).

Alguns cientistas argumentam que o uso indevido e excessivo de agrotóxicos, especialmente nos países em desenvolvimento, está relacionado à falta de educação e treinamento em uso de agrotóxicos, informações inadequadas sobre perigos relacionados ao seu uso, exigências rigorosas do mercado e a falta de vontade dos agricultores para aceitar o risco de perda de colheitas (WILSON; TISDELL, 2001; HASHEMI; DAMALAS, 2011; KHAN *et al.*, 2015). E de acordo com Shetty *et al.* (2010), níveis mais elevados de educação, proporcionaria aos agricultores um melhor acesso à informação sobre agrotóxicos e mais conhecimento sobre a quantidade e os tipos de agrotóxicos que devem ser usados, em função do tipo de cultura.

E a grande quantidade de embalagens vazias contaminadas gerada é uma das consequências do uso intensivo e indiscriminado de agrotóxicos (CANTOS *et al.*, 2008).

Anualmente são usadas no mundo aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos. E essa grande quantidade de resíduo gerado têm motivado a adoção de medidas mitigadoras visando minimizar os impactos ambientais negativos, bem como a realização de pesquisas sobre essa problemática em vários países (EMBRAPA, 2016). No Brasil, devido ao modelo de produção agrícola adotado, o uso de agrotóxicos tornou-se frequente, ocasionando assim, o acúmulo de enorme volume de embalagens vazias nas propriedades rurais, criando problemas quanto a sua má disposição (INPEV, 2017a). Frequentemente essas embalagens vazias são colocadas em locais impróprios, e algumas pessoas chegam até a reutilizar essas embalagens para armazenar alimentos e ração de animais (INPEV, 2006).

Durante vários anos, quando não havia preocupação com a contaminação ambiental, o aterro sanitário foi considerado local seguro para a disposição final dos resíduos e de embalagens vazias de agrotóxicos (BAYAZIT *et al.*, 2013). Mas, com o passar dos anos foi constatado que a disposição em aterros é inviável, porque essas embalagens além de apresentam baixa compressibilidade, formando resíduo volumoso, ocupando muito espaço nos aterros, são considerados resíduos perigosos (LAGARINHOS, 2011).

Vale ainda salientar que, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), classifica as embalagens vazias de agrotóxicos através da NBR 10.004/2004 como: Classe 1 – resíduo sólido perigoso, exigindo procedimentos especiais para as etapas de manuseio e destinação adequada.

Segundo Almeida (2009), não é recomendada a disposição de embalagens vazias em aterros sanitários. Isso porque esta prática pode contaminar o solo, inviabilizando áreas agrícolas, gerando lixo não degradável e dificultando a compactação do aterro, bem como reduzindo a sua vida útil, por serem resíduos volumosos e perigosos (MINÉU, 2017). O uso em grande escala desses produtos - incentivado pela expansão do agronegócio - está contaminando os alimentos, a água, o solo e o ar (LONDRES, 2011). Ademais, o solo devido a sua capacidade de infiltração e absorção, fazem com que o agrotóxico composto por ingredientes ativos e solventes (metais pesados ou elementos químicos) nocivos ao meio ambiente, percole e contamine o lençol freático (TREVISAN; ZAMBRONE, 2002).

Segundo Almussa e Schmidt (2011), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), determina que os usuários de agrotóxicos têm a responsabilidade de fazer a “tríplice

lavagem²” das embalagens vazias e efetuar a devolução das mesmas aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridos, no prazo máximo de um ano a partir da data da compra.

Vale ainda ressaltar que, o revendedor de agrotóxicos tem a responsabilidade inicial de informar aos agricultores no ato da venda, sobre os procedimentos de lavagem das embalagens, bem como disponibilizar e informar o endereço da unidade de recebimento das embalagens vazias mais próxima (INPEV, 2016). Porém, alguns agricultores de forma propositada ou por falta de informação acabam descartando essas embalagens vazias nas proximidades das bacias ou encaminhando para os lixões, aterros sanitários, vales ou até mesmo para os receptores irregulares, que acabam vendendo essas embalagens às recicladoras clandestinas. As Figuras 1, 2, 3 e 4 mostram exemplos de destinos irregulares que costumam ser dadas as embalagens vazias de agrotóxicos.

No Brasil a destinação final das embalagens de agrotóxicos é ainda um problema que merece atenção especial, pois são resíduos que atingem diretamente a saúde humana e do meio ambiente. Argumenta o autor que a quantidade de material descartado vem se acumulando nos aterros e “lixões”, representando um desperdício de matéria-prima e energia, além de ocasionar poluição ambiental devido a produção de percolados, considerados potencialmente tóxicos (LEITE, 2003).

² A **tríplice lavagem** é um método utilizado para desativar restos e resíduos de agrotóxicos contidos nas embalagens vazias, que consiste em cinco etapas seguintes: 1- Esvaziar totalmente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador; 2- Adicionar água limpa até $\frac{1}{4}$ do seu volume; 3- Tampar bem a embalagem e agitar por 30 segundos; 4- Despejar a água de lavagem no tanque; 5- Repetir a lavagem 3 vezes; 6- Inutilizar a embalagem, perfurando o fundo

Figura 2 - Destinação das embalagens vazias.



Fonte: IBAMA (2017).

Figura 1 - Destinação das embalagens vazias.



Fonte: ADAPEC (2018).

Figura 4 - Destinação das embalagens vazias.



Fonte: SEMA (2017).

Figura 3 - Destinação das embalagens vazias.



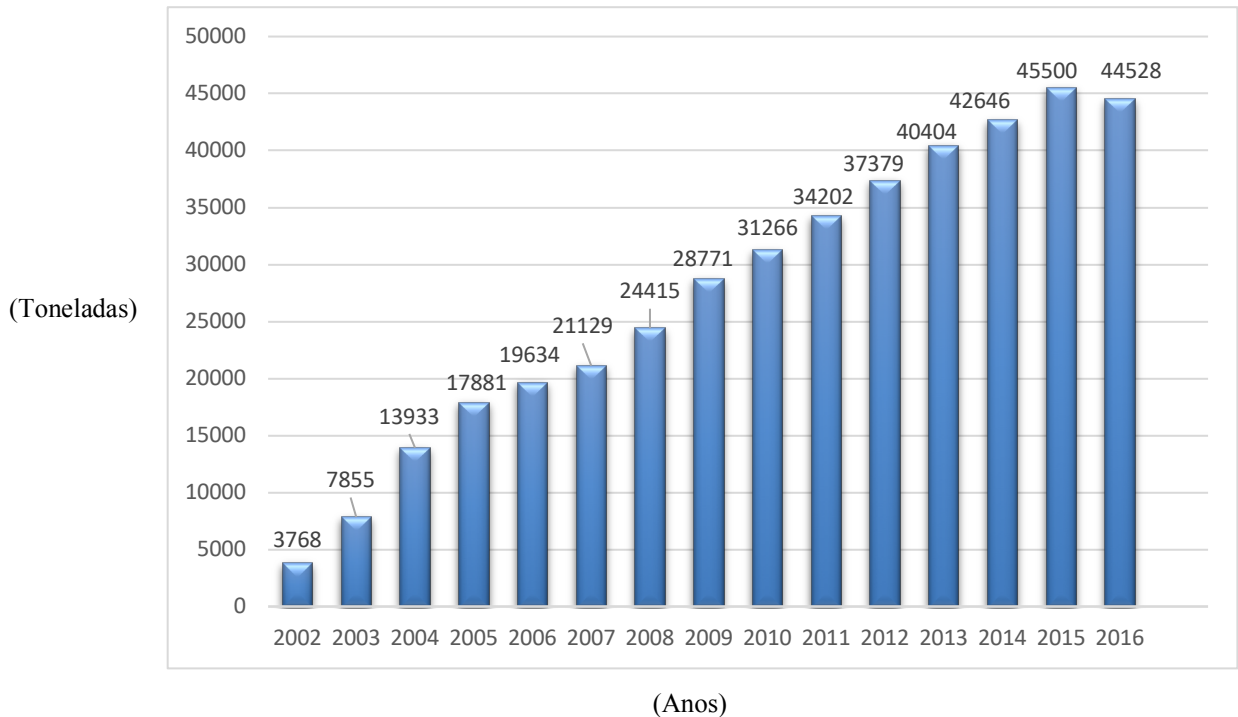
Fonte: SEMA (2017).

Inicialmente a aprovação da lei sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apresentou algumas controvérsias com alguns sectores, mas atualmente é visível o avanço relativamente a gestão adequada dos resíduos sólidos e organização social e econômica referente a esta atividade (MMA, 2017).

Segundo os dados do InpEV, de 2002 para os dias de hoje mais de 237 mil toneladas de embalagens de agrotóxicos utilizadas pelos agricultores voltaram para os

fabricantes, que reutilizaram ou dão uma destinação correta, de acordo com os padrões ambientais definidos em lei. A Figura 5 mostra uma evolução no recolhimento no país a cada ano desde a implantação do sistema e pode-se constatar que em 2015 mais de 45 mil toneladas de embalagens foram recolhidas em todo país.

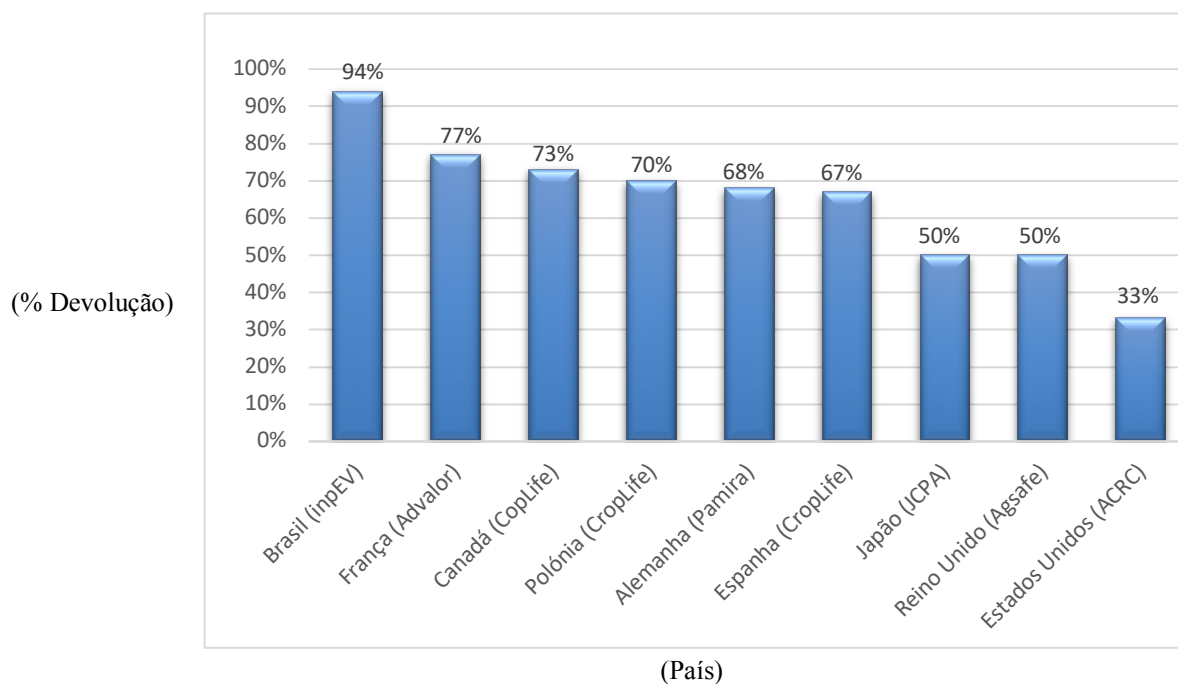
Figura 5 – Embalagens vazias de agrotóxico coletadas em todo país.



Fonte: Adaptado de INPEV (2017).

Da mesma forma, através de estudo feito pelo InpEV, foi possível constatar que no Brasil, nos últimos dez anos (2001-2011), 94% de todas as embalagens colocadas no mercado, foi recolhido para receber tratamento adequado, como mostra a Figura 6. Fazendo assim, o Brasil, recordista mundial no recolhimento de embalagens de agrotóxicos. Sendo os estados de Paraná, Mato Grosso, São Paulo, Goiás, Rio Grande do Sul e Minas Gerais líderes na recolha dessas embalagens (INPEV, 2017).

Figura 6 – Percentual de embalagens de plásticos corretamente destinados, por países no ano 2011.



Fonte: Adaptado de INPEV (2016).

Ainda que, considerado um produto com elevado potencial de aumentar os rendimentos agrícolas, os agrotóxicos são potencialmente perigosos. Trazem riscos à saúde humana, ao meio ambiente e contribuem para geração de resíduos sólidos com o descarte das suas embalagens vazias (GEBLER, 2004).

Assim, como, o uso excessivo dos agrotóxicos, os impactos das embalagens descartadas de forma inadequado, tem sido ressaltado na literatura, conforme indicado abaixo:

- A não utilização total dos agrotóxicos adquirido. Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF, 2016), 100 milhões de litros de agrotóxicos são vendidos no Brasil anualmente, sendo que 300 litros permanecem nas embalagens vazias, oferecendo altos riscos aos que os manipulam e ao meio ambiente.

- Existência de compostos perigosos. Os agrotóxicos incluem vários compostos químicos utilizados na agricultura, com a finalidade de combater, eliminar, controlar e impedir proliferação dos mais variados tipos de pragas (BAIRD; CANN, 2011; PEIXOTO, 2007; RIVEROS, 2012). Aqui no Brasil, seu uso também se solidificou nos últimos anos, tendo como os produtos mais usados, os sais de cobre e arsênio, enxofre e cal (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). Compostos estes que, com base nas suas propriedades químicas possuem efeitos letais para determinados seres vivos, inclusive o homem.

- Riscos à Saúde humana: Os agrotóxicos, além de serem substâncias utilizadas regularmente na prática agrícola, podem também oferecer perigos à saúde humano, isso dependendo do tipo da sua composição, da toxicidade, tempo de exposição e do grau de contaminação. E isso, se torna ainda mais preocupante, ao ver a técnica adotada pelos agricultores para o preparo da calda, bem como, o equipamento de proteção individual utilizado durante o momento da aplicação dessa substância. Fato que pode ser mostrado nas Figuras abaixo (Figura 7 e 8).

Figura 7 – Preparo da calda de agrotóxico em lavoura de bananeira (Quixeré, 2017).



Fonte: Autor (2018).

Figura 8 – Aplicação de agrotóxico sem o uso do EPI (Quixeré e Missão velha, 2017).



Fonte: Autor (2018).

No que tange ao risco de toxicidade, o efeito pode ser agudo por uma exposição de curto prazo, causando pequenas lesões; ou crônico, quando a exposição se dá por mais de um ano, podendo causar danos graves e muitas vezes irreversíveis (MANAHAN, 2001).

Os problemas digestivos tais como cólicas, diarreias e vômitos são os primeiros sintomas de intoxicação em seres humanos. Porém, quando a intoxicação é mais grave ou atinge um estágio mais avançado, pode ocorrer aumento da pressão arterial, problemas neurológicos, confusão mental, dificuldades respiratórias, convulsões, podendo levar ao coma e até mesmo a morte da pessoa (TREVISAN; ZAMBRONE, 2002).

- Riscos a seres aquáticos: Os agrotóxicos podem ser tóxicos e móveis, na água, no solo e no ar (SZLINDER-RICHERT *et al.*, 2008). Também podem ser encontrados nos organismos dos peixes e invertebrados, em concentrações muito acima das encontradas nas águas em que eles vivem. Isso geralmente acontece porque esses animais ingerem a água e vão acumulando esses resíduos em seus organismos.

- Riscos ao meio ambiente: Devido a sua composição, os agrotóxicos podem causar interferência sobre a dinâmica dos ecossistemas, ocasionando alterações nas características do solo, no ciclo de nutrientes e eutrofização de águas. Podem, ainda, aumentar a resistência das pragas e eliminar certos micro-organismos considerados indispensáveis para a cadeia alimentar (CHRISTOFORIDIS *et al.*, 2008).

- Envio para aterros sanitários ou até mesmo para os lixões: A correta destinação final das embalagens de agrotóxicos pode ser feita de duas maneiras (Reciclagem ou Incineração), dependendo do tipo de material e nível de contaminação da embalagem.

No Brasil, na maioria das vezes, essas embalagens são encaminhadas para os aterros sanitários ou lixões, ocasionando contaminação do solo e de águas subterrâneas. Mas, essa realidade vem mudando, com aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em agosto de 2010, que atribui responsabilidades aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de agrotóxicos, fazendo com que sejam obrigados a desenvolverem sistema de logística reversa para o retorno dos seus produtos e embalagens no final da vida útil (BRASIL, 2010b).

Essa preocupação que se vem tendo nos últimos anos, com o desenvolvimento sustentável, principalmente na sua dimensão ambiental, contribui para que dezenas de Métodos de Avaliação de Desempenho Ambiental fossem desenvolvidos, em diferentes países, com variados critérios e métodos de avaliação e certificação. E dependendo das condições em que

são aplicadas, esses métodos de avaliação de desempenho podem ser eficientes ou não (GOUVINHAS; PATRICIO, 2004).

No que toca a avaliação do impacto global das embalagens de agrotóxicos, desde a sua fabricação até a sua destinação final, a realização de uma avaliação de ciclo de vida dessas embalagens como um todo, torna-se uma alternativa viável e de grande utilidade (VERBEECK; HENS, 2010b).

2.3 Impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana

Os agrotóxicos são considerados componente vital da agricultura moderna, desempenhando um papel importante na manutenção da alta produtividade agrícola. Conseqüentemente, sistemas de produção agrícola intensivos de alto insumo, nos quais um uso maior e difundido de pesticidas para o manejo de pragas emergiu como uma característica dominante (TILMAN *et al.*, 2002).

Já, mesquita *et al.* (2003) defende que a agricultura além de ser a maior consumidora dos recursos hídricos é também, uma das maiores fontes de poluição difusa. E através de estudo feito por Quinino *et al.* (2000), constatou que efluentes agrícolas que retomam aos cursos d'água superficiais ou subterrâneos apresentam grandes quantidades de sais, nutrientes e resíduos agrotóxicos, que contribuem para a deterioração da qualidade da água do meio.

Por outro lado, o uso de agrotóxicos na agricultura para proteção da colheita e controle de pragas tem sido associado com a contaminação ambiental e problemas de saúde humana em todo mundo (SOARES *et al.*, 2003). Uma delas é o aumento da insegurança alimentar por parte dos consumidores, que ingerem alimentos contaminado com ingredientes ativos (IAs). E esse uso, por ser indiscriminado e irregular, não foi considerado no cálculo da ingestão diária aceitável (IDA).

Ainda que, alguns tipos de agrotóxicos são classificados como mediamente ou pouco tóxicos, com base em seus efeitos agudos, vale salientar que os efeitos crônicos da intoxicação podem ocorrer meses, anos ou até décadas após a exposição, manifestando-se em várias doenças (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Ingredientes ativos com elevado grau de toxicidade aguda e que causam problemas neurológicos, reprodutivos, más-formações congênitas, distúrbios endócrinos, mentais e até

câncer, vem sendo encontrados em vários alimentos consumidos em nossa dieta cotidiana (CHIU *et al.*, 2006, ANVISA, 2016). Tais sintomas de intoxicação aguda e crônica dos principais grupos químicos de agrotóxicos, são mostrados na Quadro 4.

Quadro 4 - Classificação dos agrotóxicos e sintomas de intoxicação aguda e crônica.

Praga a ser combatida	Grupo Químico	Sintomas de intoxicação	
		Intoxicação Aguda	Intoxicação Crônica
Herbicidas	Dipiridilos	Sangramento nasal, fraqueza, desmaios, conjuntivites	Lesões hepáticas, dermatites de contato, fibrose pulmonar
	Fenoxiacéticos	Perda de apetite, enjoo, vômitos, fasciculação muscular	Indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogêneses
	Dinitroferóis e Pentaclorofenol	Dificuldade respiratória, hipertermia, convulsões	Cânceres (PCP-formação de dioxinas), cloroacnes
Inseticidas	Organoclorados	Náuseas, vômitos, contrações musculares involuntárias	Lesões hepáticas, arritmias cardíacas, lesões renais e neuropatias periféricas
	Organofosforados e Carbamatos	Fraqueza, cólicas abdominais, vômitos, espasmos musculares e convulsões	Efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossomiais e dermatites de contato
	Piretroides sintéticos	Irritações das conjuntivas, espirros, excitação, convulsões	Alergias, asma brônquica, irritações nas mucosas, hipersensibilidade
Fungicidas	Ditiocarbamatos	Tonteiras, vômitos, tremores musculares, dor de cabeça	Alergias respiratórias, dermatites, doença de Parkinson, cânceres
	Fentalamidas	N/D	Teratogêneses

Fonte: Adaptado de EPA-US (2015).

Isso se torna ainda mais preocupante, ao saber que os agrotóxicos mencionados na Tabela acima, apesar do seu grande poder de intoxicação, têm sido encontrados nos alimentos analisados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), em concentrações acima do máximos permitidos ou em culturas para as quais não são autorizados (CARNEIRO *et al.*, 2015).

WHO (1990), constatou-se que poderia haver até 1 milhão de envenenamento involuntário anualmente em todo mundo e 2 milhões de pessoas hospitalizadas por ingestão voluntária de pesticidas.

E no Brasil o cenário não é diferente, isso porque, vários estudos realizados demonstraram que trabalhadores rurais são expostos frequentemente a esse tipo de contaminação, e quase sempre aos mais altos níveis (FARIA *et al.*, 2004). E isso se dá devido aos fatores adicionais, tais como a falta de informação, baixo nível de escolaridade da população rural, condições de trabalho precário, proteção inadequada durante a aplicação dos produtos e tecnologia de pulverização inadequada (HURTIG *et al.*, 2003; KARLSSON, 2004).

Se o cenário atual já é suficientemente preocupante, no que diz respeito à saúde pública deve-se levar em conta que as perspectivas são de agravamento dos problemas nos próximos anos (BOMBARDI, 2010).

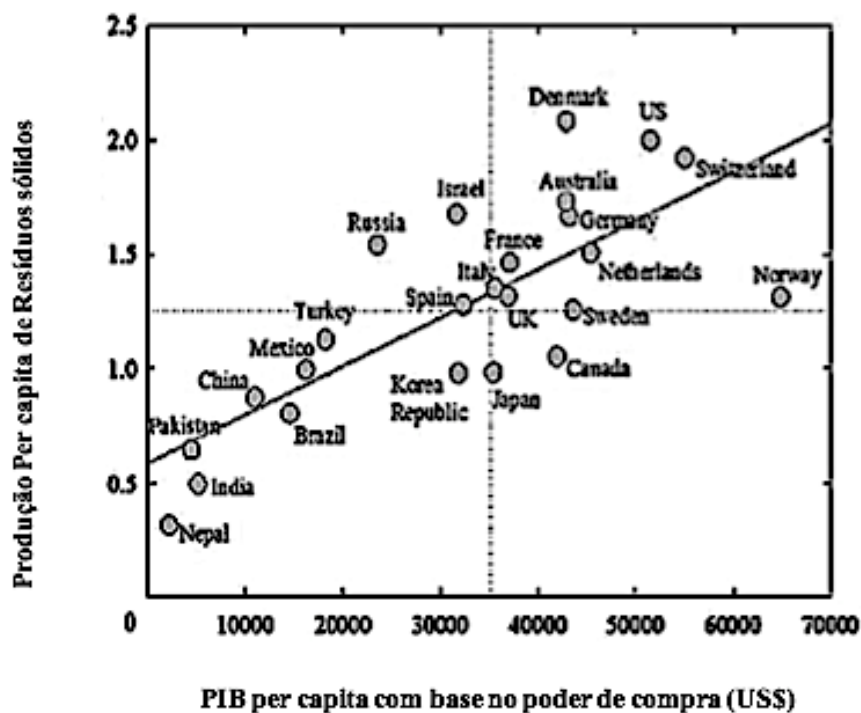
2.4 Resíduos sólidos

O crescimento acelerado da população urbana, especialmente nos países em desenvolvimento, a urbanização e industrialização sem precedentes e irreversíveis, tem resultado no aumento alarmante da taxa de geração de resíduos (THANH *et al.*, 2011; LIU; WU, 2010). E dentre esses resíduos, destacam os resíduos sólidos volumosos que ocupam grandes áreas nos aterros sanitários (CHAI *et al.*, 2017).

No sentido de disciplinar a coleta, o gerenciamento e a destinação final de resíduos sólidos, incluídos os perigosos (Embalagens vazias de agrotóxicos e resíduos hospitalares), foi aprovada a Lei 12.305, em agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, obrigando a implementação de sistema de logística reversa para embalagens vazias de agrotóxicos.

Países com um PIB relativamente maior tendem a produzir uma maior quantidade de resíduos, como mostra a Figura 9. Onde as projeções mostram que a geração de resíduos nas principais cidades metropolitanas do mundo aumentará de 1,3 bilhão de toneladas em 2012 para 2,2 bilhões de toneladas em 2025 (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012; KAWAI; TASAKI, 2016).

Figura 9 – Geração Per capita de Resíduos sólidos em função do PIB Per capita.



Fonte: Takur *et al.* (2017).

Os resíduos sólidos agrícolas, particularmente os perigosos, estão associados a dois problemas importantes: a biomassa de resíduos agrícolas decomposta emite metano e lixiviação (podendo afetar o lençol freático), e os agricultores normalmente queimam resíduos sólidos agrícolas (embalagens de agrotóxicos), que produzem não só dióxido de carbono (CO₂), mas também outros poluentes locais (ASIM *et al.*, 2015). E gestão adequada desse tipo de resíduo, pode diminuir a contaminação da água e do solo, alterações climáticas, poluição atmosférica local e degradação ambiental (UNEP, 2009).

2.5 Embalagens de agrotóxicos (Destinação final e Legislações Nacionais)

Os agrotóxicos são comercialmente distribuídos aos consumidores em vários tipos de recipientes, dos quais os mais amplamente utilizados são os compostos por polímero, copolímero ou polímero revestido (LESLIE *et al.*, 2016). Os resíduos de agrotóxicos contidos

nas embalagens agroquímicas são uma fonte de risco incontrolado para a saúde humana (ERAS *et al.*, 2017).

Sabe-se que, tanto a utilização adequada dos agrotóxicos, como a destinação final de suas embalagens vazias em todo mundo, tem sido uma problemática. E no caso do Brasil, o cenário não é diferente, pois, dados apontam o país como, um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, ocupando também a primeira posição no que tange a devolução de embalagens, com uma proporção de entrega seis vezes maior do que os EUA, possuidor de um mercado que é o dobro do brasileiro (LIMA; ROMANIELLO, 2008).

Essa grande quantidade de devolução (aproximadamente 94%) das embalagens vazias de agrotóxicos utilizadas no Brasil, acontece graças ao Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), considerada um modelo de referência de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos (MENDONÇA, 2015).

Neste sentido, visando uma destinação final correta das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil, foi criada a Lei 9.974, de 06 de junho de 2000. Lei que disciplina a destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos e distribui responsabilidades para o agricultor, revendedor, fabricante e o poder público (MENDONÇA, 2015).

Além disso, a Lei 9.974/00, trouxe algumas alterações à Lei 7.802/89, e o Decreto 3.550 de 27 de julho de 2000, por sua vez, vem também disciplinando essa questão e atribuindo responsabilidades aos agricultores, revendedores e aos fabricantes para a destinação final das embalagens vazias, de produtos agrotóxicos e afins. A mesma lei determina que, o armazenamento desse tipo de embalagens deve ser feito em local coberto, arejado, munido de piso de azulejo e devidamente afastado de outros tipos de alimentos. Podendo chegar a conter no mesmo local, embalagens vazias e cheias.

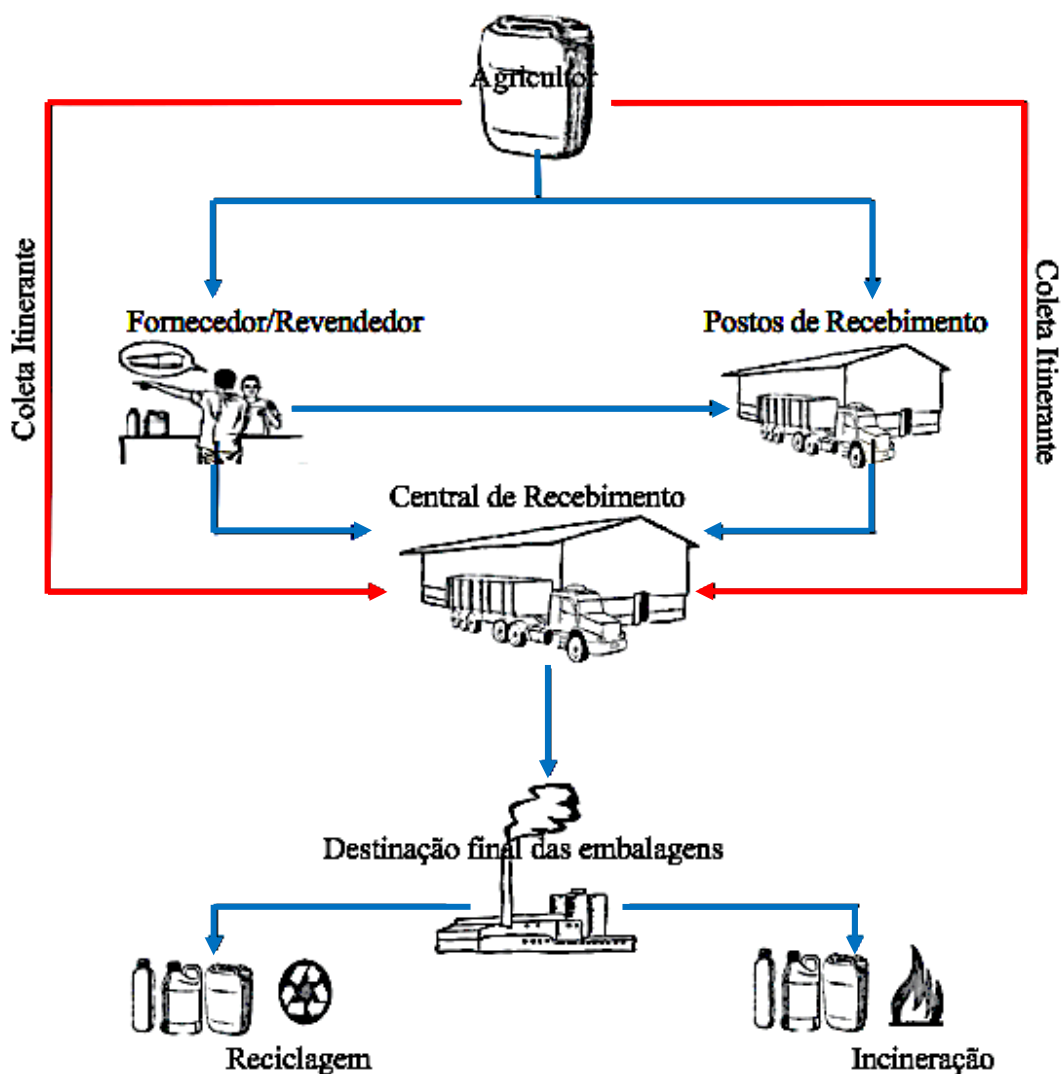
Vale salientar ainda que, a Lei 7.802/89 determina que os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins, deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais onde foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrador, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente.

Com auxílio desta lei, o InpEV desenvolveu um fluxo de coleta e devolução das embalagens vazias de agrotóxicos para todo país.

Nesse trabalho em específico, foi possível constatar que na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, o princípio da coleta, devolução e destinação final das embalagens vazias, seguem o

ilustrado na Figura 10. Podendo o agricultor devolver as suas embalagens vazias junto aos postos de recebimento ou no estabelecimento onde adquiriu o produto. Na impossibilidade de optar por uma dessas alternativas, o agricultor poderá fazer a sua devolução diretamente no central de recebimento ou armazenar as embalagens, aguardando o período da coleta itinerante. As embalagens recebidas no posto são encaminhadas para os centrais de recebimento (Mossoró e Teresina) e em seguida, destinadas as incineradoras ou recicladores, dependendo do tipo e do estado de conservação dessas embalagens.

Figura 10 – Fluxo de coleta e destinação final de embalagens vazias definido pela InpEV.



Fonte: Adaptado de INPEV (2017).

A intervenção do InpEV, exigiu que houvesse a necessidade de uma participação ativa de todos os envolvidos no ciclo de vida do produto, do “berço ao túmulo”, ou seja, durante a sua fabricação, armazenamento, licenciamento, transporte, distribuição, comercialização, uso e destino final após o uso. Evitando deste modo que, os destinos finais das embalagens vazias não sejam rios, aterros sanitários e até mesmo lixões (GALLI, 2004). Mas sim, para que sejam enviadas para as incineradoras ou recicladoras, servindo como matéria-prima, para fabricação de novos produtos, como mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Produtos fabricados a partir da reciclagem de embalagens vazias de defensivos agrícolas.



Fonte: INPEV (2017).

Tradicionalmente, a destinação correta dessas embalagens vazias e a fabricação de novos produtos nem sempre acontece. Isso porque, os consumidores têm imprudentemente jogado essas embalagens vazias ao ar livre, queimando ou enterrando-as, de forma descontrolada. Sabe-se que essa prática agride o meio ambiente, a plantação e acima de tudo causa sérios prejuízos à saúde humana (GALLI, 2004). O problema é tão gritante que, globalmente, os agrotóxicos têm sido recentemente reconhecidos como um dos seis maiores problemas de poluição do mundo que afetam a saúde humana (PURE EARTH; GREEN CROSS, 2017).

Ainda que os materiais poliméricos, juntamente com o vidro, papel e metal, estão entre os materiais mais reciclados, em alguns casos, esses mesmos resíduos costumam apresentar dificuldades específicas em relação à reciclagem (PLASTICS EUROPE, 2015). E de acordo com, Zhao *et al.* (2009), os resíduos de produtos poliméricos, quando em contacto direto com substâncias perigosas (por exemplo, resíduos de agrotóxicos), não podem ser reciclados, abrindo assim, a possibilidade de serem incinerados.

2.6 Tipos de embalagens de agrotóxicos

Muitos produtos físicos que vêm ao mercado precisam ser embalados e rotulados (SCAPINI; MELLO, 2016). Assim, os pacotes podem ser definidos como materiais e equipamentos integrados utilizados para transportar mercadorias e produtos através de canais de distribuição, incluindo métodos de uso e aplicação do produto. Também pode ser um elemento ou conjunto de elementos concebidos para engajar, conter e proteger produtos durante o seu manuseio, transporte, armazenamento, comercialização e consumo (BALLOU, 2011).

As embalagens de agrotóxicos podem ser de dois tipos: laváveis e não-laváveis. E estas podem ser classificadas em rígidas ou flexíveis (CIRNE, 2001). As embalagens rígidas podem ser de vidro, plástico (Poliétileno de alta densidade - PEAD, polietileno co-extrudado multicamada - COEX ou polietileno tereftalato - PET), metal (aço, folha de flandres ou alumínio) e fibrolata. Das embalagens rígidas, apenas as embalagens de aerossóis não podem ser lavadas (McMILLIN, 2017).

No entanto, as embalagens flexíveis podem ser de papelão; papel multifolhado; cartolina (celulose); plástico (polietileno de baixa densidade - PEBD) ou mistas (papel e plástico metalizado; papel e alumínio plastificado ou papel plastificado), e não podem ser lavadas (McMILLIN, 2017).

2.7 Tipos de Embalagens de agrotóxicos comercializadas no Brasil

Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF), as embalagens de agrotóxicos mais comum encontradas no Brasil são no formato de sacos de plásticos, cartuchos

de cartolina, sacos de papel ou caixas coletivas de papelão e podem se dividir várias categorias, como mostrado abaixo:

a) Embalagem Rígida

- Tambores de metal: 50, 100, 200 L
- Baldes: 10, 20, 25 Kg
- Plástico: Bombonas de 10, 20 L
- Garrafas de vidro: 1/4, 1/2, 1 L
- Fibrolatas: Embalagens de 5 e 20 kg

b) Embalagem Flexível

- Sacos plásticos: 1/2 e 30 Kg
- Sacos de papel: 1 e 30 kg
- Cartolina - Cartuchos: 1/2 e 2 Kg
- Papelão - Caixas coletivas: 1 a 50 unidades

Além das embalagens mencionadas acima, existem também os grandes pacotes, como a “Farm Pack” retornável de plástico de polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno coextrudido multicamada (COEX) ou de polietileno de tereftalato (PET) (FREIRES, 2010).

2.8 Ecotoxicologia com agroquímicos

A Ecotoxicologia é um campo de pesquisa multidisciplinar, moderno, focado em impactos antropogênicos e ambientais nos ecossistemas aquáticos e terrestres (CERNY; KEBETICOVA, 2017). Foi definido pela primeira vez pelo toxicólogo Jouany em 1971 como: "o estudo dos efeitos nocivos nas relações entre organismos e seu meio ambiente" (FELTEN *et al.*, 2013).

Por outro lado, a ecotoxicologia pode ser entendida como a junção de ecologia e toxicidade. Sendo a ecologia o estudo da interação dos seres vivos entre si e com o meio ambiente em que vivem; e a toxicologia a ciência que procura entender os tipos de efeitos

causados por substâncias químicas, bioquímicas e os processos biológicos responsáveis por tais efeitos, levando em conta a sensibilidade de diferentes tipos de organismos à exposição de substâncias químicas e as relativas toxicidade de diferentes substâncias. Mais recentemente, expandiu-se para novos ramos de ponta, como a nanoecotoxicologia ou a ecotoxicogenômica (CAMPANA; WLODKOWIC, 2017).

De acordo com Tarazona e Dohmen (2008), a ecotoxicologia pode ser definida como o estudo dos efeitos das substâncias (e agentes físicos de acordo com alguns autores) nos ecossistemas. Isso abrange a avaliação, monitoramento e diagnóstico de efeitos sobre populações, comunidades e ecossistemas, incluindo sua estrutura e função e interações com o ambiente físico e químico.

Vários trabalhos científicos publicados, revelaram que a exposição humana aos agrotóxicos está subjacente a muitos distúrbios, como mortalidade infantil (Cremonese *et al.*, 2014), doença de Alzheimer (Hayden *et al.*, 2010) carcinogenicidade (Vopham *et al.*, 2015), neurotoxicidade (Keifer; Firestone, 2007), toxicidade reprodutiva (Chevrier *et al.*, 2013), toxicidade metabólica (Evangelou *et al.*, 2016), entre outros (MOSTAFALOU; ABDOLLAH, 2017).

A ecotoxicologia aquática, em particular, concentra-se no estudo dos efeitos de produtos químicos e atividades naturais e antropogênicas em organismos aquáticos, em vários níveis de organização biológica, desde organismos sub-celulares até organismos, comunidades e ecossistemas (RAND, 1995).

Muitas substâncias como pesticidas e substâncias farmacêuticas não existiam na natureza, mas foram criadas pelo homem e passaram a ser motivo de preocupação, dada a alta concentração que são encontradas em alguns locais e dada a capacidade de provocar danos aos seres vivos (CHAPMAN, 2006). Os conhecimentos científicos sobre o destino e efeito dos resíduos agrotóxicos na água evoluíram consideravelmente nos últimos anos, representando uma ameaça para o ecossistema aquático, devido ao seu poder de toxicidade.

A contaminação por pesticidas é uma questão ambiental potencialmente perigosa e que pode afetar a qualidade da água superficial e subterrânea. A extensão total da contaminação por pesticidas não é totalmente compreendida devido a caminhos de destino complexos que acontece ao longo da superfície (RICHARDS *et al.*, 2017).

Os casos de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas variam em função dos países e região de acordo com a conscientização, monitoramento, pesquisa e tipos de pesticidas mais usados (JABLONOWSKI *et al.*, 2011). Por exemplo, na América e na França,

a Atrazina é um dos Agrotóxicos mais amplamente utilizados, um dos mais amplamente estudados e, portanto, o mais frequentemente encontrado nas águas subterrâneas (KOLPIN *et al.*, 2000, BASBASH *et al.*, 2001).

No Brasil, assim como em vários outros países (Dinamarca, Irlanda, Itália e Inglaterra), a Abamectina (inseticida e acaricida que pertence a classe toxicológica I), o Acefato (inseticida que pertence a classe toxicológica III) e o glifosato (herbicida), são os mais amplamente utilizados, e já foi detectado a sua presença em águas subterrâneas pouco profundas em locais rurais, juntamente com o seu principal metabólito, ácido aminometilfosfônico (AMPA) (VAN STEMPVOORT *et al.*, 2015).

No entanto, atividades agrícolas, como irrigação e pulverização de agrotóxicos, que coincidem com a época chuvosa, podem aumentar a capacidade de lixiviação de pesticida (MENCHEN *et al.*, 2017). Substâncias como os pesticidas estão sujeitas a transformações físicas, químicas e biológicas complexas durante o seu transporte através da zona insaturada e seu deslocamento depende das propriedades de transporte do fluido no meio poroso, o que pode complicar as previsões de lixiviação (YARON, 2016).

As abordagens de ecotoxicologia para avaliar o risco de impactos adversos geralmente começam com testes de nível individual em uma configuração de laboratório controlado (MALAJ *et al.*, 2016). E os resultados das análises ecotoxicológicas são comumente expressos sob a forma de índices ecotoxicológicos que podem ser utilizados para a avaliação do risco ecológico de diferentes ambientes, como solos, águas doces, sedimentos ou oceanos (PERRODIN *et al.*, 2011). A Concentração de Efeito Observada (CEO), a Concentração Efetiva Média (CE₅₀), a Concentração Letal Média (CL₅₀) e a Dose Letal Média (DL₅₀) podem ser listados como os parâmetros representativos. Os valores dos índices mencionados são importantes para determinar se a amostra estudada é perigosa para o meio ambiente e, em caso afirmativo, em qual categoria de substâncias perigosas, ela se encontra inserida (MALAJ *et al.*, 2016).

Normalmente nos testes realizados o efeito observado é a letalidade. E isso é feito, a partir da determinação da Concentração Letal Média (CL₅₀) ou a Concentração Efetiva Média (CE₅₀) do agente tóxico, capaz de causar mortalidade ou imobilidade, respectivamente, a 50% dos organismos-testes ou população durante um determinado tempo de exposição, geralmente de 24 a 96 horas (VON WOLFF, 2011).

A DL₅₀ é um parâmetro normalizado pelo peso do organismo, ou seja, é expresso em mg de substância química por massa do organismo em kg (OLIVI *et al.*, 2008). O termo

dose refere-se à quantidade de substância tóxica que entra no organismo e, portanto, pode ser inferior à dose à qual o organismo é exposto (APHA, 1998). DL_{50} é um parâmetro bastante utilizado em farmacocinética e medicina (ZAKRZEWSKI, 1994). Os parâmetros CL_{50} , CE_{50} , CENO e CEO, frequentemente utilizados em ecotoxicologia aquática, são normalizados em função do ambiente em que os organismos são expostos (OLIVI *et al.*, 2008). Por esse motivo, eles são expressos em termos da concentração ambiental da substância química, a qual é geralmente expressa em mg de substância por litro de solução preparada em água natural ou água de diluição (YU, 2005). Os resultados dos testes de toxicidade para substâncias específicas são comumente expressos em mg/L, enquanto que para efluentes ou águas contaminadas os resultados são expressos em % (OLIVI *et al.*, 2008).

Com base na informação ecotoxicológica e no conhecimento das propriedades físico-químicas dos compostos analisados, podem ser avaliados os registos ecológicos e possíveis riscos futuros (CERNY; KOBETICOVA, 2017).

Os testes de toxicidade podem ser classificados como agudos e crônicos, como mostra o Quadro 5. Por outro lado, os testes de toxicidade crônica são testes que permitem avaliar os possíveis efeitos tóxicos de substâncias químicas sob condições de exposições prolongadas e multigeracionais, devido à exposição contínua a resíduos (GROS, 2010).

Quadro 5 - Parâmetros e definição de alguns termos utilizados em testes de toxicidade.

Toxicidade	Parâmetro	Definição	Tempo de exposição
Aguda	CE_{50}	Concentração Efetiva Média	24 ou 48 h
	CL_{50}	Concentração Letal Média	24 ou 96 h
Crônica	DL_{50}	Dose Letal Média	24 ou 96 h
	CENO	Concentração de Efeito não Observado	7 dias
	CEO	Concentração de Efeito Observado	7 dias

Fonte: Adaptado de Regina (2008).

Muitos testes ecotoxicológico estão incluídos no sistema de direito europeu e, por meio da Agência Europeia dos Produtos Químicos (ECHA), na legislação de cada um dos Estados membros (CHENG *et al.*, 2014). E avaliar os efeitos da poluição e os subsequentes

impactos ambientais estão entre os principais objetivos das agências de proteção ambiental em todo o mundo (CARTER; HOWE, 2006; EPA-VICTORIA, 2003; EPA-US, 2015). No entanto, existe uma desconexão contínua entre as medidas de nível individual que são utilizadas para avaliar os efeitos da poluição e do gerenciamento a nível populacional (FORBES; GALIC, 2016). Isso porque, as respostas no nível individual podem ser diferentes das respostas ao nível populacional (HAYASHI *et al.*, 2009). As taxas de crescimento da população podem ser relativamente estáveis quando expostas à poluição, apesar dos efeitos tóxicos evidentes do nível individual (VAN STRAALLEN *et al.*, 1989). Podendo ter declínios significativos da população a longo prazo, mesmo com exposição de baixo nível que não poderia ser detectada com testes de toxicidade baseados em indivíduos (DE LOS SANTOS *et al.*, 2015).

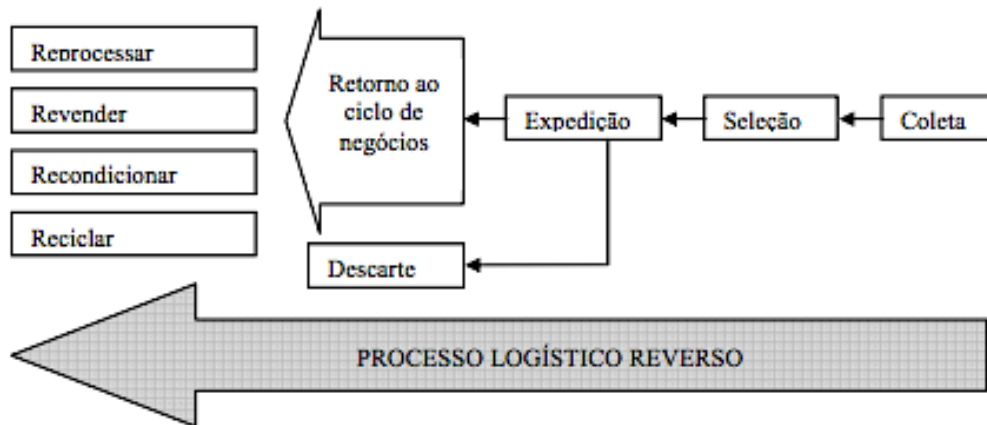
A medição de pontos de referência de nível individual tem sido tradicionalmente favorecida, pois são relativamente baratos de gerar e os dados estão frequentemente disponíveis para uma ampla gama de espécies e/ou combinações de substâncias tóxicas. Os pontos finais de nível individual podem fornecer ligações claras entre uma fonte de poluição e respostas biológicas de organismo inteiro e é frequentemente usado como referência para novas investigações (ANZECC, 2000; SIMPSON *et al.*, 2013; LAM; GRAY, 2003; STARK *et al.*, 2007).

2.9 Logística reversa

2.9.1 Surgimento e incorporação da logística reversa

A grande quantidade de resíduos volumosos e perigosos, a coleta, o transporte e a sua destinação final, sempre foram problemas. Neste sentido, veio o aumento da pressão das políticas governamentais em relação a essa problemática, contribuindo assim, para o surgimento da chamada logística reversa (MIN *et al.*, 2006). Que pode ser entendida como o gerenciamento do caminho inverso dos materiais (partindo do consumidor e chegando ao fornecedor), quando comparado ao fluxo direto da cadeia de suprimentos (FLEISCHMANN *et al.*, 1997). Tal definição pode ser esquematizada, na Figura 12 (CHAVES *et al.*, 2008).

Figura 12 – Esquemática de logística reversa.

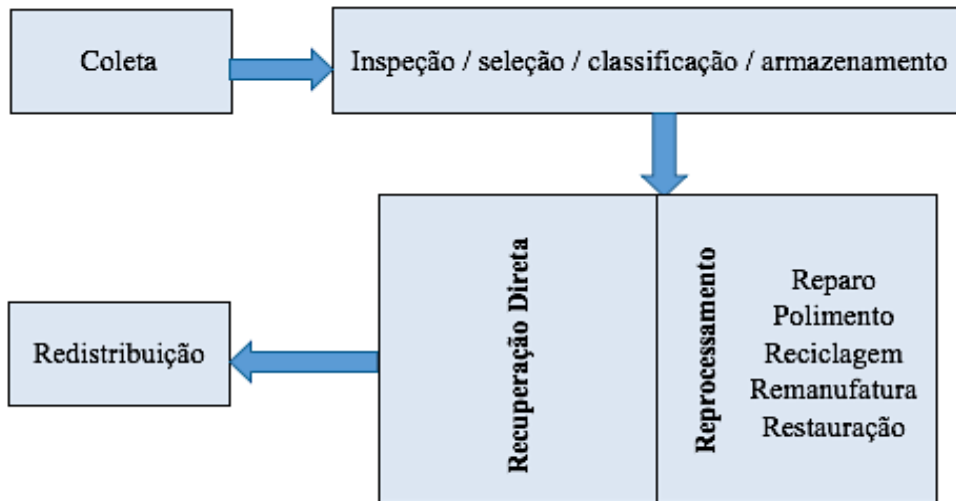


Fonte: Chaves, Alcântara e Assumpção (2008).

Vale ainda salientar que, antes do surgimento do termo “logística reversa”, a atenção na cadeia de suprimentos se concentrava apenas na logística direta, que trata apenas da movimentação de produtos acabados dos fornecedores para os consumidores (BOWERSOX *et al.*, 2001). Desta forma, os fabricantes de bens não eram responsabilizados pelo que acontecesse aos seus produtos após o uso (THIERRY *et al.*, 1995; FLEISCHMANN *et al.*, 1997).

Segundo Brito e Dekker (2002), o conceito de logística reversa envolve o movimento de materiais desde o ponto de consumo até o ponto de origem. E grande parte dos produtos que entram no chamado fluxo de retorno seguem basicamente quatro etapas (Figura 13). Passando inicialmente pela coleta, seguida de um processo combinado de inspeção, seleção e classificação e posteriormente é feito o reprocessamento ou uma recuperação direta, dependendo do tipo de resíduo e por fim é faz-se uma redistribuição.

Figura 13 – Principais etapas da logística reversa.



Fonte: Adaptado de Brito e Dekker (2002).

A logística reversa se concentra em tem três pontos essenciais: a legislação do governo, valor econômico a ser recuperado no produto retornado e preocupações ambientais (SRIVASTAVA; SRIVASTAVA, 2006).

Vale ressaltar que, tais desenvolvimentos voltados para preocupações ambientais e motivações econômicas têm incentivado muitas empresas a explorar mais sobre a recolha e recuperação de produtos usados, focando a logística reversa como uma forma sustentável de gerenciamento de resíduos.

Com um sistema eficaz de logística reversa, os custos operacionais seriam reduzidos, o emprego de pessoas seria aproveitado, a saúde das pessoas não estaria mais em risco e o ambiente seria mantido de forma ecologicamente correta (SARKIS *et al.*, 2010).

2.9.2 Conceitos da logística reversa

O conceito da logística reversa engloba todas as operações logísticas relacionadas com a separação, coleta, devolução, desmontagem, processamento e reutilização de produtos e/ou materiais usados ou descartados a fim de minimizar o consumo descontrolado de matéria-prima assegurando uma recuperação sustentável. Para Xavier e Corrêa (2013), a logística

reversa pode ser definida como uma evolução da logística tradicional, incrementando fluxos reversos de produtos e materiais a partir dos estágios de pós-venda e pós-consumo.

Leite (2000), considerado um dos pioneiros no estudo da logística reversa no Brasil, define por sua vez a logística reversa como:

“Uma nova área da Logística Empresarial, preocupa-se em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos, bem como dos resíduos industriais, através de reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintroduzirão ao processo produtivo”.

Com base na definição dada por Fleischmann *et al.* (1997), considerado o pioneiro nessa área, inúmeras outras definições foram atribuídas posteriormente à logística reversa. Dentre elas têm-se a definição dada por KROON; VRIJENS (1994), ROGERS; TIBBEN-LEMBKE (1998), DOWLATSHAHI (2000), HERVANI *et al.*, (2005), PRAHINSKI; KOCABASOGLU (2006), definindo a logística reversa fundamentado nos mesmos atributos.

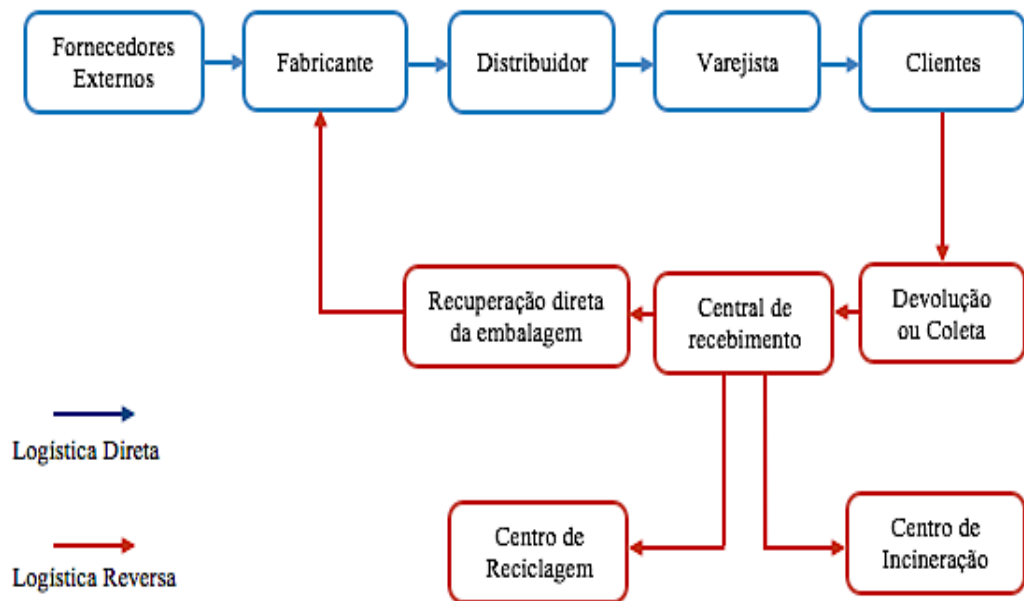
2.9.3 Principais atividades da logística reversa

A logística reversa inclui uma série de atividades, desde ponto de fabricação, distribuição, controle de fluxos, conversão e recuperação dos produtos acabados, até ao ponto de recuperação ou destinação adequada (BRITO; DEKKER 2002).

Analisando as inúmeras definições de logística reversa, apresentadas por vários autores, ao longo dos anos, é possível constatar que esse conceito abrange áreas de atuação diferenciadas.

De acordo com Jindal e Sangwan (2014), as atividades de logística reversa podem ser divididas em três etapas principais, isto é, a coleta, inspeção e classificação, e a recuperação do produto. Possuindo uma estrutura generalizada para cadeia de suprimentos em cadeia fechada (Figura 14).

Figura 14 – Estrutura generalizada para logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos.



Fonte: Adaptado de Jindal e Sangwan (2014).

Por outro lado, Tibben-Lembke e Rogers (2002), defende que a logística reversa pode ter um escopo estreito ou amplo. O que faz com que implementação da logística reversa seja uma tarefa altamente complexa (SRIVASTAVA; SRIVASTAVA, 2006).

Esse escopo estreito da logística reversa refere-se ao movimento real e ao gerenciamento de fluxos reversos de produtos, peças ou materiais dos clientes para os fornecedores (TIBBEN-LEMBKE; ROGERS, 2002).

Já o escopo mais amplo da logística reversa inclui atividades que apoiam o gerenciamento de produtos usados, incluindo a coleta, seleção, armazenamento e reutilização de diferentes maneiras (DOWLATSHAHI, 2000).

Atualmente, o foco mudou da recuperação do valor para a gestão ambiental e social. Mais e mais organizações começaram a pensar as atividades da logística reversa na linha dos três pilares da sustentabilidade-econômico, ambiental e social.

2.9.4 Logística reversa e o aspecto ambiental

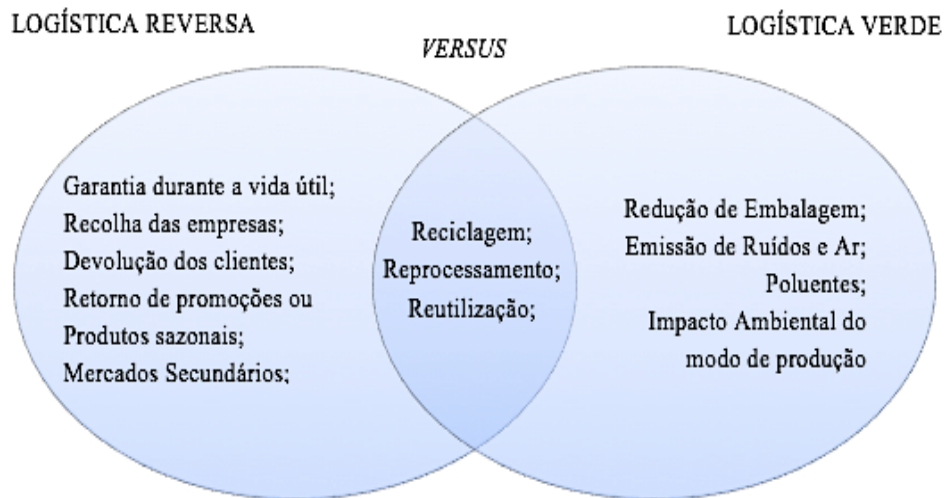
Uma questão que tem gerado alguma polêmica quando se trata da definição da logística reversa, se deve à abrangência da atividade e sua relação com as questões ambientais. Isso porque, inicialmente a logística reversa era abordada com uma visão mais direcionada a forma de distribuição dos produtos, passando a ganhar importância e a se fazer presente também, como um aliado à proteção ambiental. E esse interesse crescente sobre o assunto, vem sendo demonstrado tanto pela população, assim como pelas empresas.

Visando dar resposta à crescente preocupação da sociedade com as questões ambientais, as empresas buscam reduzir os impactos negativos resultante de sua atividade ao meio ambiente. Atitudes dessa natureza, impulsiona ações por parte de algumas empresas que visam passar para o público uma imagem de uma empresa que se preocupa com a questão ambiental (CHAVES, 2009). Neste sentido, Coelho (2010), defende que a logística reversa é uma atividade que aborda muito bem as questões ambientais, e por isso, não deve ser percebida apenas como uma oportunidade de negócios. E Campos (2006), por sua vez, também defende a possibilidade de reaproveitamento dos materiais após o uso, justificando que essa prática além de ajudar na diminuição de custos com equipamentos e uso indiscriminado de matéria prima, também, possibilita o crescimento da logística reversa realizada pelas empresas.

Atualmente a legislação ambiental tem agido no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis pela destinação final dos seus produtos, após atingir o seu estágio final (fim da vida útil do produto). E segundo Motta (2011), a logística reversa de pós-consumo chama uma atenção especial pelo fato de estar diretamente relacionada à preservação ambiental, contribuindo assim, para a minimização do impacto ambiental e assegurando um desenvolvimento sustentável.

No entanto, muitas vezes quando se fala sobre os limites da logística reversa e questões puramente ambientais, é natural confundir os termos “logística reversa” e “logística verde”, devido a sua proximidade e associação a questões ambientais. No sentido de mostrar que, questões puramente relacionadas com a redução dos impactos ambientais, nem sempre estão inseridas no contexto da logística reversa, Rogers e Tibben-Lembke (2001) fazem uma distinção entre as atividades da logística reversa e o que eles chamam de logística verde ou ambiental (Figura 15).

Figura 15 – Diferenciação entre o termo Logística Reversa e Logística Verde ou Ambiental.



Fonte: Adaptado de Rogers e Tibben-Lembke (2001).

Além dos termos “logística reversa e logística verde”, vários outros termos como: logística contrária, logística inversa, retro logística, distribuição reversa, podem ser encontradas nos trabalhos atuais, no entanto, referindo na maioria das vezes à mesma coisa (STOCK, 1998).

Visto que o fator ambiental é considerado como um benefício das práticas de logística reversa, as pesquisas destacam de forma resumida algumas vantagens dessa prática:

- Redução de extração de matéria-prima bruta;
- Recuperação e reutilização de matérias;
- Aumento da vida útil dos aterros sanitários;
- Melhoria das condições de saúde pública;
- Minimização na poluição do solo, ar e água.

2.9.5 Processo de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos

Em 1992 foi desenvolvido o primeiro estudo para entender o fluxo das embalagens de agrotóxicos, por meio da Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF). Dois anos mais tarde, em 1994 foi implantado um projeto piloto em Guariba-SP e com isso, em 2000, foi criada a Lei 9.974/00. Lei que estabeleceu os papéis de agricultores, fabricantes, comerciantes e poder

público, atribuindo responsabilidade em relação a coleta e destinação correta das embalagens vazias. Em 2001, foi fundado o InpEV, com apenas vinte e sete empresas associadas e sete entidades representativas do setor agrícola. Quatro anos mais tarde (em 2005), o InpEV já contava com 350 unidades de recebimento e 43 mil toneladas de embalagens retiradas do campo desde 2002, número considerado significativo. Anos mais tarde, em 2008 e 2010, foram criados o Sistema Campo Limpo (SCL) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) respectivamente. Contribuindo diretamente para que em 2013 mais de 260 mil toneladas de embalagens fossem retiradas do meio ambiente, fazendo do Brasil uma referência na destinação correta das embalagens vazias de agrotóxicos.

Até o presente ano (2018), além de 10 entidades e 98 empresas fabricantes associadas, que podem ser consultadas na Figura 16, fazem também parte do Sistema Campo Limpo, agricultores, canais de distribuição, indústria e poder público (INPEV, 2016).

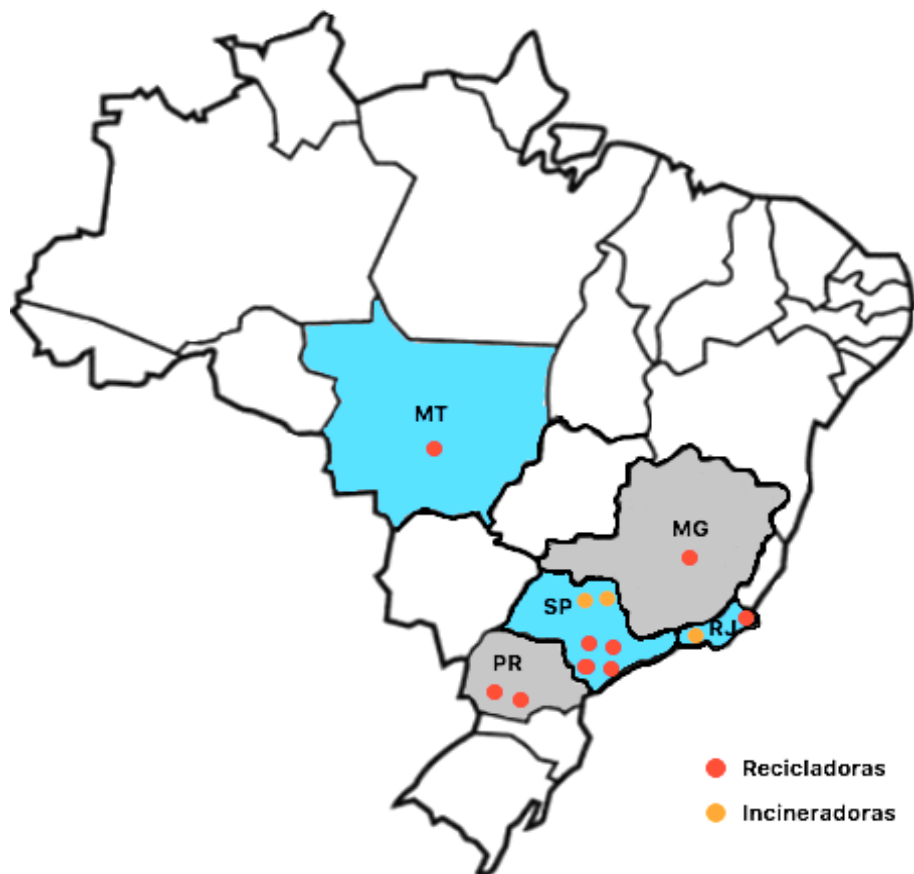
Figura 16 – Entidades e empresas fabricantes associadas ao Sistema Campo Limpo.

Action	Chemotécnica	Itaforte Bioprodutos	Rotam do Brasil
ADM do Brasil	Chemtra Comercial	Lanxess	Sabero Organics América
Agecom Produtos de Petróleo	Chemtura	Luxembourg	Samaritá
Agrocete	Consagro	Matsuda	Sharda do Brasil
Agro Import Do Brasil	Cropchem	Microquímica	Sinon do Brasil
Agrovant	Cross Link	Microsal	Sipcam UPL Brasil
Allier Brasil Agro	De Sangosse Agroquímica	Milenia	Stockton-Agrimor do Brasil Ltda
Alta Brasil	Degesch do Brasil	Momentive Performance	Stoller do Brasil
Ameribrás	Dinagro	Materials	Sumitomo
AMVAC do Brasil	Dow Agrosiences	Monsanto	Syngenta
Alivet Química Industrial	DuPont do Brasil	Morsoletto	Taminco do Brasil
Arysta	Ecco Control	Nitral Urbana	Total Lubrificantes do Brasil
Atta-kill	Enro Industrial	Novozymes Bioag	Unibrás Agroquímica
Atanor	Evonik Degussa	Nortox	Union Agro
Atar do Brasil	Fênix Industrial	Nufarm	United Phosphorus do Brasil
Ballagro Agro Tecnologia	Fersol	Ouro Fino	UPL do Brasil
BASF	FMC	Oxiquímica	VectorControl
Bayer Cropscience	Fort Dodge	Petrobrás	W. Neudorff
Bernardo Química	Funguran Giuliani	Pilarquim	
Biocontrol	Genbra	Plato do Brasil	
Bio Controle	Helm do Brasil	Poland Química	
Bio Controle Farroupilha	Iharabrás	Prentiss	
Bio Soja	Industria Química Dipil	Produtos Químicos São Vicente	
Biotech Controle Biológico	Inquima	Prophyto	
BRA	Irrigações Dias Cruz	PR Trade	
CCAB Agro	Isagro Brasil	Reccol Comercial	
Cheminova	Isca Tecnologias	Rohm and Haas	

Fonte: INPEV (2016).

Além das entidades e empresas fabricantes associadas mencionadas acima, também fazem parte do Sistema Campo Limpo, nove recicladoras e três incineradoras, que se encontram distribuídas ao longo do Estado de Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná, (Figura 17 e Quadro 6).

Figura 17 – Localização das Recicladoras e Incineradoras parceiras do Sistema Campo Limpo (2018).



Fonte: Adaptado de Google (2018).

Quadro 6 - Listagem das Recicladoras e Incineradoras parceiras do Sistema Campo Limpo (2018).

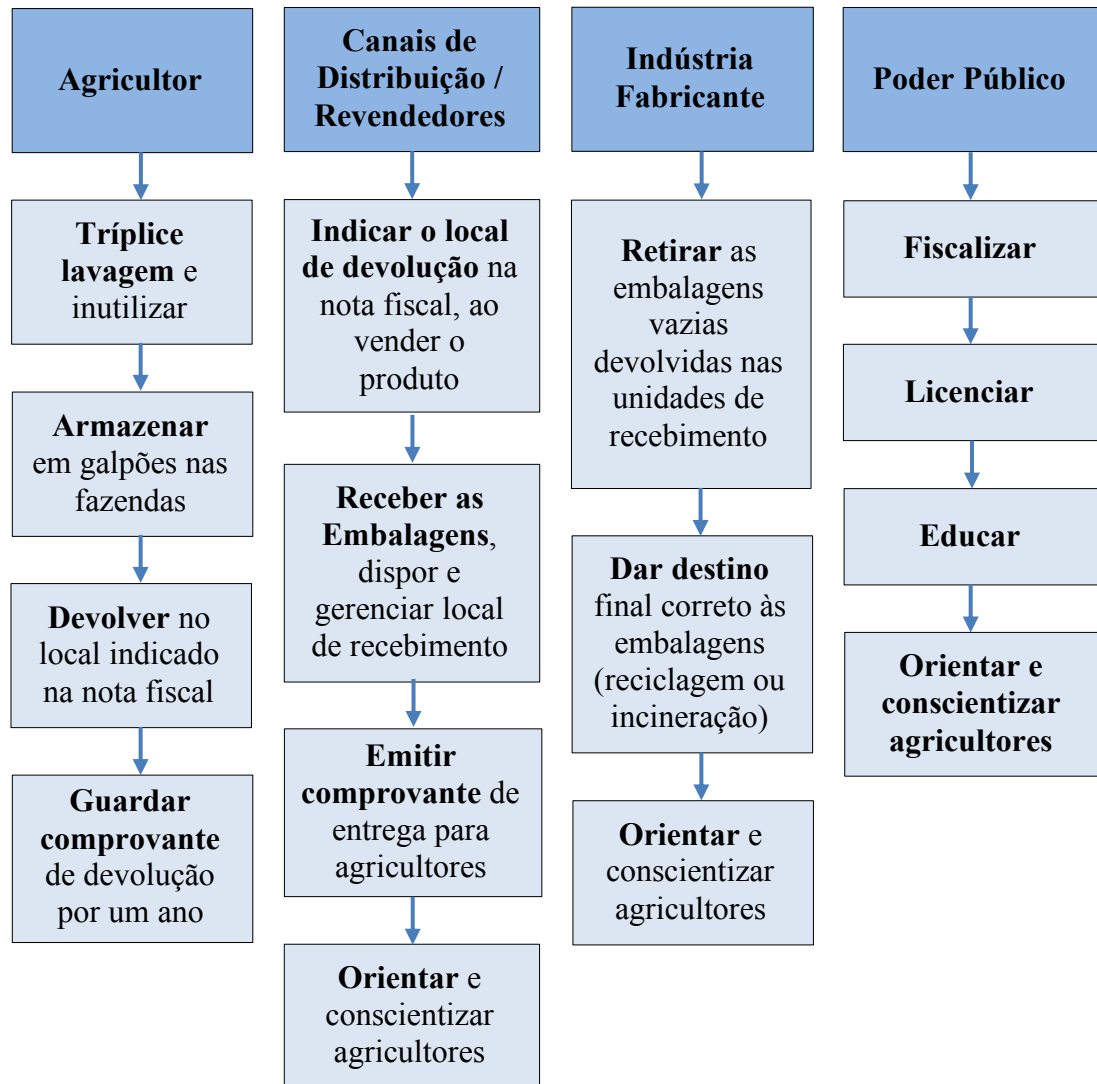
Recicladoras	Incineradoras	Localização
Dinoplast	Basf	São Paulo - SP
Recicap	Clariant	Rio de Janeiro - RJ
Coletti	Essencis	São Paulo - SP
Plastibras		Mato Grosso - MT
Campo Limpo Reciclagem e Transformação		São Paulo - SP
Recipack		Minas Gerais - MG
Eco paper		São Paulo - SP
Cimflex		Paraná – PR
Pasa		Paraná - PR

Fonte: INPEV (2018).

Após a aprovação Lei nº 9.974/2000, os agricultores, fabricantes, comerciantes e poder público, foram atribuídas responsabilidades que visa dar o destino ambientalmente correto as embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil.

Com isso, surgiu o chamado de Responsabilidades Compartilhadas, composta por quatro etapas distintas, onde todos os envolvidos desempenham a sua função, fazendo com que os processos de coleta, devolução, armazenamento, transporte e destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos tenha um avanço notável. Tal fluxograma de responsabilidades compartilhadas é apresentado na Figura 18.

Figura 18 – Fluxograma de funcionamento das Responsabilidades Compartilhadas - Lei 9.974/00.



Fonte: Adaptado de INPEV (2017).

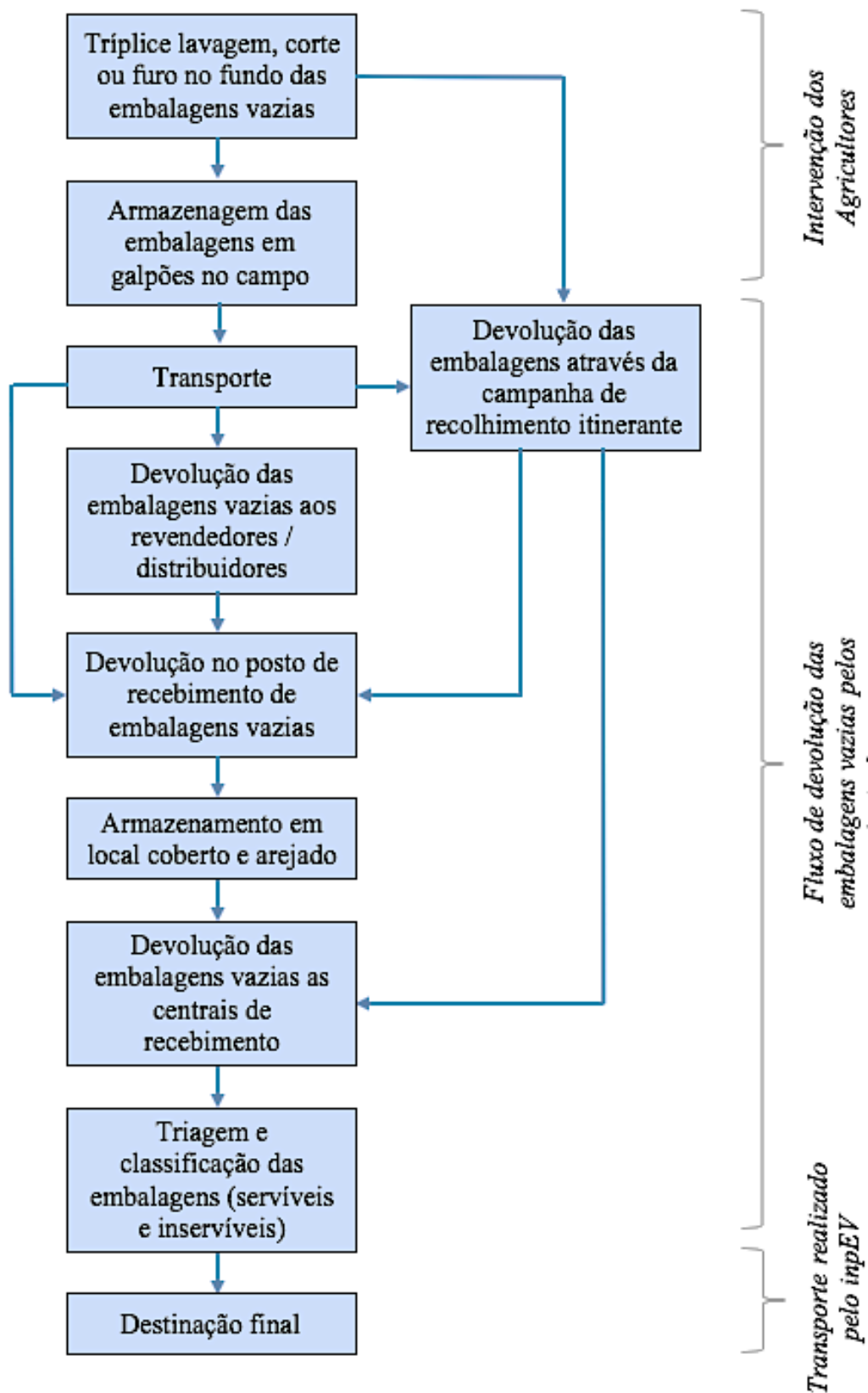
A primeira e a mais importante etapa do processo da logística reversa das embalagens vazias é a coleta. E no caso do Brasil não é diferente, onde essa coleta poderá ser feito pequenos subpostos de recebimento ou até mesmo postos moveis (contêineres fechados), contando com a participação de empresas estaduais revendedoras dessas substancias. Lembrando que, a localização dessas unidades de coleta deve ser próxima aos centros rurais, abrangendo o máximo de município possível.

De acordo com a Figura 19, o processo da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil, segue as etapas seguintes:

- O agricultor após aplicar o produto em sua lavoura, deve efetuar a tríplice lavagem da embalagem vazia, furando a mesma no fundo para ser inutilizada e armazenada em galpão coberto e arejado dentro da área do cultivo, para depois ser devolvida ao revendedor/distribuidor, ao posto de recebimento, ou se preferir aguardar pelo período da coleta itinerante.
- A campanha de recolhimento itinerante de embalagens vazias é feita anualmente, com local e data marcada.
- No posto de recebimento é feito o registro das informações das embalagens vazias recolhidas e sua separação pelo tamanho e tipos de embalagens.
- Após essa triagem, as embalagens são compactadas por meio de prensas hidráulicas visando diminuir o volume e posteriormente, armazenadas em local coberto e arejado, para posteriormente serem enviados para os centrais de recebimento.
- No central de recebimento é feita a seleção das embalagens inservíveis, onde são classificados como servíveis ou inservíveis. As embalagens servíveis são enviadas para as empresas manipuladoras de agrotóxicos e as inservíveis são compactadas por intermédio de prensas mecânicas e encaminhadas para as recicladoras ou incineradoras, dependendo do estado em que se encontram.
- No centro de reciclagem as embalagens são preparadas para moagem e extrusão, onde as embalagens são transformadas em Resina Pós Consumo (RPC) ou trituradas em função da necessidade, e aproveitadas para a fabricação de novos artefatos.
- As Resinas Pós Consumo (RPC) e o Polietileno de Alta Densidade (PEAD) entram no processo de sopro e são transformados em embalagens Ecoplástica Triex e são vendidas as empresas manipuladoras de agrotóxicos para o acondicionamento dos produtos.

Vale realçar que a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos é fundamentada na Lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Lei que obriga aplicação da logística reversa para esse tipo de resíduo (resíduos perigosos).

Figura 19 – Fluxograma/Etapas da metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa.



Fonte: Autor (2017).

2.10 Instrumentos Legais Estadual (Estado do Ceará)

No Estado do Ceará, a Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989 e o Decreto Estadual nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990, foram os primeiros instrumentos legais ligados à questão de agrotóxicos a nível estadual. A lei dispõe sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins bem como sobre a fiscalização do uso, de consumo, do comércio, do armazenamento e do transporte desses produtos no Estado do Ceará.

Anos mais tarde, em dezembro de 1993, teve o surgimento de diretrizes mais completas, que dispõe sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins bem como sobre a fiscalização do uso, de consumo, do comércio, do armazenamento e do transporte desses produtos no Estado do Ceará, por meio da Lei nº 12.228/1993. Posteriormente surgiu o Decreto Estadual nº 23.705, de 8 de junho de 1995.

Mas foi em agosto de 2010 que surgiu a Lei nº 14.779/2010, que fica instituído no calendário oficial de eventos do Estado do Ceará, como o dia estadual de luta e combate ao uso abusivo de agrotóxicos, a ser comemorado anualmente, no dia 21 do mês de abril.

Todas essas leis são instrumentos de extrema importância para o Estado do Ceará, pois impedem o uso indevidos e indiscriminados dessa substância, contribuindo para o ato fiscalizatório e punitivo em caso de infração.

2.11 Legislações internacionais de destinação final de resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos

Nos últimos anos, visando minimizar a impacto gerado pelo descarte inadequado destas embalagens vazias, e seguindo os princípios da logística reversa, muitos governos e instituições públicas começaram a aprovar leis e estabelecer regulamentos para desenvolver sistemas de recuperação e reciclagem das embalagens de polímeros utilizadas para comercialização dos agrotóxicos (ERAS *et al.*, 2017).

I) EUROPA

Ao longo dos anos, tiveram inúmeras controvérsias na Europa, acerca do uso de pesticidas na agricultura. Começando em 1962, com o livro “Silent Spring” (Primavera silenciosa), amplamente creditado e que ajudou no lançamento do movimento ambientalista, chegando até à Diretiva 67/548/CEE que abordo sobre a produção integrada.

Essas inúmeras alterações nas políticas dos agrotóxicos foram resultados do aprimoramento científico sobre a problemática destas substâncias à saúde humana e do meio ambiente. Com isso, a partir dos anos 90, surgiram diretivas como a 78/631/CEE, que classifica as fases de risco e segurança para os produtos químicos, e a 91/414/CEE, para proteção da saúde humana e o uso sustentável de pesticidas. Com a criação dessas diretivas, houve uma diminuição do uso de pesticidas de 25 a 50% (MATIAS, 2018).

Em alguns países Europeus, como na Alemanha (Pamira, 2013), na França (Adivalor, 2013), na Espanha (Sigfito, 2013), a gestão de embalagens bem como resíduos de embalagens é regulamentada pela Diretiva nº 2004/12/CE do Parlamento Europeu e do conselho de 11 de Fevereiro de 2004. Diretiva esta, que veio alterar a Diretiva 94/62/CE relativa a embalagens e resíduos de embalagens. Esta última diretiva veio estabelecer critérios junto Estados-Membros, no sentido de reforçar a prevenção e fomentar a utilização dos materiais obtidos com a reciclagem dos resíduos de embalagens na fabricação de novas embalagens e de outros produtos.

Apesar das diretivas existirem, houve uma grande problemática para a sua implementação por parte dos Estados Membros. Neste sentido, visando tornar as diretivas anteriores ainda mais regidas foi criado o Regulamento (CE) nº 1272/2008, de 16 de Dezembro, ou Regulamento CLP, que significa “classificação, rotulagem e embalagem”. Esse regulamento obriga as indústrias, antes de colocarem para venda os seus produtos químicos, a determinar os riscos associados às substâncias químicas, a classificar e a comunicar estes riscos de modo a informar os trabalhadores e consumidores da União Europeia acerca dos perigos (ECPA, 2017). Lembrando que o prazo máximo para o cumprimento deste regulamento era até 2015.

Porém, pode-se afirmar que, os regulamentos são incompatíveis uns com os outros. Isso porque, enquanto o sistema francês considera e manipula as embalagens plásticos de agrotóxicos, após a tríplice lavagem como resíduos não perigosos, o sistema espanhol por sua vez, continua considerando e tratando esses resíduos de forma diferente, apresentando assim algumas controvérsias.

No entanto, em muitos outros países Europeus (por exemplo, a Grécia, Itália e Chipre), ainda não existem esquemas para gestão desses tipos de resíduos, demonstrando estar exposto a consequências negativas graves tanto para o meio ambiente, quanto para a saúde pública (BRIASSOULIS *et al.*, 2014). E de acordo com Leslie *et al.* (2016), nesses países onde a política nacional de gestão de embalagens de agrotóxicos estão ausentes, este tipo de material é utilizado para aplicações que são exigem contacto direto com humanos ou animais (por exemplo, esgotos e material de construção civil).

Em resposta a estes graves problemas, foi desenvolvido um projeto Europeu, que foi denominado de (Projeto AgroChePack), que visou desenvolver um sistema otimizado de gestão de resíduos de embalagens plásticos de agroquímico (APPW) (BRIASSOULIS *et al.*, 2014). O projeto AgroChePack, que tem como seu principal objetivo garantir a descontaminação e maximizar a reciclabilidade das embalagens coletada, por sua vez, estabelece alguns princípios básicos, que incluem:

- a) Descontaminação da fonte: desenvolvimento de metodologia para lavagem e descontaminação das embalagens plásticos de agroquímicos, de forma a enquadrá-las como resíduos não perigosos;
- b) Controle: desenvolver mecanismo de segurança que visa assegurar a eficácia do método de descontaminação;
- c) Classificação na fonte: classificação de separação das embalagens limpas e descontaminadas por categorias, de forma a facilitar a sua reciclagem.

Além desses princípios básicos, o sistema AgroChePack integra vários procedimentos técnicos de descontaminação fiável e cientificamente justificada. Destacando o papel do agricultor no que se refere a descontaminação da embalagem vazia, por intermédio da tríplice lavagem manual, ou da lavagem sob pressão. Pois, considera-se que, após este tratamento, a embalagens deixa de ser perigoso e torna-se apta a ser reciclada, por apresentar níveis de contaminação inferior aos estabelecidos pelas normas (ECHA, 2018).

II) ALEMANHA

A Alemanha, considerada pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos resíduos sólidos, criou a Lei de Minimização e eliminação de resíduos em 1986. Anos mais tarde (1989), o ministro do meio ambiente, Töpfer, apresentou uma Lei de

minimização de Vasilhas e Embalagens, cuja responsabilidade recaía sobre o produtor. A Lei do Töpfer, como ficou conhecida entrou em vigor em 12 de junho de 1991, estabelecendo assim, a política alemã acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos (COMETTI, 2009).

Conforme a legislação alemã, primordialmente, deve-se evitar a geração de resíduos; os resíduos não evitáveis devem ser valorizados, na forma de recuperação material (reciclagem) ou valorização energética (produção de energia); os resíduos não valorizáveis devem ser eliminados de forma ambientalmente compatível (CHIQUETTI, 2005).

As normas sobre esses resíduos obrigaram os fabricantes e os distribuidores a aceitar a devolução de vasilhames e embalagens e a conduzi-los a uma recuperação material independente do sistema público de eliminação de resíduos.

Com essa finalidade, os fabricantes e os comerciantes comerciantes, juntos com os órgãos ambientais, criaram a *Association of Companies of Agriculture Industry (IVA)*, responsável pelo sistema de retorno e reciclagem de embalagens de pesticidas. E os gastos inerentes a coleta, controle, logística e reciclagem das embalagens, são da responsabilidade das indústrias de pesticidas (RIGK, 2018).

III) FRANÇA

A França, assim como vários outros países europeus, vem adotando regras bastante rígidas em relação aos resíduos sólidos. Não diferente da Alemanha, a política francesa de resíduos, estabelecida em 1975 e modificada em 1992, também tem como objetivos principais, prevenir ou reduzir a produção e a nocividade dos resíduos, e valorizar os resíduos pela reutilização, reciclagem ou qualquer outra ação visando a obter energia ou materiais a partir dos resíduos.

Assim, em 1992, atribuiu-se aos embaladores a responsabilidade pela eliminação de resíduos de embalagens que resultam do consumo doméstico de seus produtos. Com isso, as empresas passaram a ter duas alternativas: 1) adotar um sistema individual de depósito e retorno autorizado e controlado pelo poder público (como a Cyclamed, para as embalagens de medicamentos); 2) contribuir para um sistema coletivo que favoreça o desenvolvimento da coleta seletiva de embalagens, com adesão a uma entidade credenciada pelo poder público (por exemplo, Adelphe e Eco-Emballages). No sistema adotado, as empresas Adelphe e EcoEmballages fazem um contrato com as autoridades locais para auxílio técnico e financeiro, de forma a garantir a coleta seletiva e a reciclagem das embalagens (JURAS, 2005).

IV) ESPANHA

Visando cumprir as regras emanadas na União Européia, a Espanha aprovou a Lei 10/98, relativa a resíduos, que prevê a elaboração de planos nacionais de resíduos e admite a possibilidade de que as entidades locais possam elaborar seus próprios planos de gestão resíduos urbanos. Tal lei não se limita a regular os resíduos gerados, mas também contempla a fase prévia à geração dos resíduos, regulando as atividades dos produtores, importadores e comerciantes e, em geral, de qualquer pessoa que coloque no mercado produtos geradores de resíduos.

No que se refere a embalagens e resíduos de embalagens, foi editada a Lei 11/97, que estabeleceu metas de valorizar, reciclar e reduzir em peso, da totalidade dos resíduos de embalagens gerados. Com isso, as empresas estão obrigadas a recuperar suas embalagens uma vez convertidas em resíduos e a dar-lhes um correto tratamento ambiental. Para tanto, a empresa pode instituir seu próprio sistema de recuperação em consonância com a lei ou pode aderir a um Sistema Integrado de Gestão – SIG, o qual se encarregará de todo o processo em conjunto com as administrações locais.

As empresas que aderem ao SIG contribuem economicamente de acordo com o número e o tipo de embalagens colocados no mercado. E de acordo com a Lei, as embalagens incluídas no SIG são identificadas mediante o Ponto Verde (JURAS, 2005).

V) PORTUGAL

A pressão exercida pela União Europeia (UE), obrigando os estados membros a acompanharem as repetidas orientações e a cumprirem as metas por ela estabelecida, fez com que Portugal, a semelhança dos outros países da Europa, criasse o Instituto dos Resíduos (INR).

O INR é uma entidade pública, dotada de autonomia administrativa e integrada no ministério do ambiente, responsável pela prossecução da política nacional no domínio dos resíduos, que foi criado pelo Decreto-Lei nº 142/96 de 23 de agosto. Ele tem como principal objetivo apoiar o governo e colaborar no licenciamento e fiscalização de atividades geradoras de resíduos na área da defesa do ambiente, bem como remover atividades de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico, em especial nos domínios da prevenção, da reciclagem e do tratamento de resíduos.

Em dezembro de 1997, o governo português criou o Decreto-Lei nº 366-A/97 e transpôs para a ordem jurídica nacional a Diretiva nº 94/62 da comunidade europeia, que estabelece princípios e normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, visando a prevenção, reutilização e embalagens usadas, reciclagem e outras formas de valorização de resíduos de embalagens, evitando a outras formas de destinação final.

Em Portugal, existem três entidades gestoras responsáveis pela gestão de embalagens dos diferentes resíduos de embalagem, sendo o Valorfito, responsável pela gestão de resíduos de embalagens de produtos fitofarmacêuticos (agrotóxicos). O Valorfito é gerido pela Sociedade Sigeru, LDA, sociedade por quotas, constituída em maio de 2005, pela Associação Nacional da Indústria para a Proteção das Plantas (Anipla) e pela Associação de Grossistas de Produtos Químicos e Farmacêuticos (Groquifar), que tem como principal objetivo garantir a recolha periódica dos resíduos de embalagens de agrotóxicos, e sua destinação final, seguindo as exigências definidas no licenciamento.

Esse sistema integrado de gestão de resíduos de embalagens de produtos Fitofarmacêuticos começou a funcionar em Portugal no ano de 2006. O Valorfito, a semelhança do que acontece no sistema brasileiro, gerenciado pelo Inpev. Possui locais de recebimento das embalagens de agrotóxicos vazias e levadas e divide responsabilidades entre os envolvidos no processo (COMETTI, 2009).

VI) ESTADOS UNIDOS

Deferentemente do que acontece na Europa, a legislação sobre resíduos sólidos nos Estados Unidos pode variar em função de cada estado-membro. No entanto, de forma geral, o governo incentiva o uso de produtos fabricados com materiais reciclados, através de sistemas tributários especiais (LEITE, 2003).

Mesmo sabendo que vários estados possuem leis que obrigam os revendedores a recolherem os seus produtos após seu uso, ainda existem estados onde aterros remunerados funcionam como uma das formas de destinação final (ANASTÁCIO, 2004).

No que tange a embalagens vazias de agrotóxicos, existe nos Estados Unidos um programa conhecido como Agricultural Container Recycling Council (ACRC), responsável por coletar e reciclar todas as embalagens vazias, com a ajuda fazendeiros e aplicadores de agrotóxicos.

No sentido de melhorar a destinação final correta das embalagens vazias, o ACRC em conjunto com o governo federal, estadual e agências locais, promove programas de coleta e reciclagem; oferece treinamentos em inglês e espanhol, para os procedimentos de enxágue e inspeção de embalagens; oferece meios para coleta e reciclagem dessas embalagens; e financia pesquisas para identificação e uso das embalagens de agrotóxicos limpas (CHIQUETTI, 2005).

2.12 Métodos multicritérios de tomada de decisão

Devido a complexidade verificada nas últimas décadas decorrente do aumento do número de informações e da necessidade de utilizá-las no processo decisório fez com que surgissem novos métodos para localização de instalações na tentativa de alcançar maior assertividade nas tomadas de decisão sobre um determinado problema (BRIOZO; MUNETTI, 2015).

Neste contexto, a tarefa mais desafiadora, e talvez uma das mais complexas na atualidade das organizações, recai sobre a necessidade de tomar decisões que atendam a múltiplos objetivos, critérios e restrições, inseridas num cenário de incertezas. Portanto, reforça-se a necessidade de habilidade gerencial e da importância da utilização de ferramentas de auxílio no processo decisório (PERDIGÃO, 2012). Visando minimizar esses problemas, métodos multicritérios de tomada de decisão surgiram como métodos de apoio que são vistos como ferramentas matemáticas, eficazes para resolução de problemas em que existem critérios conflitantes (BRANS; MARESCHAL, 2005).

A análise de multicritério é também considerada uma ferramenta muito importante para problemas complexos do mundo real, devido a sua capacidade de julgar diferentes cenários alternativos, selecionando no final o melhor possível para uma determinada aplicação (RAJU *et al.*, 2001). Por outras palavras, ela pode ser entendida como um método de avaliação que objetiva tomar uma decisão, ou escolha, entre várias alternativas disponíveis, levando em consideração múltiplos critérios definidos, onde essas alternativas são ordenadas de forma hierárquica entre eles “melhor ou pior” (TREVISAN, 2008).

Em muitas situações, em que se deseja fazer uma avaliação de alternativas para tomada de decisão sobre alocação de determinados bens e serviços dentro de uma empresa ou numa determinada cidade, tais métodos fornecem ao usuário uma classificação e ranqueamento dos locais candidatos (SAATY; VARGAS, 2012).

Segundo Vincke (1992), a vantagem da utilização de métodos multicritérios ocorre pelo fato de que não há, em geral, decisões que sejam simultaneamente ótimas sob todos os pontos de análise, fazendo com que ocorra desta forma, a seleção da melhor opção possível.

Para Castro *et al.* (2004), uma das desvantagens destes métodos é a necessidade de um grande número de informações para a avaliação de cada alternativa. E a escolha dos critérios a serem avaliados pode tornar a análise muito subjetiva. Isso porque, os critérios de avaliação adotados devem ser independentes, mutuamente exclusivos e devem fornecer uma especificação exaustiva (JARDIM, 2003).

É muito importante, no início de um processo de tomada de decisão, definir e identificar com clareza todos os atores e decisores que estarão envolvidos na construção do modelo, bem como as alternativas que serão avaliadas pelo modelo multicriterial (ENSSLIN *et al.*, 2001). Uma das fases mais importante da análise multicriterial é a escolha do melhor método de análise, que pode não ser uma tarefa fácil. Exigindo do decisor um certo cuidado, na escolha do modelo certo para o problema que se pretende resolver.

Ensslin (2001) defende que a diferença entre os métodos multicritérios de tomada de decisão e outros métodos se dá pelo fato de considerarem diversos aspectos e avaliarem as ações por meio de um conjunto de critérios, derivando de cada conjunto uma função matemática que serve para medir o desempenho de cada ação.

Conforme Gomes *et al.* (2002), a construção esquemática para a resolução de um problema multicritério de tomada de decisão deve seguir seis etapas principais, a saber:

1. Definição do problema;
2. Desenvolvimento de todos os critérios e alternativas possíveis;
3. Comparação entre alternativas a serem avaliadas;
4. Classificação dos riscos de cada alternativa;
5. Escolha da melhor alternativa para selecionar os problemas;
6. Análise e comparação dos resultados obtidos.

Para a resolução de problemas que abrangem múltiplos critérios, existem diversos métodos tais como *AHP*, *PROMETHEE*, *ELECTRE* (RODRIGUES *et al.*, 2001; VILAS BOAS, 2006), *MAC*, *TOPSIS*, *TODIM* (RODRIGUES *et al.*, 2001) e *MACBETH* (MORAES, 2017).

Os métodos multicritérios podem ser utilizadas para diferentes escolhas e nas mais diversas áreas da era moderna, tais como: Logística empresarial (Subramanian; Ramanathan,

2012); Transporte (Saaty, 1994); Agricultura (Silva *et al.*, 2006); Recursos humanos (Reis *et al.*, 2013); Educação (DENG *et al.*, 2014).

Além da vasta possibilidade existente para a utilização de métodos multicritérios de tomada de decisão, ela poderá também ser utilizada como método de auxílio para alocação de postos de recebimento dentro de determinados municípios, que será explicado com maior clareza ao longo do trabalho.

2.12.1 Método AHP - Analytic Hierarchy Process

A Analytic Hierarchy Process (*AHP*), também conhecida como Processo Analítico Hierárquico é um método de apoio à análise de problemas de decisão multicriterial complexos, podendo envolver critérios tanto qualitativos como quantitativos, e podem ser aplicados nas mais diversas áreas da ciência e da engenharia (GHOLAMI *et al.*, 2013).

O método multicritério (*AHP*), surgiu no final da década de 60 do século XX e foi desenvolvido pelo matemático Thomas Lorie Saaty, quando trabalhava para a Agência de Controle de Armas e Desarmamento do Departamento de Estado Americano (FORMAN; SELLY, 2002).

Reis *et al.* (2013), afirma que este método é estruturado de forma competente, permitindo encontrar soluções precisas com o apoio da experiência e intuição dos tomadores de decisão, os autores também afirmam que a ferramenta proporciona um maior conhecimento das atividades e das possibilidades do negócio.

Segundo Ishizaka e Nemery (2013), o método *AHP* é ainda um dos métodos multicritérios mais usados. E tem sido aplicado para apoio à tomada de decisão em diferentes contextos dentre eles em tecnologias, sistemas flexíveis de produção, economia, administração, planejamento, projetos e alocação de recursos (TRANTAPHYLLOU; MANN, 1995; GÖL; ÇATAY, 2007).

De acordo com Vieira (2006), o método *AHP*, está construído sobre oito princípios, específicos:

1. Construção de hierarquias;
2. Definição de prioridades (objetivo e critérios relevantes);
3. Comparação entre pares de critérios;
4. Matriz de normalização;
5. Cálculo de Consistência;

6. Comparação entre pares de alternativas;
7. Análise de sensibilidade.
8. Tomada de decisão (escolha da melhor alternativa)

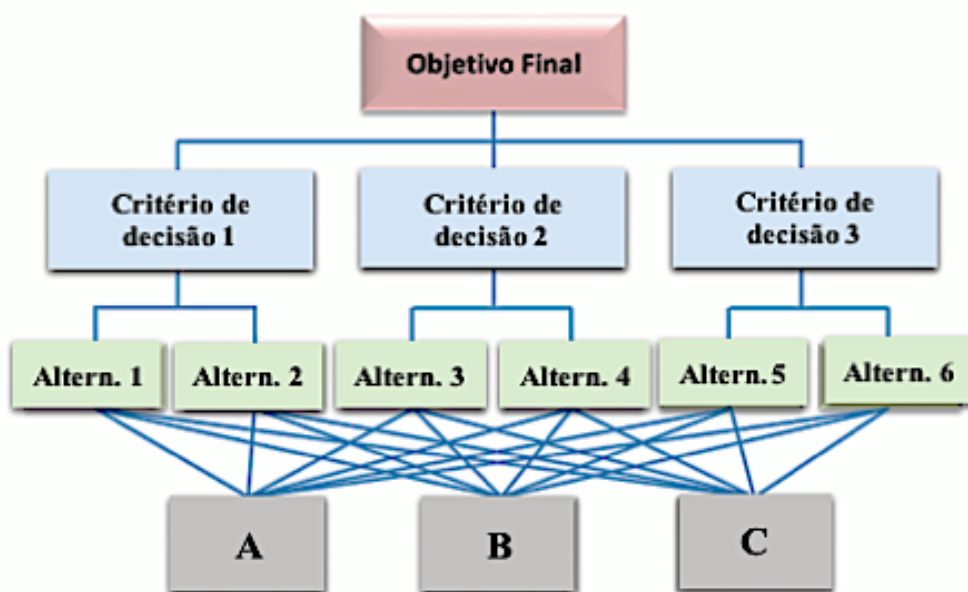
- *Construção de hierarquias*

Qualquer problema complexo geralmente requer a estruturação dos critérios em uma hierarquia, por ser um procedimento natural do raciocínio humano. O mesmo acontece com o método *AHP*, onde a representação de um problema de decisão é realizada por meio de uma estrutura hierárquica de 3 níveis (“objetivo”, “critérios” e “alternativas”), com a finalidade de capturar os elementos básicos do problema e então derivar “índices de escala” para integrar as percepções e objetivos dentro de uma síntese" (LIMA *et al.*, 2013).

No topo da hierarquia está o objetivo do problema abordado e no nível mais baixo as alternativas, dentre as quais se deseja escolher, podendo ser as melhores ou as melhores possíveis, dependendo do objetivo do estudo. No nível intermediário têm-se os critérios de avaliação, conforme mostra a Figura 20 (MARTINS; COELHO, 2012).

Por meio da Figura 20, também é possível constatar a estruturação tipo (estruturação básica), de um sistema decisório para o método multicritério de tomada de decisão (*AHP*).

Figura 20 – Representação da estrutura hierárquica do método AHP.



Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2001).

É muito importante ressaltar que no método *AHP*, a estruturação hierárquica do problema, possibilita ao decisor ter uma visão global do problema como um todo e dos seus elementos, bem como interações destes elementos e os impactos que eles exercem sobre o sistema (BORNIA; WERNKE, 2001).

Segundo Saaty (2008) não existe uma técnica específica para definição desta hierarquia. Isto é, cada decisor deve fazê-la de forma que lhe permite uma melhor interpretação do problema. Lembrando que na primeira etapa deve constar sempre o objetivo do problema a ser resolvido, seguido dos critérios escolhidos para caracterizar o problema.

Na ultima etapa, deve-se destacar todas as alternativas possíveis a serem escolhidas (soluções ótimas) para a serem escolhidas após a aplicação e análise criteriosa do método em questão.

- *Definição de prioridades (objetivo e critérios relevantes)*

A definição do objetivo de qualquer problema a ser estudado, consiste em delimitar a meta desejada a ser alcançada (SO *et al.*, 2006).

De acordo com Bayazit *et al.* (2013), e conforme ilustrado na Figura 20, pode-se observar que o objetivo do modelo ocupa o primeiro nível do modelo *AHP*.

A definição dos critérios que compõem o modelo é outra ação importante na construção do modelo e requer participação conjunta de profissionais de diversos setores e principalmente especialistas da área (CHEN; HUANG, 2012). Lembrando que, os critérios considerados nesta etapa são os requisitos importantes para que o decisor alcance seus objetivos estratégicos (HO *et al.*, 2009).

Feito isso, o próximo passo, consiste em determinar o peso (ou multiplicadores) com o qual os elementos num nível influenciam os elementos no nível seguinte, de forma que se possam apurar os pesos relativos dos impactos dos elementos sobre o nível mais baixo e sobre os objetivos gerais (SAATY, 1990).

- *Comparação entre pares de critérios*

Nesta etapa do método *AHP*, é feita a determinação das prioridades (critérios/alternativas mais importantes), a partir das comparações pareadas, com resultados escritos em matrizes de preferencias, do tipo ($n \times n$) (GÖL; ÇATAY, 2007).

De acordo com um dos princípios do método, as comparações pareadas, expressas em termos verbais, são convertidas em valores numéricos, utilizando a Escala Fundamental proposta por Saaty para julgamentos comparativos, conforme mostrado na Tabela 1 (SAATY, 2008).

Tabela 1 - Escala de importância (método AHP).

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Ambos os elementos contribuem igualmente para os objetivos
3	Importância moderada de um sobre o outro	Experiência e juízo favorecem levemente uma atividade com relação à outra
5	Importância grande ou essencial	Experiência e juízo favorecem fortemente uma atividade sobre a outra
7	Importância muito grande	Uma atividade é muito fortemente favorecida, sendo sua dominância evidenciada na prática
9	Importância absoluta	A evidência que favorece uma atividade em relação a outra é da mais alta ordem possível
2,4,6,8	Valores intermediários	Usado para representar compromisso entre as prioridades listadas acima

Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

Essas comparações entre pares podem ser feitas por meio de softwares específicos ou por editores planilhas eletrônicos (XIU; CHEN, 2012).

Vale ainda salientar que, o preenchimento da matriz deve seguir a lógica de que: se $a_{ij} = m$, então logo $a_{ji} = 1/m$, conforme mostra a Figura 23, onde os elementos dessa matriz definem a quantidade de vezes que uma alternativa é mais ou menos importante que as demais.

- *Matriz de normalização*

Na Figura 21, tem-se ilustrado o tipo de matriz de comparações pareadas, onde os elementos a_{ij} determinam o grau de importância dos componentes, por meio de comparações binárias (SCHIMIDT, 1995).

Os critérios utilizados são qualitativos e quantitativos traduzidos em uma escala de 1 a 9, dependendo do seu grau de importância (DAIM *et al.*, 2012).

Na diagonal principal, verifica-se o preenchimento com o valor 1. Isso porque, qualquer critério comparado a ele próprio possui a mesma importância na Escala Fundamental. Na parte superior e inferior da matriz cada elemento a_{ij} do vetor linha da matriz de decisão representa a dominância da alternativa a_i sobre a alternativa a_j .

Figura 21 - Formato da Matriz de Comparações Pareadas.

A	B_1	...	B_j	...	B_n
B_1	B_{11}	...	B_{1j}	...	
...		
B_i	B_{i1}	...	B_{ij}	...	
...		B_{in}
B_m	B_{m1}	...	B_{m1}	...	B_{mn}

Fonte: Ma *et al.* (2018).

Essa matriz pareada permite ao decisor saber quais os critérios e alternativas são mais importantes e os seus respectivos níveis de importância (GUO, 2012; HO *et al.*, 2009).

A normalização da matriz é obtida pela divisão do peso dado a cada critério pela soma de todos os pesos. Dessa forma se obtém a padronização de diversas escalas e unidades de medidas para comparação em uma escala adimensional de 0 a 1 (YING, 2012).

- *Cálculo do Índice de consistência (IC)*

Após o preenchimentos da matriz são calculados os autovetores e autovalores máximos (ou “lâmbida” λ_{max}). O cálculo do autovetor máximo é feito primeiramente pelo cálculo dos somatórios dos pesos de avaliação. Em seguida, calcula-se a matriz de comparação pareada normalizada, dividindo cada elemento da matriz original pelo somatório dos pesos da avaliação (CHAN; CHAN, 2004). E por fim, para calcular o autovetor máximo, divide-se o somatório das linhas da nova matriz normalizada pelo somatório dos somatórios. Assim, obtêm-se o autovetor máximo.

Em seguida, é calculado o autovalor máximo, por meio da multiplicação da matriz original, pelo autovetor máximo (COSTA, 2002).

Feito isso, deve-se verificar o Índice de Consistência (IC), que mede a consistência das comparações que foram feitas. Lembrando que, uma matriz é considerada consistente, se e somente se, $\lambda_{\text{máx}}$ for igual ao número de linhas e colunas da matriz (SAATY, 1990). Aconselha-se que este índice (IC), fique abaixo de 0,20. Podendo ser determinada por meio da equação 1.

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n-1)} \quad (1)$$

onde, n é o número de critérios no mesmo nível.

Em seguida, calcula-se a Razão de Consistência (RC), do julgamento do avaliador, caso necessário (CHEN; HUANG, 2012; YING, 2012).

O cálculo da Razão de Consistência (RC), também considerada um erro aleatório, que está relacionado com a ordem da matriz, deve ser realizada se a matriz for considerada consistente. Ela mostra a coerência das comparações pareadas, identificando se uma correção da apreciação deve ser ou não considerada (SAATY, 1990).

A RC, é calculada utilizando a Equação 2:

$$RC = \frac{IC}{\text{Índice Randômico (IR) para } n} \quad (2)$$

Onde, o Índice Randômico (IR) é um índice de consistência aleatória, atribuída em função da ordem da matriz normalizada (PAMPLONA, 1999). Os valores dos Índices de Consistência Aleatória (RI), são valores tabelados, fornecidos em função da ordem das matrizes (Tabela 2).

O valor de RC deve ser menor que 0,1 (10%), o que significa que a matriz de comparação possui julgamentos aceitáveis. Isto é, os julgamentos são coerentes. Caso contrário (para valores do $RC > 0,10$), deve ser feito ajustes nos pesos que foram atribuídos aos critérios inicialmente (BAYAZIT; KARPAK, 2013; DAIM *et al.*, 2012).

Tabela 2 - Valores de Índice Randômico Médio do AHP.

Matriz (m x n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Fonte: Adaptado de Ho *et al.* (2009).

- *Comparação entre pares de alternativas*

Nesta etapa é feita a determinação do nível de preferencia das alternativas, efetuando comparações pareadas das mesmas em relação a cada um dos critérios. Essas alternativas são avaliadas e organizadas por meio de uma classificação final ordinal.

- *Análise de sensibilidade*

A análise de sensibilidade surgiu como uma forma de eficiência, permitindo ao decisor saber o quanto uma avaliação subjetiva dos pesos dos critérios impacta na classificação e escolha de uma determinada alternativa em uma aplicação do método AHP (BAYAZIT; KARPAK, 2013). Este recurso permite ao decisor identificar quais critérios são mais sensíveis a variações de pesos, bem como, o quanto é possível aumentar ou diminuir o peso dos critérios individualmente sem alterar a classificação das alternativas.

Segundo BAYAZIT; KARPAK (2013), os resultados da análise de sensibilidade obtidos por intermédio de programas de decisão multicritério ou por utilizando editores de planilhas eletrônicos, são mais estáveis e confiáveis, aumentando a consistência dos resultados.

- *Tomada de decisão (escolha da melhor alternativa)*

Qualquer tomada de decisão pode trazer benefícios ou prejuízo a médio ou longo prazo. Por isso, a escolha da alternativa, que melhor se adeque ao cenário estudado, deve ser feita de forma cuidadosa, com base nos critérios existentes e na comparação entre os pares.

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos metodológicos utilizados para coleta dos dados

Neste capítulo específico, é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento da tese. É feita uma abordagem completa sobre o método de pesquisa e os procedimentos realizados, bem como a forma de análise de dados obtidos.

A realização de uma pesquisa objetiva encontrar respostas concretas, mediante a aplicação de métodos científicos que são desenvolvidos visando aumentar a probabilidade de obtenção de dados seguros e imparciais, do parâmetro a ser estudado (GHISI, 2005).

Segundo Churchill e Peter (2003), a aplicação de uma pesquisa exploratória é recomendada quando se sabe relativamente pouco a respeito do fenômeno a ser investigado ou estudado. Neste sentido, a pesquisa foi realizada utilizando os métodos qualitativos e quantitativos, onde a abordagem qualitativa foi utilizada para estudar o problema de forma abrangente, incluindo métodos como entrevistas, questionários, visitas técnicas e revisões bibliográficas sobre o tema. Por outro lado, a abordagem quantitativa foi utilizada de maneira formal e estruturada dos dados coletados, onde se caracterizou os dados mensuráveis em números e quantidades.

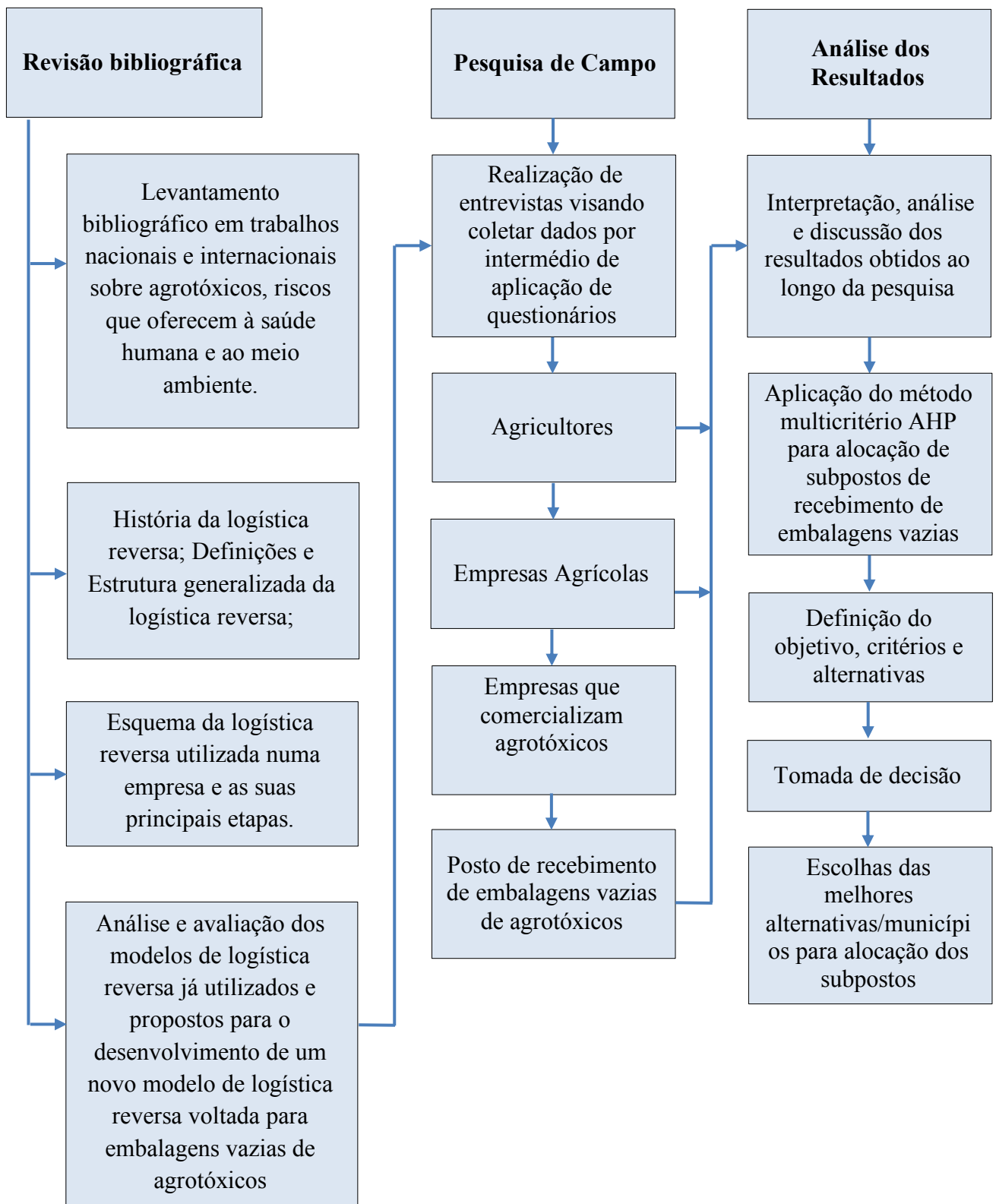
Resumindo, a coleta dos dados foi feita da seguinte forma: primeiramente foi feito um breve levantamento bibliográfico em trabalhos nacionais e internacionais sobre o objeto de estudo, permitindo assim, adquirir conhecimento sobre o tema, identificando as justificativas socioeconômicas e ambientais para a aplicação da logística reversa.

Segundo Eco (2003), a pesquisa bibliográfica tem como desígnio a familiarização como fenômeno ou uma nova compreensão sobre ele, considerado parte indispensável a qualquer trabalho científico, pois fornece elementos para a verificação e contestação das hipóteses apresentadas anteriormente.

Ademais, em um segundo momento, foi realizada pesquisa de campo, que se caracteriza por ser uma pesquisa de natureza exploratória e qualitativa, justificável pela carência de dados e estudos relacionados ao tema (logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos), tanto por parte das empresas e órgãos ambientais.

A Figura 22 apresenta o fluxograma resumo da etapa metodológica utilizada para a elaboração deste trabalho.

Figura 22 - Fluxograma/Etapas da metodologia utilizada para a elaboração da pesquisa.



Fonte: Autor (2018).

3.2 Área de estudo (Bacia Hidrográfica do Jaguaribe)

Segundo a Secretária dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH, 2016), a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe apresenta uma área total de 75.669 km², correspondente a 48% do Estado do Ceará (Figura 23). Compreendida entre as coordenadas 4°30' e 7°45' de latitude sul e 37°30' e 41°00' de longitude oeste, esta bacia está situada em sua quase totalidade dentro dos limites do Estado do Ceará, com uma ínfima parcela estendendo-se ao sul, para o Estado de Pernambuco. Devido a sua grande extensão geográfica e das diversidades de uso e ocupação, a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe foi dividida em cinco Sub-bacias (Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado), composta por um total de 81 municípios. Os municípios correspondentes a cada uma dessas Sub-bacias (Quadro 7) e os que serviram como objeto de estudo ao longo deste trabalho, são apresentados na Figura 24.

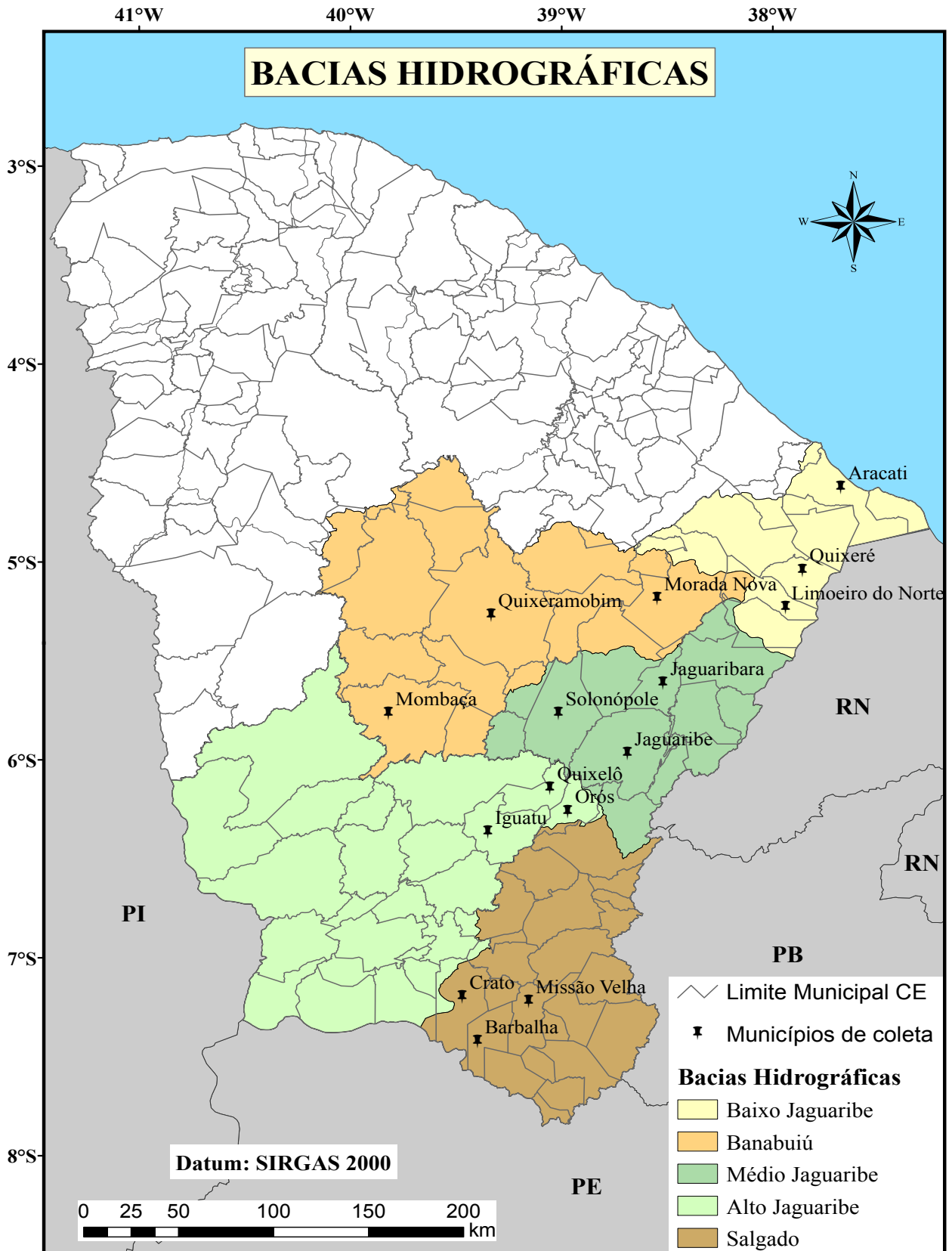
A Bacia Hidrográfica do Jaguaribe possui grande importância social, econômica e ambiental para todo o Estado Cearense, por abranger grandes perímetros públicos de irrigação (fonte de renda) e por derivarem as águas do Rio Jaguaribe para o abastecimento urbano e industrial tanto da região do Jaguaribe, bem como da Região Metropolitana de Fortaleza

Quadro 7 – Sub-bacias Hidrográficas do Jaguaribe e os respectivos municípios.

Sub-bacias Hidrográficas	Municípios
Alto Jaguaribe	Iguatu, Quixelô, Orós , Acopiara, Aiuaba, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Assaré, Campos Sales, Cariús, Catarina, Farias Brito, Jucás, Nova Olinda, Parambu, Potengi, Saboeiro, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas, Tauá
Médio Jaguaribe	Jaguaribe, Jaguaribara, Solonópole , Alto Santo, Dep. Irapuan Pinheiro, Ererê, Iracema, Jaguaretama, Milhã, Pereiro, Potiretama, São João do Jaguaribe
Baixo Jaguaribe	Limoeiro do Norte, Quixeré, Aracati , Fortim, Icapuí, Itaiçaba, Jaguaruana, Palhano, Russas, Tabuleiro do Norte
Banabuiú	Morada Nova, Quixeramobim, Mombaça , Banabuiú, Boa Viagem, Ibicuitinga, Itatira, Madalena, Monsenhor Tabosa, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Quixadá, Senador Pompeu
Salgado	Crato, Barbalha, Missão Velha , Abaiara, Aurora, Baixio, Barro, Brejo Santo, Caririaçu, Cedro, Icó, Granjeiro, Ipaumirim, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Penaforte, Porteiras, Umari, Várzea Alegre

Fonte: Autor (2018).

Figura 24 – Sub-bacias Hidrográficas e coordenadas geográficas da área de estudo.



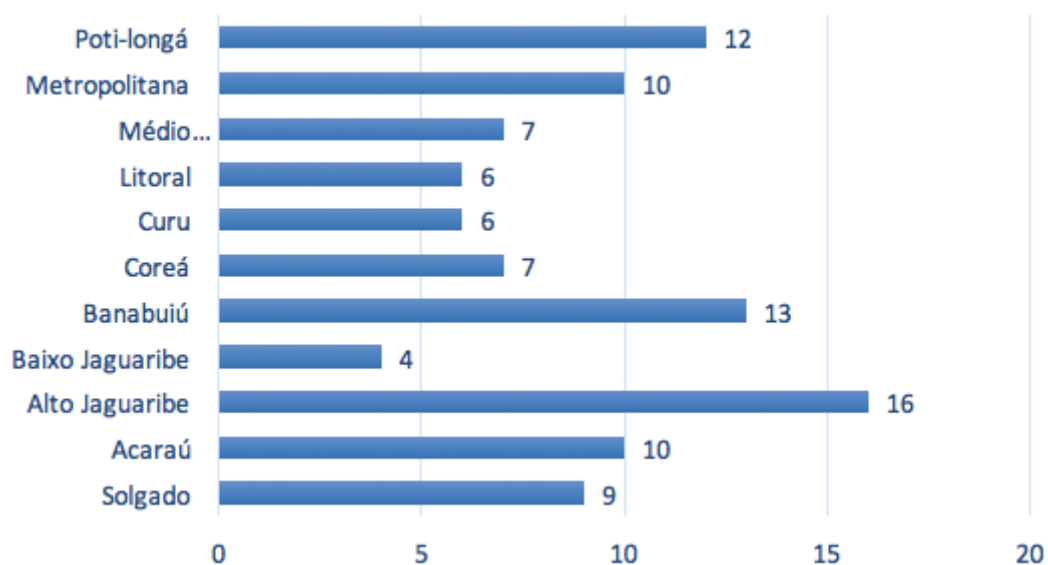
Fonte: Autor (2018).

3.2.1 Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Das cinco Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, a Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe é a que possui maior região hidrográfica, sendo, também, a maior do Estado, tendo como principais afluentes, os rios Jucá, Cariús, Trussu, Trici, Puiú, Bastiões e Conceição, abrangendo uma área de drenagem de 24.639 km², correspondente a 16% do território Cearense (Figura 25). Fica localizada a montante do açude Orós, composta por 24 municípios e que apresenta capacidade de acumulação de águas superficiais de 2.792.563.000 bilhões de m³. Esta Sub-bacia apresenta 18 açudes que são monitorados quantitativamente e qualitativamente pela COGERH, num total de aproximadamente 993 existentes. Desses reservatórios, o maior é o açude Orós localizado na cidade do mesmo nome, com uma capacidade total de 1.940 hm³, e o menor reservatório é o açude do Coronel localizado em Antonina do Norte, com uma capacidade de 1,770.000 milhões de m³ (SRH, 2016).

Vale ainda ressaltar que, as Sub-bacias Hidrográficas do Salgado e do Alto Jaguaribe são responsáveis pelas recargas dos açudes Orós e Castanhão, os quais abastecem a região metropolitana de Fortaleza e os canais e adutoras que atendem o Complexo Portuário do Pecém, situado no litoral oeste do Estado do Ceará (COGERH, 2016).

Figura 25 – Percentual da área de drenagem das Sub-bacias em relação ao Estado do Ceará.



Fonte: Adaptado de Pacto das Águas (2017).

3.2.2 Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe

Considerada a quarta maior Sub-bacia, com área de drenagem de 10.509 km², correspondente a 7,09% do território Cearense e abrangendo 13 municípios, a Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe tem como principais afluentes nessa região, o Rio Figueiredo e o riacho do Sangue. A capacidade total de armazenamento de água superficial é de 7,5 bilhões de m³, em cerca de 1211 açudes, sendo que, desse número, apenas 13 são gerenciados pela COGERH. O açude Castanhão, com capacidade de armazenar 6,7 bilhões de m³; Riacho do Sangue com capacidade de 61,4 2hm³ e o açude Joaquim Távora com capacidade de 23,66 hm³, são os principais reservatórios (SRH, 2016).

3.2.3 Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe

Com uma área de drenagem de 6.875 km², correspondente a 4,64% do território cearense, a Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe é a menor das cinco que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe. Percorrendo cerca de 137 km, que estende desde a Ponte de Peixe Gordo, até a sua foz, localizada na cidade de Fortim, o rio Jaguaribe, nessa região, tem como principal tributário o rio Palhano, com 207 açudes, possuindo capacidade de armazenamento de 296.710.000 m³. Compreendendo 9 municípios nessa região, o açude Santo Antônio de Russas, com capacidade de acumular 24.000.000 m³ é o único reservatório desta sub-bacia gerenciado pela COGERH.

3.2.4 Sub-bacia Hidrográfica do Salgado

A Sub-bacia Hidrográfica do Salgado, considerada a terceira maior das cinco Sub-bacias, compreende 23 municípios e possui uma área de drenagem de 12.865 km², correspondente a 8,25% do território Cearense. Subdividida em cinco microbacias, com mais de 700 açudes e percorrendo cerca de 308 km, ela abrange grande parte da região sul do Estado, incluindo o Cariri. A região apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais de 469,40 hm³ e tem como principais afluentes, o Rio Batateiras e o riacho do Porcos. É de referir que, os melhores aquíferos da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe estão localizados nessa região, notadamente no Cariri. Por conta disso, a maior parte de seus municípios é atendida por poços (SRH, 2016).

3.2.5 Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú

Com uma área de drenagem de 19.647 km², correspondente a 13,37% do território Cearense e 314 km de extensão, o Rio Banabuiú é o principal tributário do Rio Jaguaribe. São seus afluentes pela margem esquerda, os Rios Patu, Quixeramobim e Sitiá e pela margem direita apenas o riacho Livramento. Esta Sub-bacia abrange 12 municípios e apresenta uma capacidade de acumulação de águas superficiais na ordem de 2,8 bilhões de m³, num total de 18 açudes públicos monitorados pela COGERH, onde os maiores são: o Banabuiú (1.606.000.000 m³), Pedras Brancas (434.040.000 m³), o Cedro (126.000.000 m³) e o açude Fogareiro (118.820.000 m³). Além disso, ressalta-se um expressivo volume armazenado em 1.500 pequenos açudes, distribuídos na área da Bacia (SRH, 2016).

3.3 Determinação e área específica de estudo

Devido à grande extensão da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe e baseado na distribuição dos irrigantes cadastrados ao longo da mesma, seria difícil estudar a bacia como um todo. Portanto, no sentido de fazer uma melhor interpretação dos dados obtidos, as unidades de análise desta tese foram divididas em quatro pontos específicos: Os municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica de Jaguaribe; os números de irrigantes/agricultores cadastrados; as lojas que comercializam agrotóxicos na bacia e o posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Para a coleta de dados do posto de recebimento, foi necessário agendar entrevista com o Presidente do posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos de Ubajara-CE (Figura 26), conjuntamente com uma visita técnica para entender melhor todo processo interno e o seu funcionamento. Vale ressaltar que este posto é responsável pelo recebimento e armazenamento das embalagens vazias proveniente da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

Figura 26 – Posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos (Ubajara–CE), 2017.



Fonte: Autor (2018).

Sabe-se também que, após o recebimento das embalagens vazias, é feita a separação das mesmas, como mostrado na Figura 27, as quais são encaminhadas posteriormente às centrais de recebimento de Mossoró ou Teresina, dependendo da disponibilidade de recebimento.

Figura 27 – Separação e armazenamento das embalagens vazias por tamanho, 2017.



Fonte: Autor (2018).

Após a separação das embalagens vazias por tipo, material e tamanho, é feita a compactação dessas embalagens vazias por intermédio de prensas mecânicas (Figura 28), visando diminuir o volume do material recebido, dando em seguida uma destinação final correta a essas embalagens, podendo ser a reciclagem ou incineração.

Figura 28 – Prensas mecânicas usadas para a compactação das embalagens vazias, 2017.



Fonte: Autor (2018).

3.4 Procedimento de coleta de dados

A finalidade de uma pesquisa é encontrar respostas para suas questões por intermédio de aplicação de métodos científicos que são desenvolvidos com o intuito de aumentar a probabilidade de obtenção de dados seguros concretos (GHISI, 2005).

E o tipo de pesquisa a ser desenvolvida depende muito do que se sabe a respeito do problema a ser pesquisado. E quando se sabe relativamente pouco a respeito do tema/problema, recomenda-se uma pesquisa do tipo exploratória (CHURCHILL; PETTER, 2003).

E neste trabalho em específico, os principais motivos para a realização deste estudo são:

- Poucos trabalhos (dissertações, teses, artigos) desenvolvidos e publicados no país, com ênfase sobre a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil;
- Inexistência de trabalhos que abordam o tema “logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos” no Estado do Ceará, com ênfase para a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe;
- Necessidade de alertar os órgãos ambientais sobre o risco e a problemática das embalagens de agrotóxicos para a saúde ambiental e humana;

Tendo definida as unidades a serem estudadas (Municípios, Irrigantes, Posto de recebimento de embalagens vazias e Empresas que comercializam agrotóxicos ao longo da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe), foram determinados os métodos e técnicas necessários para a coleta e análise dos dados obtidos.

Deste modo, para começar os estudos foi feita análise documental dos dados fornecidos por instituições estaduais (COGERH, SEMACE). As informações relativas às outorgas vigentes emitidos, para o uso de águas para irrigação em cada uma das cinco Sub-bacias, que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, foram fornecidas pela COGERH.

Numa primeira fase, foram estudados quinze municípios ao longo da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe. Sendo esse numero, correspondente a três municípios por cada uma das cinco Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica. Os municípios de Iguatu, Quixelô e Orós, pertencentes ao (Alto Jaguaribe); Jaguaribe, Jaguaribara e Solonópole (Médio Jaguaribe); Aracati, Quixeré e Limoeiro do Norte (Baixo Jaguaribe); Barbalha, Crato e Missão velha (Salgado); Morada Nova, Mombaça e Quixeramobim (Banabuiú).

Feita a escolha dos municípios a serem estudados, foram realizadas visitas ao longo dos perímetros de irrigação de cada um desses municípios, no sentido de aplicar questionários junto aos irrigantes, visando obter dados concretos de acordo com a realidade de cada local.

Para a coleta de dados das lojas que comercializam agrotóxicos foi realizada pesquisa no site da SEMACE para averiguar a quantidade de lojas comercializadoras de agrotóxicos existentes nos quinze municípios acima mencionados. Fazendo uma comparação entre os dados obtidos e os fornecidos pela SEMACE, foi possível constatar que ao longo desses municípios existem, no total, 98 lojas que comercializam agrotóxicos, sendo que apenas 16 delas, possuem licenças vigentes para desempenhar tal função, como mostra a Tabela 3. E dessas 16 lojas contatadas, duas delas justificaram que não poderiam responder o questionário porque não são autorizados e porque os dados são sigilosos e confidenciais das empresas.

Tabela 3 – Empresas que comercializam agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

Município	Empresas que Comercializam Agrotóxicos	
	Existentes	Licença vigente
Iguatu	26	4
Quixelô	5	2
Orós	3	-
Jaguaribe	5	-
Jaguaribara	2	-
Solonópole	1	-
Aracati	2	-
Quixeré	2	-
Limoeiro do Norte	12	6
Barbalha	6	-
Crato	8	-
Missão Velha	5	-
Morada Nova	9	1
Mombaça	2	2
Quixeramobim	10	1
Total	98	16

Fonte: Autor (2018).

Além dos dados referentes às lojas que comercializam agrotóxicos, também foi disponibilizada uma listagem dos produtos cadastrado pela SEMACE, com as marcas, os tipos de produto e os respectivos fabricantes, para que seja feita uma comparação com os produtos que estavam sendo utilizados pelos agricultores ao longo da bacia.

A coleta de dados foi feita por intermédio da aplicação de questionário padronizado. Baseando-se nisso, foram elaborados questionários semiestruturados, com uma série de perguntas objetivas e de fácil compreensão, feitas com base no referencial teórico e na metodologia de trabalho, que servirão de base para a realização das entrevistas. Foram elaborados e aplicados três tipos de questionários distintos: Irrigantes ao longo da bacia, empresas comercializadoras de agrotóxicos e posto de recebimentos de embalagens vazias (Apêndice I, II e III).

- Roteiro de entrevista (Irrigantes);
- Roteiro de entrevista (Empresas licenciadas pela SEMACE para comercialização de agrotóxicos);
- Roteiro de entrevista (Posto de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos de Ubajara–CE);

A aplicação dos questionários foi feita pessoalmente e de forma individual, deixando claro aos respondentes quais os objetivos da pesquisa e garantindo que, toda e qualquer informação fornecida (pessoal ou da empresa), seria de natureza sigilosa. E também, caso preferissem, poderiam desistir do preenchimento do formulário a qualquer momento.

3.5 Levantamento de dados de campo

3.5.1 Aplicação de questionário aos irrigantes

Em função dos números de irrigantes distribuídos ao longo das Sub-bacias, foi aplicado o mesmo questionário à todos os irrigantes (Figura 29). O questionário fez uso de perguntas de cunho geral, objetivas e subjetivas, consideradas relevantes para a análise do impacto resultante da destinação incorreta de embalagens vazias de agrotóxicos e que poderiam interferir na logística reversa de embalagens vazias.

Figura 29 – Coleta de dados através da aplicação de questionários (Morada Nova, 2017).



Fonte: Autor (2018).

O questionário ou roteiro de entrevista foi elaborado com questões consideradas relevantes para a pesquisa, destacando-se as seguintes: a idade, o nível de escolaridade e a experiência do agricultor ou operador do sistema de irrigação; tipos de culturas com as

respectivas áreas (ha) e os métodos de irrigação adotados; pragas e doenças presentes e os métodos de controle; tipos, quantidades (litros) e os horários de aplicação dos agrotóxicos; aplicação do receituário agrônômico, uso de equipamento de proteção individual (EPI) e destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos. Além destas questões ainda foram sugeridos formações e treinamentos considerados viáveis para os irrigantes, a fim de avaliar o nível de aceitação do conceito da logística reversa, voltado a esse meio. Isso porque, a logística reversa e os conceitos envolvidos com esta atividade ainda não se encontram devidamente claros e assimilados pela maioria das pessoas.

Por se tratar de uma entrevista semi-estruturada, com objetivo de manter a confiabilidade dos casos estudados, exige a presença do pesquisador na coleta dos dados para evitar dúvidas e erros de interpretação que possam comprometer os resultados e qualidade da pesquisa. Por isso, a duração das entrevistas ao longo desses municípios variou em função da aceitação e da disponibilidade de tempo dos entrevistados, que variou entre vinte minutos até o tempo máximo de quarenta minutos. Quando os entrevistados se encontravam ausentes e indisponíveis, o segundo responsável era entrevistado, e em alguns casos, outra entrevista era agendada visando finalizar o levantamento dos dados naquele município.

De acordo com Miguel (2007), entrevistar por intermédio de gravador de voz, as vezes pode ser intrusiva do ponto de vista do entrevistado, dependendo do público alvo. Realidade esta que foi constatada nesta pesquisa, pois vários entrevistados ao longo da bacia recusaram que a entrevista fosse gravada, que fossem filmados e até mesmo de aparecer nas fotos.

3.5.2 Aplicação de questionário as empresa comercializadoras de agrotóxicos

Nesta etapa foi realizada uma pesquisa quantitativa de natureza exploratória, junto às empresas que possuem licenças vigentes, emitidas pela SEMACE, para venda de agrotóxicos nos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, com a finalidade de analisar o fluxo reverso das embalagens vazias. Essa pesquisa foi essencial para a validação dos objetivos da pesquisa, que consiste em avaliar a quantidade média de agrotóxicos vendidos mensalmente em cada Sub-bacia, bem como a quantidade média de embalagens vazias que são coletadas e/ou devolvidas, fazendo, nesse âmbito, um estudo comparativo).

A coleta de dados foi feita por meio de entrevistas pessoais com gerentes, vendedores e responsáveis pelas áreas de logística das empresas mencionadas acima, por

intermédio de questionários semi-estruturados, com questões bem direcionadas, objetivando obtenção de dados concretos, como mostra o Apêndice II. Por se tratar de um questionário mais simplificado, a duração média das entrevistas neste setor teve duração mínima de quinze e máxima de vinte minutos.

3.5.3 Aplicação de questionário ao posto de recebimento de embalagens vazias

O posto de recebimento que serviu como objeto de estudo deste trabalho, era, até o momento da pesquisa, o único posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos existente no Estado de Ceará. Inaugurado pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV) e aberto no dia 5 de maio de 2016, localizado em Ubajara (Serra de Ubajara).

O roteiro para a entrevista, apresentado no Apêndice III, foi semi-estruturado. O que garantiu a flexibilidade na condução de novas perguntas ao longo do diálogo e das respostas fornecidas pelo entrevistado.

A visita ao posto de recebimento e a entrevista com o presidente do respectivo posto ocorreram no mesmo dia (11 de julho de 2017), com duração média de 45 minutos, cujo objetivo foi levantar dados sobre fluxo reverso de embalagens vazias e obter informações do processo como um todo. Desde a coleta/recebimento, transporte, armazenamento, triagem, compactação, encaminhamento aos centrais de recebimento e destinação final dessas embalagens (reciclagem ou incineração).

Esta pesquisa, além de levantar os dados mencionados acima, objetivou, também, analisar a coerência entre os dados coletados junto aos agricultores, empresas e os dados do próprio posto.

3.6 Cálculo estatístico para quantificação e determinação da amostra

Visando quantificar, de forma significativa, o número de irrigantes que foram entrevistados (submetidos aos questionários), ao longo dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, utilizou-se a amostragem aleatória. Isso porque ela permite a aplicação de procedimentos de inferência estatística, os quais propiciam que os dados analisados possam ser avaliados com maior segurança.

Segundo Martins (1998), não existe um consenso na literatura quanto ao número de amostras necessário para realizar uma pesquisa de generalização analítica, sugerindo que uma quantidade de 4 a 10 casos parece ser suficiente. No entanto, Eisenhardt (1989) defende que, quando a população considerada é extensa ou desconhecida, a determinação do tamanho de uma amostra aleatória simples, n , pode ser obtida por intermédio da Equação 3.

Conhecendo o tamanho populacional (número de irrigantes de cada município), a quantidade de questionários a serem aplicados (n), foi calculada, por intermédio da inferência estatística, utilizando a seguinte fórmula (FONSECA; MARTINS, 1996):

$$n_i = \frac{Z^2 * p * q * N}{d^2 * (N-1) + Z^2 * p * q} \quad (3)$$

Onde:

- n_i : quantidade de questionários a serem aplicados (tamanho amostral);
- Z: nível de confiança desejada de 95% (Expresso em desvio-padrão);
- p: percentual do elemento da amostra favorável (atribuído a 50%);
- q: percentual do elemento da amostra desfavorável (atribuído a 50%);
- N: tamanho da população (número de irrigantes que possuem outorga de uso de água para irrigação à COGERH);
- d: erro de amostragem

Z: segundo a tabela da distribuição normal, para nível de confiança de 95%, $Z = 1,96$

p: 0,5

q: 1 - p

d: erro de amostragem definido de 10%

Em caso de amostras estratificadas, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe que se subdivide em cinco Sub-bacias, a determinação da população amostral é feita aplicando a relação apresentada da equação 4 (PIRES, 2006).

$$n_{bacia} = \frac{n_i * N_{bacia}}{N} \quad (4)$$

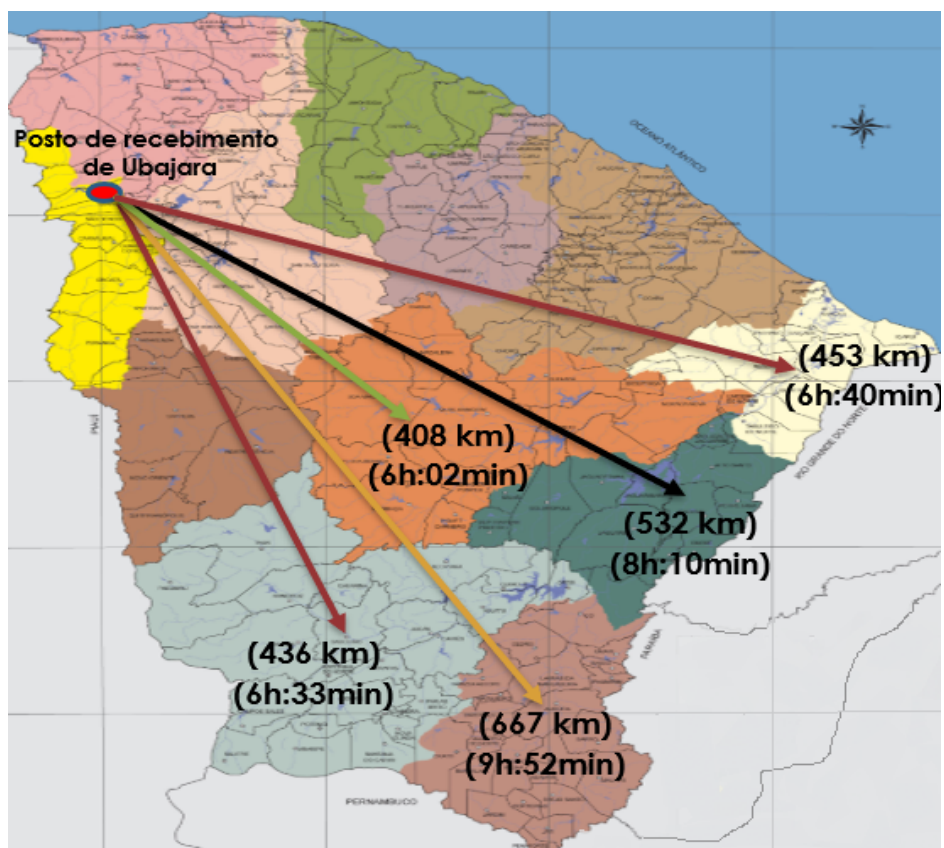
Onde:

- n_{bacia} : quantidade de questionário aplicado em cada Sub-bacia;
- n_i : tamanho amostral total calculada na equação 3;
- N_{bacia} : tamanho populacional dentro de cada Sub-bacia;
- N : tamanho total da população da Bacia;

3.7 Implantação/Alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos

Em muitos dos casos, o descarte inadequado das embalagens vazias é propiciado pela inexistência de postos de recebimento locais, ou pela distância em que se encontram localizados os postos de recebimento mais próximos. E um caso concreto desta situação é a localização da unidade de Ubajara em relação aos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, que acaba se tornando inviável do ponto do vista econômico para os agricultores procederem a devolução das suas embalagens vazias (Figura 30).

Figura 30 - Localização do posto de recebimento de Ubajara em relação as cinco Sub-bacias.



Fonte: Autor (2018).

Neste sentido, e com base nos resultados obtidos sobre a destinação final das embalagens vazias, pode-se concluir que a criação de mais postos (Subpostos de recebimento de embalagens vazias) ao longo dos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, seria uma alternativa viável para suprir a demanda dos agricultores, das empresas revendedoras/distribuidoras de agrotóxicos, minimizando os descartes inadequados que vêm sendo dado a essas embalagens.

Porém, os problemas de alocação normalmente envolvem vários critérios diferentes e, muitas vezes, conflitantes entre si. Neste recomenda-se aplicação de metodologias confiáveis e práticos que ajuda na tomada de decisão (HAJKOWICZ; COLLINS, 2007). E um desses métodos é o AHP, que foi utilizado nesse trabalho para alocação dos subpostos de recebimento de embalagens vazias.

3.7.1 Método de Análise Multicriterial AHP

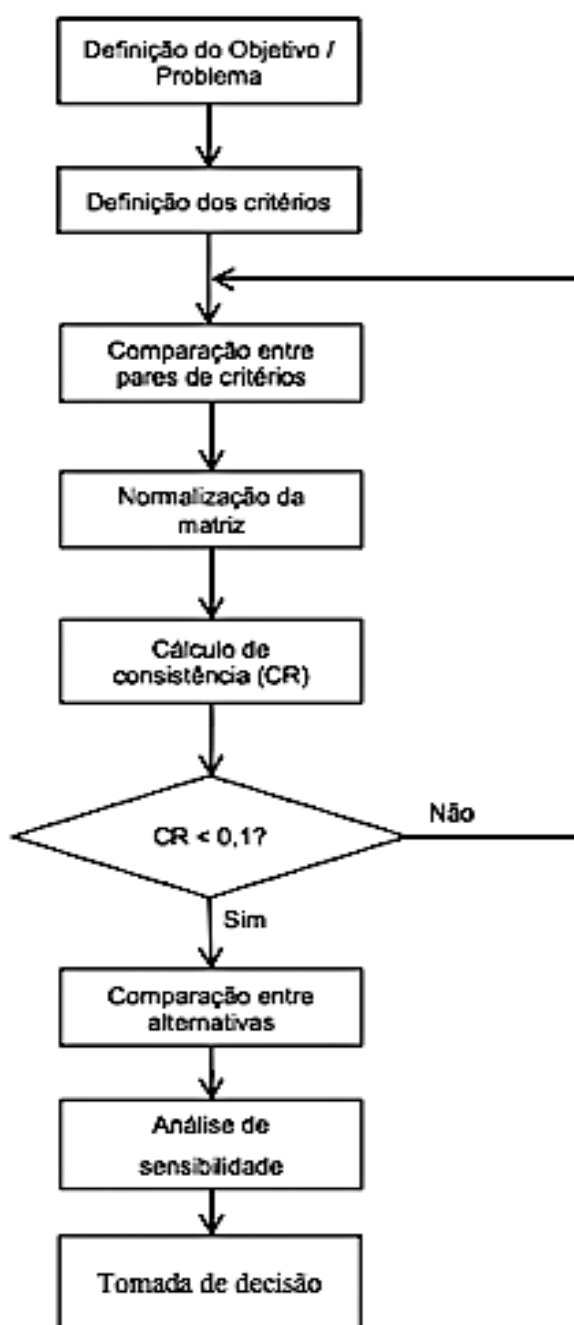
A metodologia proposta nesta tese, para auxiliar na determinação dos municípios ótimos para alocação dos subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos, foi a análise multicriterial Analytic Hierarchy Process (AHP), utilizando o Software SuperDecisions[®] e o editor de planilhas eletrônicos Excel.

Uma das razões que motivou a escolha do método AHP para a realização deste trabalho é precisamente a sua eficiência e a ampla aplicabilidade em trabalhos científicos nas mais diversas áreas. E com base na revisão bibliográfica realizada ao longo da pesquisa, constatou-se que a aplicação do método AHP no auxílio à tomada de decisão, para alocação de instalações, vem sendo utilizado em diferentes países e com diferentes objetivos. Desde localização de instalações industriais (PARTOVI, 2006), terminais de transporte (YU *et al.*, 2011); terminais de cargas em área urbana (PORTUGAL *et al.*, 2011); seleção da localização ideal de hospitais (WU *et al.*, 2007); localização de usinas termoelétricas (ZAMBON *et al.*, 2005), e até mesmo seleção espacial de uma unidade de pronto atendimento – UPA 24h (BRIOZO *et al.*, 2015).

O ExpertChoice[®] é uma outra ferramenta que auxilia o tomador de decisão em todas as fases do processo: desde a formulação do modelo de decisão, comparação das alternativas, relatórios finais e análise de sensibilidade, de forma rápida, fácil e eficiente. É um software conhecido internacionalmente para análises multicriteriais com o método AHP.

A Figura 31 ilustra resumidamente o *Framework*, ou “as etapas” que foram seguidas para a realização desta pesquisa, consiste nos seguintes passos: 1) Construção de hierarquias, 2) Definição de prioridades (objetivo e critérios relevantes), 3) Comparação entre pares de critérios, 4) Matriz de normalização, 5) Cálculo de Consistência, 6) Comparação entre pares de alternativas, 7) Análise de sensibilidade, 8) Tomada de decisão.

Figura 31 – Fluxograma das etapas do método AHP utilizado na pesquisa.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos ao longo das pesquisas realizadas, com base nos dados coletados na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, como descritas no capítulo 3. São feitas análises sobre a conduta das lojas que comercializam agrotóxicos e do posto de recebimento em relação à logística reversa de embalagens vazias. Além disso, será feita proposta de construção/alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias, visando aprimorar a logística.

4.1 Determinação do número de irrigantes/agricultores a serem entrevistados

Para determinar o número de questionários que foram aplicados em cada uma das cinco Sub-bacias, foi utilizada a equação (3), considerando como amostra populacional o número de irrigantes dos três municípios que compõem a própria bacia.

Posteriormente, foi determinado o número de questionários a ser aplicados em cada um dos municípios, com base no percentual de irrigantes de cada um desses municípios.

4.1.1 Cálculo amostral (Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 147}{0,1^2 * (147 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 58 \text{ irrigantes}$$

4.1.2 Cálculo amostral (Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 57}{0,1^2 * (57 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 36 \text{ irrigantes}$$

4.1.3 Cálculo amostral (Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 179}{0,1^2 * (179 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 63 \text{ irrigantes}$$

4.1.4 Cálculo amostral (Sub-bacia Hidrográfica do Salgado)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 276}{0,1^2 * (276 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 72 \text{ irrigantes}$$

4.1.5 Cálculo amostral (Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 58}{0,1^2 * (58 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 37 \text{ irrigantes}$$

De acordo com os resultados obtidos das equações acima, foi possível constatar que, para a entrevista ser representativa, seria necessário aplicar questionários a 266 irrigantes nas cinco Sub-bacias Hidrográficas. Sendo, 58 para o Alto Jaguaribe, 36 para o Médio Jaguaribe, 63 para o Baixo Jaguaribe, 72 para a Sub-bacia do Salgado e 37 para a Sub-bacia do Banabuiú. Sendo esse número distribuído, por sua vez, pelos municípios que compõem as Sub-bacias, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Números de questionários aplicados em cada município da Bacia do Jaguaribe, CE.

Sub-bacias	Municípios escolhidos	Outorga COGERH		Quantidade de questionários
		Número de Irrigantes	Irrigantes (%)	
<i>Alto Jaguaribe</i>	Iguatu	91	61,90	36
	Quixelô	31	21,09	12
	Orós	25	17,01	10
	Total	147	100,00	58
<i>Médio Jaguaribe</i>	Jaguaribe	39	68,42	25
	Jaguaribara	10	17,54	6
	Solonópole	8	14,04	5
	Total	57	100,00	36
<i>Baixo Jaguaribe</i>	Aracati	92	51,41	32
	Quixeré	50	27,93	18
	Lim. do Norte	37	20,67	13
	Total	179	100,00	63
<i>Salgado</i>	Barbalha	118	42,75	31
	Crato	114	41,31	30
	Missão velha	44	15,94	11
	Total	276	100,00	72
<i>Banabuiú</i>	Morada nova	30	51,72	19
	Mombaça	17	29,31	11
	Quixeramobim	11	18,97	7
	Total	58	100,00	37

Fonte: Auto (2018).

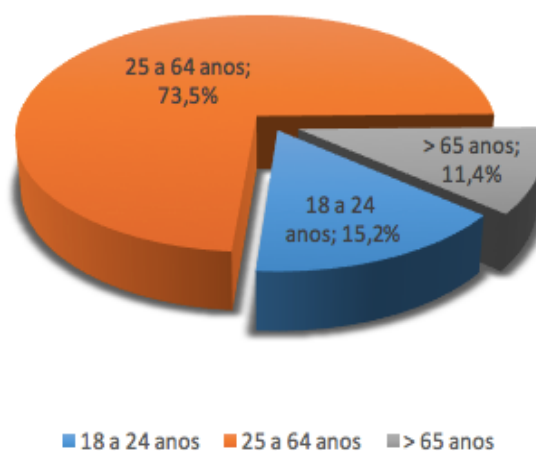
4.2 Contextualização do perfil populacional entrevistado

- Faixa etária

Em se tratando da faixa etária dos entrevistados, a um nível de significância de 5%, os resultados obtidos indicam que, existe semelhança entre todas as Sub-bacias (Tabela 5). Pode-se observar que a faixa etária de maior expressividade está compreendida entre 25 a 64 anos, o que indica que a população estudada é composta majoritariamente por adultos.

Da mesma forma, fazendo uma análise geral, agrupando os resultados das cinco Sub-bacias, pode-se observar que a faixa etária predominante dos entrevistados está, também, compreendida entre 25 a 64 anos (73,5%), seguida dos jovens, com idade compreendida entre 18 a 24 anos (15,2%). A população idosa (>65 anos) foi menos representativa, com 11,4% (Figura 32).

Figura 32 – Faixa etária dos agricultores entrevistados na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.



Fonte: Autor (2018).

Tabela 5 – Faixa etária dos agricultores entrevistados na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.

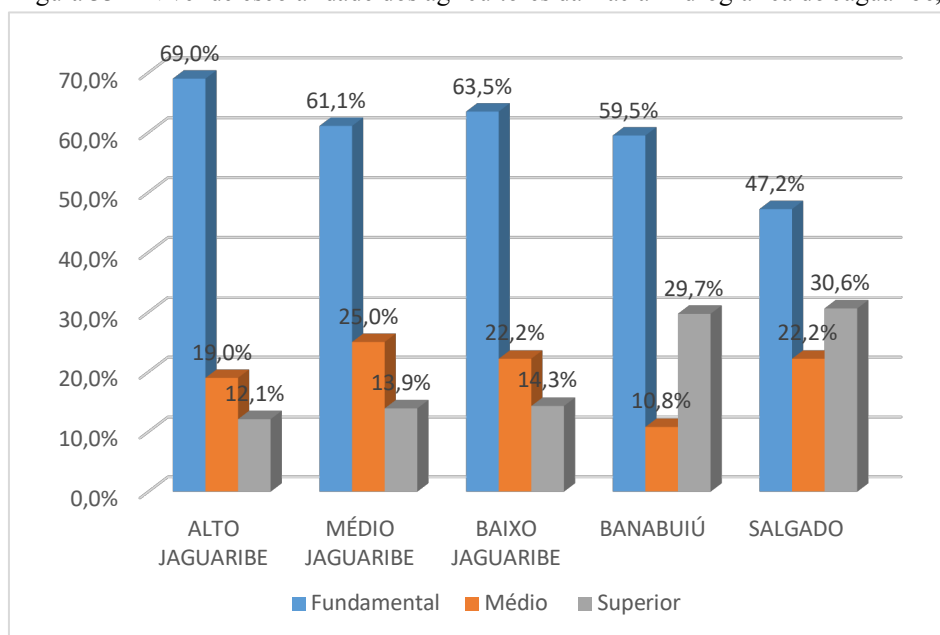
Média da faixa etária dos agricultores entrevistados	SUB-BACIAS									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Banabuiú		Salgado	
	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel
18 a 24 anos	12	20,7	5	13,9	9	14,3	5	13,5	14	19,4
25 a 64 anos	42	72,4	29	80,6	48	76,2	26	70,3	52	72,2
> 65 anos	4	6,9	2	5,6	6	9,5	6	16,2	6	8,3
Total	58	100	36	100	63	100	37	100	72	100

Fonte: Autor (2018).

- Nível de escolaridade / Grau de instrução

No que tange ao nível de escolaridade ou grau de instrução dos entrevistados, é possível constatar estatisticamente que existe similaridade entre as Sub-bacias avaliadas, com predominância do ensino fundamental em todas elas (Tabela 6). A Sub-bacia do Alto Jaguaribe apresentou resultados menos favoráveis, onde 69,0% da população entrevistada possui apenas o ensino fundamental, 19,0% possuem o ensino médio e apenas 12,1% concluíram o ensino superior. Deferente das outras Sub-bacias, a Sub-bacia do Salgado apresentou resultados mais expressivos, onde 47,2% dos entrevistados possuem ensino fundamental, 22,2% ensino médio e 30,6% têm o ensino superior completo (Figura 33).

Figura 33 – Nível de escolaridade dos agricultores da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.



Fonte: Autor (2018).

Analisando as outras Sub-bacias, pode-se observar que a Sub-bacia do Médio e do Baixo Jaguaribe possuem algumas similaridades. Similaridades estas que se traduzem pelo fato do número de pessoas com nível fundamental (61,1% e 63,5%) ser quatro vezes superior ao número de pessoas com nível superior (13,9% e 14,3%). Já na Sub-bacia do Banabuiú esse número caiu pela metade, tendo constatado que 59,9% das pessoas entrevistadas possuem ensino fundamental, 10,8% possuem ensino médio e 29,7% têm o ensino superior completo.

Tabela 6 – Nível de escolaridade dos agricultores da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.

Esino	SUB-BACIAS									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Banabuiú		Salgado	
	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel
Fundamental	40	69,0	22	61,1	40	63,5	22	59,5	34	47,2
Médio	11	19,0	9	25,0	14	22,2	4	10,8	16	22,2
Superior	7	12,1	5	13,9	9	14,3	11	29,7	22	30,6
Total	58	100	36	100	63	100	37	100	72	100

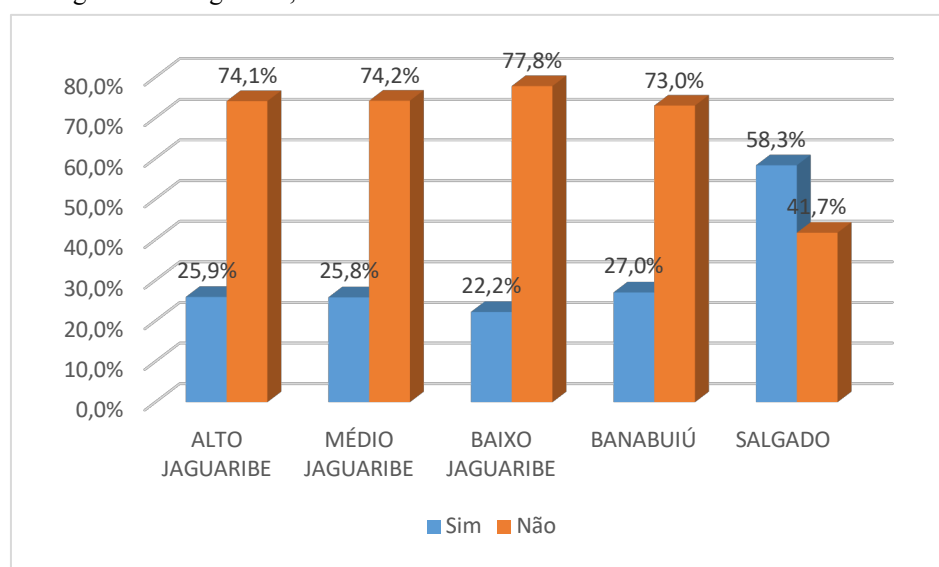
Fonte: Autor (2018).

4.3 Contextualização do seguimento de receituário agrônômico por parte dos agricultores entrevistados

Ao questionar os entrevistados se eles seguiam algum tipo de receituário agrônômico, foi possível constatar que muitos deles não sabiam o que era receituário agrônômico. Nesse sentido, visando proporcionar aos entrevistados um melhor entendimento sobre este termo, tornando-os apto a responder essa pergunta, foi dado a eles uma explicação com base na definição atribuída por Moraes (2000). Onde ele define receituário agrônômico como “um documento que contém, entre outras informações, o nome do consultante, da propriedade e sua localização; diagnóstico; recomendação técnica com o nome do produto comercial que deverá ser utilizado; cultura e área onde será aplicado; dosagens de aplicação e quantidade totais a serem adquiridas e instruções sobre a disposição final de resíduos e embalagens” (MORAES, 2000).

Feito isso, procedeu-se à entrevista e, de acordo com os dados expostos na Tabela 7, é possível constatar que os resultados obtidos são similares em todas as Sub-bacias, com exceção da Sub-bacia do Salgado. Isto é, que a maioria dos entrevistados não seguem qualquer tipo de receituário agrônômico. E de acordo com as representações gráficas da Figura 34, é possível constatar nitidamente que mais de 70% dos agricultores, das quatro primeiras Sub-bacias, não seguem qualquer receituário agrônômico.

Figura 34 – Percentagem de agricultores que seguem ou não receituário agrônômico na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.



Fonte: Autor (2018).

Curiosamente, na Sub-bacia Hidrográfica do Salgado o cenário é diferente, onde 58,3% dos entrevistados responderam que seguem receituário agrônomo e 41,7% admitiram não seguir qualquer tipo de receituário.

Tabela 7 – Caracterização dos agricultores que seguem ou não receituário agrônomo na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.

Segue o receituário agrônomo?	SUB-BACIAS									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Banabuiú		Salgado	
	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel
Sim	15	25,9	8	25,8	14	22,2	10	27,0	42	58,3
Não	43	74,1	23	74,2	49	77,8	27	73,0	30	41,7
Total	58	100	31	100	63	100	37	100	72	100

Fonte: Autor (2018).

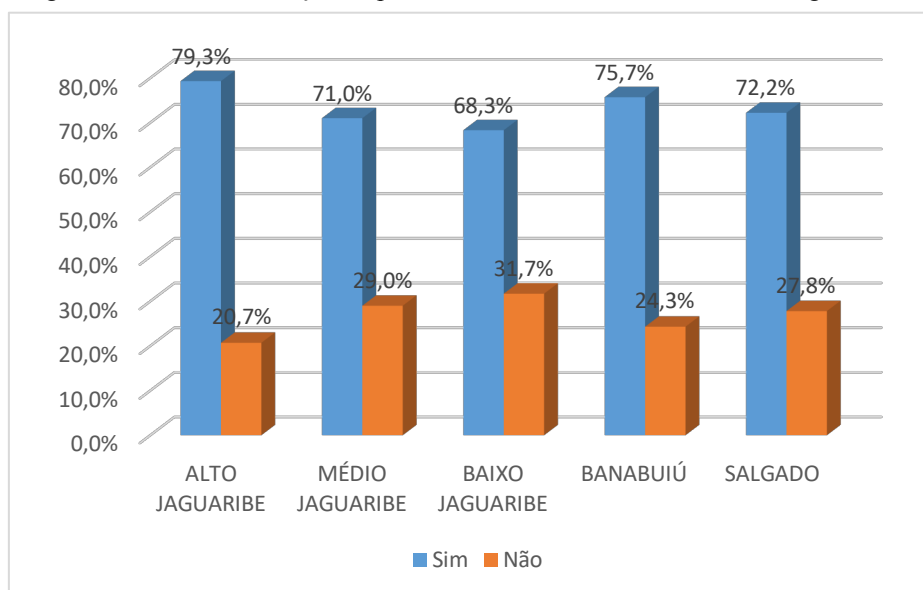
4.4 Contextualização da utilização de equipamento de proteção individual - EPI

Mesmo sabendo da necessidade e da obrigatoriedade do uso completo do Equipamento de Proteção Individual (EPI), a maioria dos entrevistados admitiram não possuir o EPI completo, alegando não achar necessário tê-los a todos, ou justificando usar outras peças de vestuário para substituir alguns dos componentes do EPI.

Embora não havia pergunta específica no questionário que pudesse indicar quais são os componentes do EPI mais utilizados, por meio do diálogo com os agricultores, foi possível constatar que o chapéu e a máscara nasal (respirador) são os componentes mais utilizados, visando proteger do sol e evitar inalação de agrotóxicos. O avental impermeável, a luva e o jaleco estão entre os menos utilizados.

Em relação ao uso de Equipamento de Proteção Individual os resultados obtidos foram similares nas cinco Sub-bacias estudadas (Tabela 8). Na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, 79,3% dos entrevistados afirmaram fazer uso de algum componente do EPI e 20,7% afirmaram não possuir qualquer item do EPI (Figura 35). Dos entrevistados na Sub-bacia do Banabuiú, que apresentou segundo melhor resultado, 75,7% dos entrevistados afirmaram fazer uso de apenas alguns componentes do EPI e 24,3% admitiram não fazer uso de nenhum dos componentes.

Figura 35 – Contextualização do percentual de uso de EPI na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.



Fonte: Autor (2018).

Observando os dados das outras Sub-bacias, é possível constatar que os agricultores da Sub-bacia do Médio Jaguaribe e do Salgado apresentaram resultados similares em relação a este quesito. Onde 71,0% e 72,2%, dos entrevistados afirmaram fazer uso de algum componente do EPI. Por outro lado, 29,0% e 27,8%, afirmaram nunca ter usado nenhum dos componentes. A Sub-bacia do Baixo Jaguaribe apresentou o pior resultado, onde apenas 68,3% dos entrevistados afirmaram fazer o uso parcial do EPI e 31,7% afirmaram não fazer o uso de nenhum dos componentes do EPI.

Tabela 8 – Contextualização do percentual de uso de EPI na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.

Faz uso de Equipamento de proteção Individual-EPI durante a aplicação dos agrotóxicos?	SUB-BACIAS									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Banabuiú		Salgado	
	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel
Sim	46	79,3	22	71,0	43	68,3	28	75,7	52	72,2
Não	12	20,7	9	29,0	20	31,7	9	24,3	20	27,8
Total	58	100	31	100	63	100	37	100	72	100

Fonte: Autor (2018).

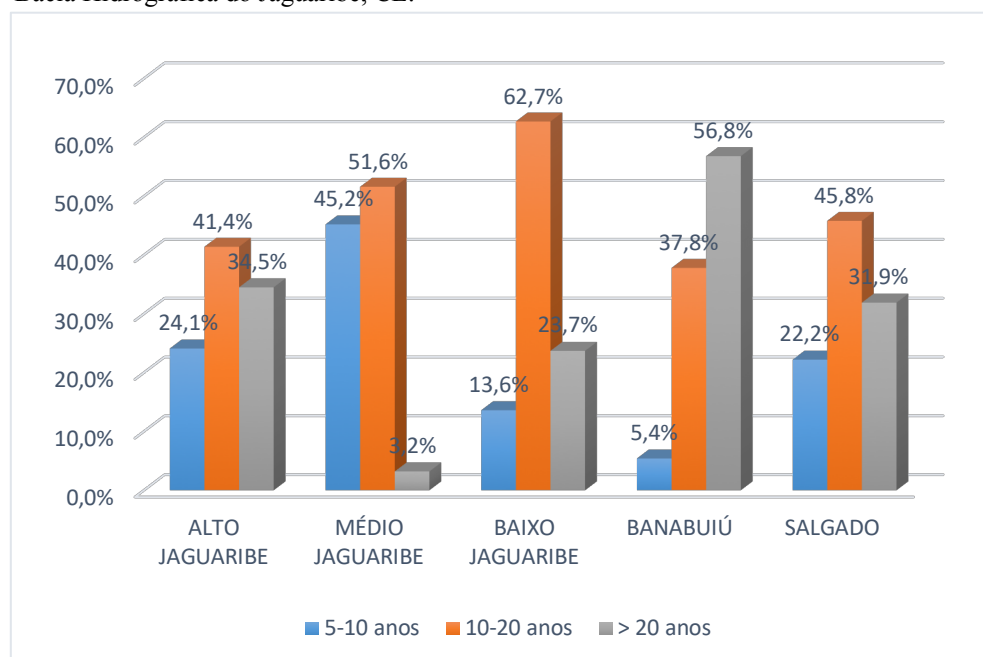
4.5 Contextualização da percepção dos agricultores entrevistados sobre os possíveis riscos à saúde, devido a anos de exposição a agrotóxicos.

Sabendo que o uso de agrotóxicos traz problemas de ordem ambiental e para a saúde pública, neste trabalho foi investigado ao longo de quantos anos esses agricultores já se encontram expostos aos vários tipos de agrotóxicos utilizados pelos mesmos, em suas lavouras.

Questionados sobre, ao longo de quantos anos vem fazendo o uso de agrotóxicos em suas lavouras, foi verificado que a Sub-bacia do Baixo Jaguaribe, tendo apresentado o pior resultado no questionário anterior, apresentou novamente um dos piores resultados em conjunto com a Sub-bacia do Banabuiú, onde 62,7% dos entrevistados afirmaram que já vêm fazendo o uso dessas substâncias entre 10-20 anos e 23,7% há mais de 20 anos (Tabela 9).

Quando se analisam os dados das outras Sub-bacias e em particular, os da Sub-bacia do Banabuiú, verifica-se que esses agricultores necessitam de uma atenção especial, uma vez que apresentam registros alarmantes. Dados apontam que 56,8% dos entrevistados dessa Sub-bacia estão expostos frequentemente aos diferentes tipos de agrotóxicos há mais de 20 anos e 37,8% entre 10-20 anos (Figura 36).

Figura 36 – Período (anos) em que o agricultor vem fazendo o uso de agrotóxicos em suas lavouras. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.



Fonte: Autor (2018).

Outros dados apresentados na Figura 36 e que de certa forma nos preocupa, recaem sobre as Sub-bacias do Alto Jaguaribe e a do Salgado, onde quase a metade dos entrevistados (41,4% e 45,8%) afirmaram estar expostos a essas substâncias entre 10-20 anos e (34,5% e 31,9%) há mais de 20 anos, respectivamente.

Com base nesses resultados e nos resultados do questionamento anterior é possível afirmar que a maioria dos entrevistados (agricultores) desconsideram os perigos à saúde, inerentes ao não uso do EPI, associado à exposição prolongada aos agrotóxicos.

Tabela 9 – Contextualização sobre o tempo de uso dos agrotóxicos em lavouras. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.

A quantos anos faz o uso de agrotóxicos em suas lavouras?	SUB-BACIAS									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Banabuiú		Salgado	
	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel
5-10 anos	14	24,1	14	45,2	8	13,6	2	5,4	16	22,2
10-20 anos	24	41,4	16	51,6	37	62,7	14	37,8	33	45,8
>20 anos	20	34,5	1	3,2	14	23,7	21	56,8	23	31,9
Total	58	100	31	100	59	100	37	100	72	100

Fonte: Autor (2018).

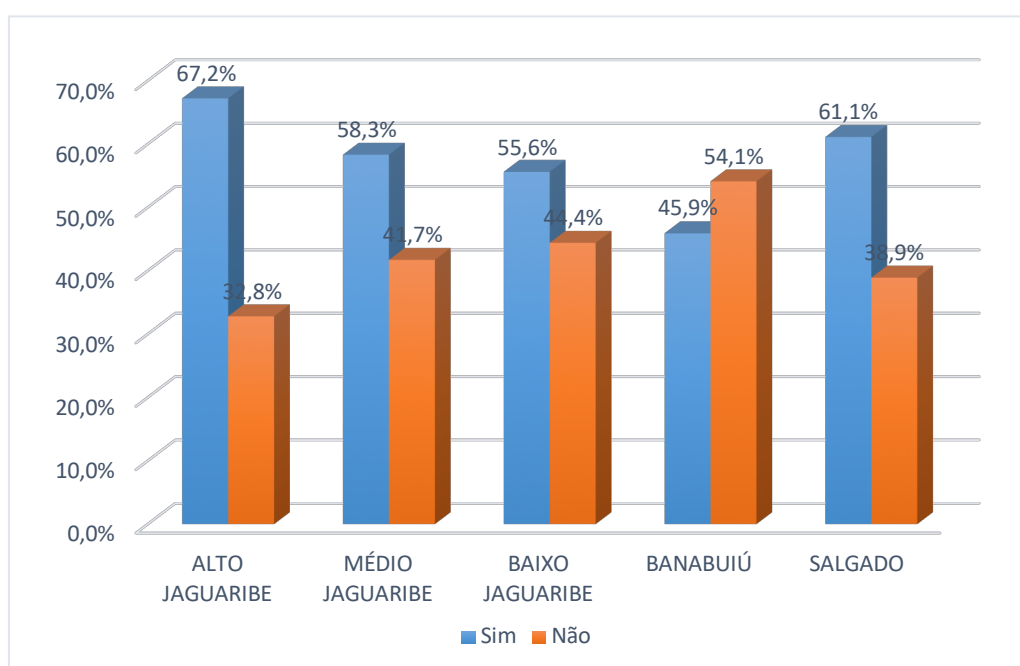
4.6 Contextualização do comportamento dos agricultores após a aplicação de agrotóxicos, seguindo às recomendações de segurança (banho e troca de roupa).

Ainda tratando de condutas de vital importância em ambientes que oferecem risco à saúde e integridade física do agricultor, foi indagado aos entrevistados sobre os hábitos pós-aplicação recomendados visando evitar intoxicações, mas concretamente sobre quem tinha o hábito de tomar banho e trocar de roupa, logo após a aplicação de agrotóxicos.

Observando os dados da Tabela 10, é possível constatar que existe diferença significativa, do ponto de vista estatístico, entre as Sub-bacias avaliadas. Diferente das Sub-bacias do Alto Jaguaribe e a do Banabuiú que apresentaram melhor e pior resultado, respectivamente, as Sub-bacias do Médio Jaguaribe, do Baixo Jaguaribe e a do Salgado apresentaram resultados similares.

Dos entrevistados da Sub-bacia do Alto Jaguaribe, 67,2% afirmaram seguir essa regra, e 32,8% responderam que não, que trocam de roupa e tomam banho no final do dia, quando retornam a casa. Outro dado que chamou bastante atenção de forma negativa é o da Sub-bacia do Banabuiú, onde apenas 45,9% dos entrevistados afirmaram tomar banho e trocar de roupa logo após a aplicação de agrotóxicos, sendo que mais da metade (54,1%) afirmaram tomar banho e trocar de roupa só no final do dia, quando voltam para casa (Figura 37).

Figura 37 – Percentuais de agricultores que afirmam tomar ou não banho e trocar de roupa logo após a aplicação de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.



Fonte: Autor (2018).

Com a análise dos dados das demais Sub-bacias (Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e Salgado), é possível constatar que os resultados obtidos ao longo da pesquisa são similares, demonstrando que, quase a metade dos entrevistados não seguem as recomendações impostas, que visam evitar possíveis intoxicações, pondo assim em risco a saúde humana. Tais dados podem ser visualizados na Tabela 10.

Tabela 10 – Números de agricultores que tomam ou não banho e trocam de roupa logo após a aplicação de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, CE.

Você toma banho e troca de roupa logo após aplicação do agrotóxico?	SUB-BACIAS									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Banabuiú		Salgado	
	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel	Freq. Abs	Freq. Rel
Sim	39	67,2	21	58,3	35	55,6	17	45,9	44	61,1
Não	19	32,8	15	41,7	28	44,4	20	54,1	28	38,9
Total	58	100	36	100	63	100	37	100	72	100

Fonte: Autor (2018).

4.7 Contextualização da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos - agricultores

Ainda falando sobre a problemática de agrotóxicos e dos seus resíduos, vale salientar, no tocante aos diversos tipos de destinação final que são dadas às embalagens vazias (queimar, enterrar, lixão, devolução) ao longo da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

Segundo os dados do InpEV, em torno de 95% das embalagens usadas atualmente para comercialização de agrotóxicos são passíveis de serem recicladas e apenas 5% dessas embalagens são incineradas, devido a sua composição. Mas, como sabemos, infelizmente não é isso que acontece, devido a vários motivos que serão mencionados no decorrer do trabalho.

E na perspectiva de melhor entender sobre as diversas destinações que são dadas às embalagens vazias de agrotóxicos, foram estudadas as cinco Sub-bacias separadamente, onde foi possível verificar que os dados se diferem até mesmo entre os municípios da mesma bacia.

Outro ponto importante a salientar é que a análise dos dados coletados ao longo da bacia mostrou a necessidade urgente de desenvolvimento de trabalhos voltados à educação ambiental. Isso porque, em alguns desses municípios que compõem a bacia, a percentagem de devolução de embalagens vazias de agrotóxicos é baixíssima. Enquanto isso, existe um percentual elevado de agricultores que afirmaram preferir amontoar e queimar as suas embalagens vazias a céu aberto, ou até mesmo destiná-los aos lixões, ao invés de efetuar a tríplex lavagem e proceder à devolução junto aos postos de recebimento. Isso porque, segundo

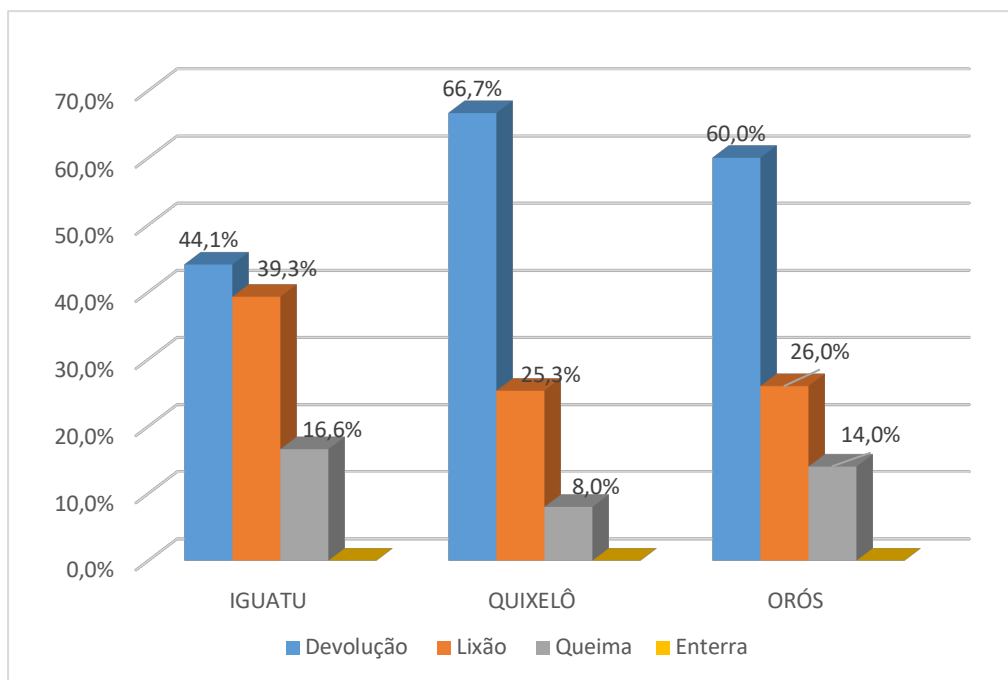
eles, por vezes os revendedores se recusam a aceitar as embalagens vazias e transportá-las até o posto de recebimento se torna inviável, devido a distância que o posto se encontra localizado.

a) Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe

Analisando os resultados da Figura 38, que mostra a distribuição do destino dado às embalagens vazias de agrotóxicos na Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe, é possível constatar que os dados apontam maior percentual de devolução para o município de Quixelô, seguido de Orós, onde 66,7% e 60% dos entrevistados afirmam optar pela devolução, por ser a prática correta. 25,3% e 26% afirmaram optar pelos lixões, sendo que, 8% e 14% afirmaram optar pela queima.

O município de Iguatu apresentou resultados menos favoráveis, onde apenas 44,1% dos entrevistados afirmaram devolver as embalagens vazias, 39,3% afirmaram optar pela queima e 16,6% afirmaram que o lixão mais próximo costuma ser o destino dado as suas embalagens vazias.

Figura 38 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Alto Jaguaribe-CE.



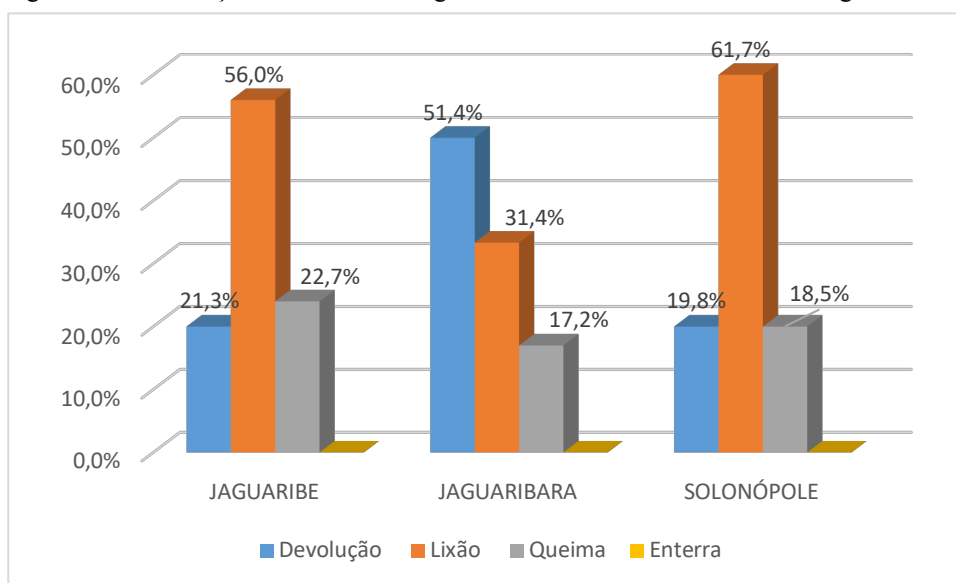
Fonte: Autor (2018).

b) Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe

Observando os resultados da Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe, percebeu-se uma diferença acentuada no que concerne à destinação final correta das embalagens vazias, apresentando, de modo geral, o pior resultado dentre as cinco Sub-bacias estudadas.

Segundo o estudo realizado por Andrade *et al.* (2001), ao longo do perímetro irrigado do Rio Trussu (CE), observou-se que 71% das embalagens vazias eram deixadas ao ar livre ou eram enterradas e 1,52% das embalagens eram reutilizadas, o que acaba oferecendo risco grave à saúde humana e ao meio ambiente. Tal cenário se torna ainda mais preocupante ao constatar que, em 2017, pouca coisa mudou. Isso pode ser constatado na Figura 39, onde é possível observar que nos municípios de Jaguaribe e Solonópole, o número de embalagens devolvidas ao revendedor/posto de recebimento (21,3% e 19,8%) é praticamente três vezes menor que as destinadas aos lixões (56% e 61,7%), respectivamente. Foram também constatados resultados considerados elevados e preocupantes no que tange às embalagens que são queimadas, com percentual de 22,7% no município de Jaguaribe e 18,50% em Solonópole. A pesquisa evidenciou que desses três municípios do Médio Jaguaribe, o município de Jaguaribara foi o que apresentou melhor resultado, onde 51,4% dos entrevistados afirmaram retornar as suas embalagens vazias, 31,4% destinam aos lixões e 17,2% ainda optam pela queima. Mesmo admitindo saber que esta prática é um crime ao meio ambiente e à saúde humana.

Figura 39 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Médio Jaguaribe-CE.

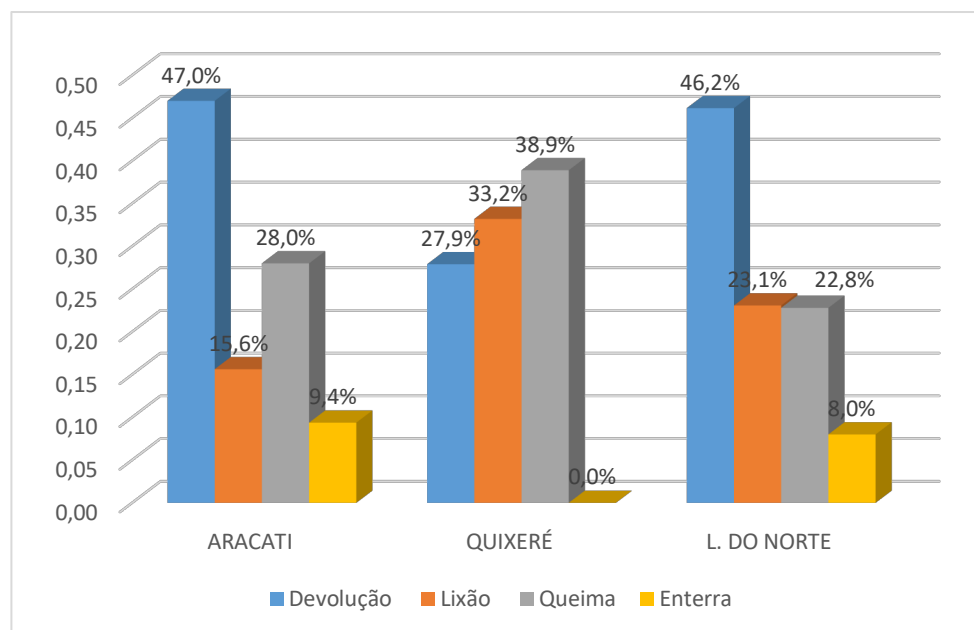


Fonte: Autor (2018).

c) Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe

Assim como na Sub-bacia do Médio Jaguaribe, os resultados obtidos relativos à devolução de embalagens vazias na Sub-bacia do Baixo Jaguaribe, também não foram favoráveis, apresentando desproporcionalidade entre a devolução e a queima, que chega a ser preocupante (Figura 40). Com percentuais de devolução abaixo da média, sendo 47% para o município de Aracati, 27,9% para Quixeré e 46,2% para Limoeiro do Norte. Também foi constatado que 15,6%, 33,2% e 23,1% dos produtores destinam as suas embalagens vazias aos lixões. Ao passo que 28%, 38,9% e 22,8% dos produtores entrevistados responderam optar pela queima ao invés da devolução. Boa parte dos entrevistados justificou que a prática da queima é motivada pela inexistência de postos de recebimento na região ou porque os revendedores de agrotóxicos se recusam receber as embalagens vazias.

Figura 40 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Baixo Jaguaribe-CE.



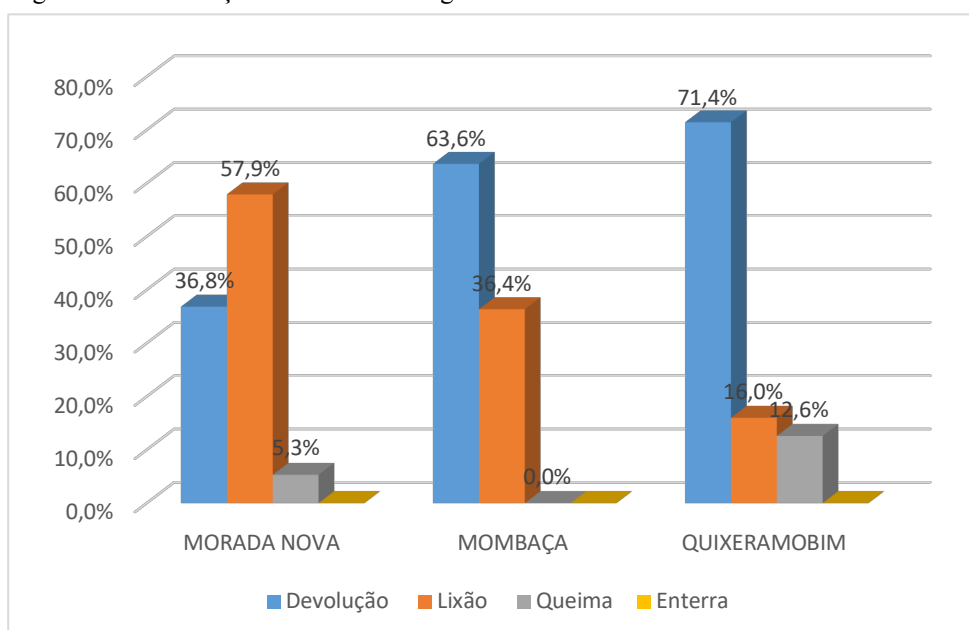
Fonte: Autor (2018).

d) Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú

Analisando os dados da Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú, percebeu-se que o município de Morada Nova é o único que apresentou resultados desfavoráveis, no grupo dos três municípios avaliados, tendo demonstrado evidências de que apenas 36,8% dos entrevistados afirmaram destinar corretamente as suas embalagens vazias. 57,9% afirmaram destinar as suas embalagens aos lixões e 5,3% responderam optar pela queima (Figura 41).

Já nos municípios de Mombaça e Quixeramobim observaram-se cenários diferentes, no que tange ao percentual de devolução. Observou-se que no município de Mombaça, 63,6% dos entrevistados efetuam a devolução das suas embalagens e 36,4% escolhem os lixões como o destino final. Com percentual de devolução ainda mais elevado, no município de Quixeramobim, 71,4% afirmaram fazer devolução das suas embalagens vazias, 16% destinação aos lixões e o restante 12,6% optam pela queima.

Figura 41 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Banabuiú-CE.



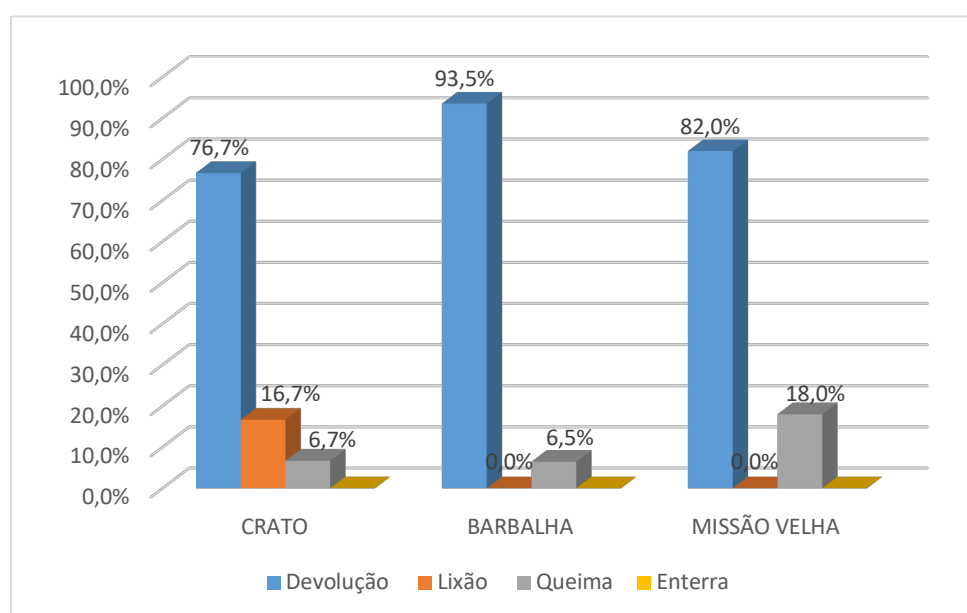
Fonte: Autor (2018).

e) Sub-bacia Hidrográfica do Salgado

Como se sabe, o percentual de devolução/coleta reflete a tendência para a logística reversa das embalagens vazias. E observando a Figura 42 é possível constatar que, ao longo da Sub-bacia Hidrográfica do Salgado, a realidade é bem diferente das outras Sub-bacias, tendo apresentado percentuais de devoluções de embalagens vazias bem acima de 75% em todos os municípios avaliados.

O município de Crato foi o que apresentou resultado menos favorável dentre os três municípios avaliados. No total dos produtores entrevistados, 76,7% afirmaram optar pela devolução das suas embalagens vazias, 16,7% afirmaram optar pelos lixões e 6,7% pela queima. Para os municípios de Barbalha e Missão Velha, que apresentaram resultados bem acima do esperado, é possível constatar que, na totalidade das embalagens de agrotóxicos utilizadas nas lavouras, 93,5% e 82% dessas embalagens são destinadas corretamente. E uma pequena parte (6,5% e 18,0%) dessas embalagens são queimadas (Figura 42).

Figura 42 – Destinação final das embalagens vazias na Sub-bacia do Salgado-CE.



Fonte: Autor (2018).

4.8 Contextualização das empresas revendedoras/distribuidoras de agrotóxicos

4.8.1 Determinação do número de empresas a serem entrevistadas

Com base em dados fornecidos pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE, 2016), a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe possuía até aquele momento 16 lojas com licença vigente para a comercialização de agrotóxicos. A distribuição dessas lojas e os municípios a que correspondem estão mostrados na Quadro 8.

Devido ao número reduzido de lojas, optou-se por aplicar questionários em todas elas (tamanho amostral = 16). Caso contrário, o cálculo amostral para determinar a quantidade de questionários a serem aplicados seria feito de forma semelhante ao cálculo amostral do número de irrigantes.

Quadro 8 - Empresas licenciadas pela Semace para comercialização de Agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.

Município	Empresas
<i>Quixelô</i>	Casa do Produtor Rural
	Depósito da construção
<i>Iguatu</i>	Agroterra
	Agromil iguatu
	Terra Fértil
	Casa veterinária Arca do Noé
<i>Limoeiro do Norte</i>	Cidagro
	Cultivar Agrícola
	Agrovale
	SC Tec
	Agreste Agrícola
<i>Morada Nova</i>	Terra Fértil
	Casa do Campo
<i>Quixeramobim</i>	Casa do Campo
<i>Mombaça</i>	Provet
	Veterinário Sto. Inácio

Fonte: Autor (2017).

4.8.2 Contextualização do compromisso dessas lojas com o recebimento, armazenamento e destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos

Assim como os postos de recebimento, os estabelecimentos comerciais licenciados devem receber embalagens vazias devolvidas pelos agricultores, destinando-as posteriormente para os postos ou central de recebimento.

Segundo o InpEV, as devoluções das embalagens nos estabelecimentos comerciais licenciados podem ser feitas no prazo máximo de um ano após a data da compra, mediante a apresentação da nota fiscal. Caso a empresa não possua um depósito, ela deve estar credenciada junto a algum posto de recebimento devidamente reconhecido pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV).

Resultados obtidos das entrevistas apontam que alguns estabelecimentos comerciais armazenam as embalagens vazias recolhidas em galpões cobertos e ventilado, conforme estabelece a Norma (Figura 43).

Figura 43 – Galpão de armazenamento de embalagens vazias de agrotóxicos - Morada Nova, Ceará.



Fonte: Autor (2018).

Outros, no entanto, afirmaram armazenar suas embalagens vazias na parte externa do estabelecimento (Figura 44), sendo posteriormente enviadas ao posto ou central de recebimento mais próximo.

Figura 44 – Galpão de estabelecimento comercial de agrotóxicos - Limoeiro do Norte, Ceará.



Fonte: Autor (2018).

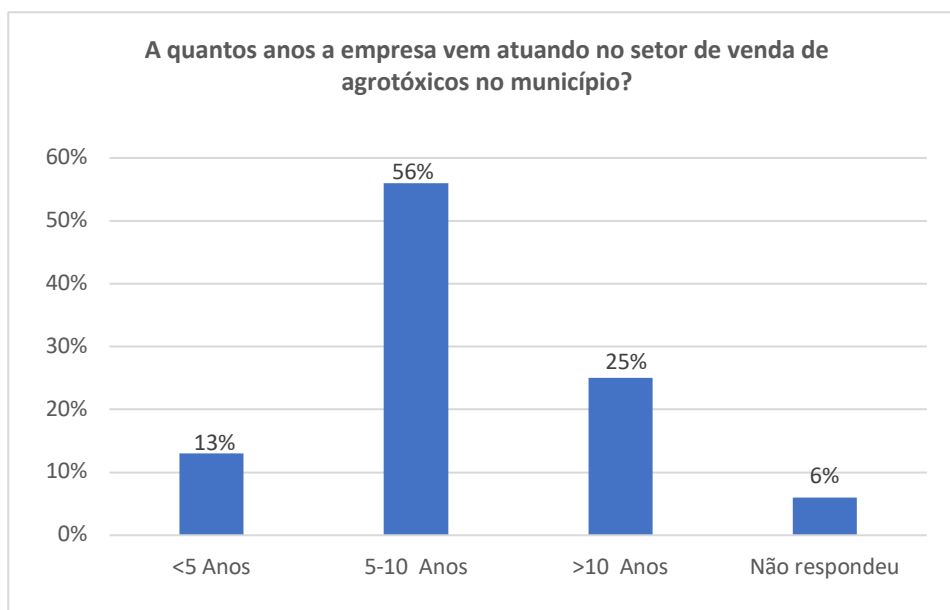
4.8.3 Contextualização dos dados das empresas entrevistadas

No total, foram entrevistadas 16 empresas que possuíam licenças vigentes para comercialização de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, como mostra o Quadro 8. A pesquisa foi direcionada a questões que visavam saber sobre o tempo de atuação dessas empresas, a venda, o recebimento das embalagens vazias, o armazenamento e a disposição final dessas embalagens pelas referidas empresas.

4.8.4 Contextualização do tempo de atuação dessas empresas no setor de venda de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe

Questionando os representantes dessas empresas sobre a quantos anos o estabelecimento vem atuando no setor da venda de agrotóxicos, 13% dos entrevistados afirmaram ter menos de 5 anos, 56% afirmaram ter entre 5 e 10 anos, 25% afirmaram ter mais de 10 anos e 6% não responderam esse questionamento, achando se tratar de uma fiscalização, ou alegando que as informações são confidenciais e reservadas à empresa (Figura 45).

Figura 45 – Contextualização da atuação (duração em anos) das empresas revendedoras de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.

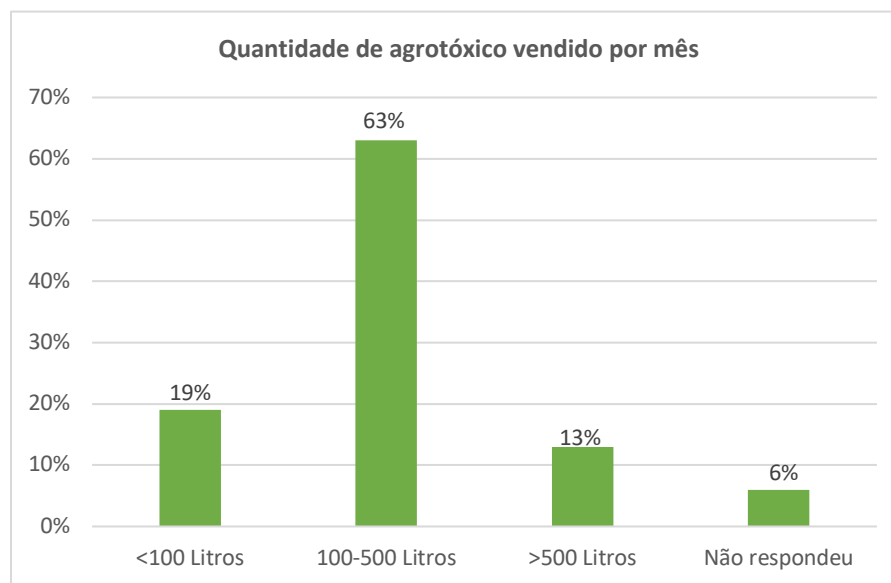


Fonte: Autor (2018).

4.8.5 Contextualização da quantidade de agrotóxicos que são vendidas mensalmente

Para se ter uma noção da quantidade de embalagens de agrotóxicos que saem dessas lojas, foi questionado aos entrevistados sobre a quantidade de agrotóxicos vendida por mês. Com isso, 19% dos entrevistados afirmaram vender menos de 100 litros de agrotóxicos por mês, 63% afirmaram vender entre 100-500 Litros, 13% afirmaram chegar a vender mais de 500 Litros de agrotóxicos no período de maior consumo, e 6% não responderam ao questionamento (Figura 46).

Figura 46 – Contextualização da quantidade de agrotóxicos que são vendidos mensalmente na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

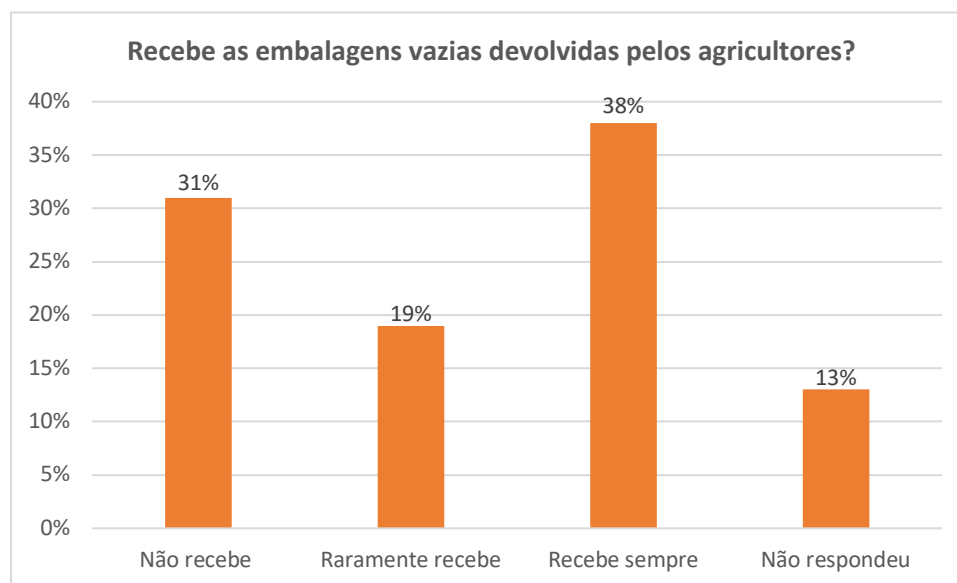
4.8.6 Contextualização do posicionamento dessas empresas revendedoras de agrotóxicos em relação ao recebimento das embalagens vazias de agrotóxicos

Objetivando verificar o funcionamento do processo de logística reversa de embalagens vazias, entre o agricultor e as empresas revendedoras de agrotóxicos, foi questionado a esses estabelecimentos sobre qual a sua posição em relação ao recebimento das embalagens vazias devolvidas pelos agricultores, e os resultados obtidos não foram favoráveis.

Tais fatos podem ser observados na Figura 47, onde, dos 16 estabelecimentos entrevistados, 5 deles (31%) afirmaram que não recebem embalagens vazias, por não possuírem espaços para armazenamento e por outros motivos não mencionados. Por outro lado, 3 estabelecimentos (19%) afirmaram que raramente recebem e 6 estabelecimentos (38%) afirmaram receber sempre todo e qualquer tipo de embalagem. Os restantes (13%) não responderam ao questionamento.

Analisando cuidadosamente esses resultados, onde 31% dos estabelecimentos afirmam não receber embalagens vazias, é possível constatar que há um descumprimento da Lei 9.974/00 e Resolução Conama 465/2014, que atribuíram responsabilidades compartilhadas e obrigam os estabelecimentos comerciais a receberem embalagens vazias de agrotóxicos e afins.

Figura 47 – Contextualização do posicionamento das empresas revendedoras em relação ao recebimento das embalagens vazias de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.

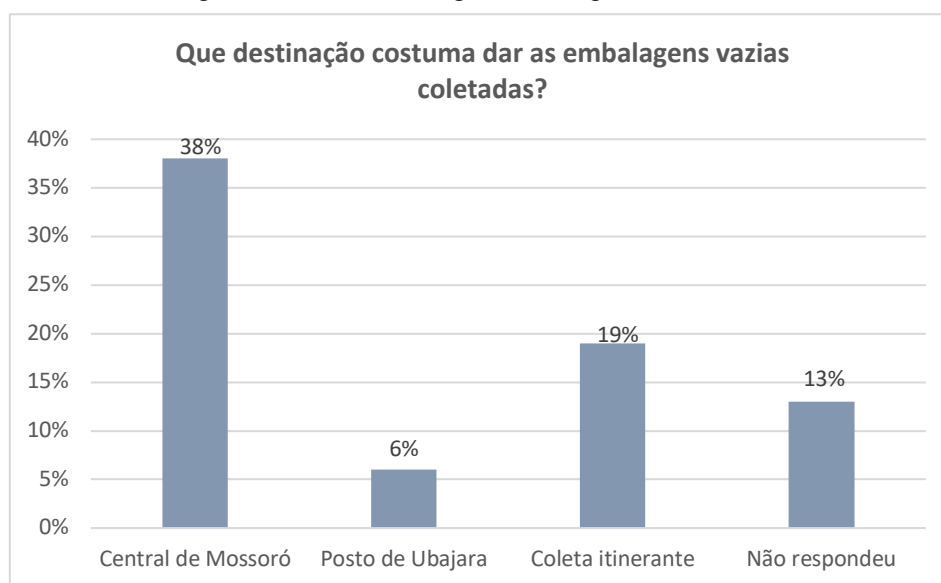


Fonte: Autor (2018).

4.8.7 Contextualização da destinação final das embalagens vazias recebidas dos agricultores

Também foi questionado a essas empresas sobre a disposição final das embalagens vazias recebidas, e 38% dos entrevistados afirmaram devolver as suas embalagens vazias junto à central de recebimento de Mossoró, devido a sua proximidade e fácil acesso. 19% afirmaram que costumam armazenar as embalagens nos depósitos, aguardando o período da coleta itinerante e apenas 6% afirmaram que devolvem as suas embalagens vazias junto ao posto de recebimento de Ubajara. Os restantes 13% não responderam ao questionamento, como mostrado na Figura 48.

Figura 48 – Contextualização da destinação final das embalagens vazias recebidas pelas empresas revendedoras de agrotóxicos. Bacia Hidrográfica do Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

4.9 Contextualização das unidades de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos existentes no Estado do Ceará

Ao longo de vários anos, o Estado Ceará contou com apenas uma única unidade de recebimento de embalagens vazias de defensivos agrícolas.

Analisando o sistema de coleta existente, foi possível constatar que esse único posto é insuficiente para coletar todas as embalagens vazias de agrotóxicos do Estado. Nesse sentido, o sistema de coleta das embalagens vazias de agrotóxicos, a Associação do Comércio Agropecuário do Semiárido (Acasa), com apoio do inpEV, inauguraram no dia 25 de agosto de 2017, o posto de recebimento de Quixeré, com capacidade para receber até 60 toneladas do material por ano, visando atender os agricultores locais, das cidades vizinhas (Limoeiro do Norte, Jaguaribe, Jaguaribara, Morada Nova), entre outros localizados na região da Chapada do Apodi/CE, na divisa entre o Estado do Ceará e Rio Grande do Norte.

O critério para a implantação das unidades de coleta é a localização próxima à zona rural ou industrial, em terreno preferencialmente plano, não sujeito a inundação e distante de corpos hídricos. Além disso, unidades de coleta devem ser locais cobertos, de acesso restrito, ventilado e seguindo os preceitos da Lei 9.974/00. Além disso, existe um padrão definido para a implantação, instalação, construção, licenciamento, credenciamento e operação dos postos e

centrais de recebimento. Da mesma forma, existe padrão para recebimento, armazenamento e transporte de embalagens vazias, por se tratarem de resíduos perigosos.

As embalagens recebidas no posto de recebimento são separadas por tipo e tamanho, conforme as Figuras 49 e 50. São estocadas e armazenadas temporariamente, para serem, posteriormente, enviadas para a central de recebimento de Teresina ou Mossoró, em função da disponibilidade de recebimento.

Figura 49 – Separação das embalagens vazias por tipo e tamanho – Posto de Ubajara/CE, (2017).



Fonte: Autor (2018).

Figura 50 – Separação das embalagens vazias por tamanho – Posto de Ubajara/CE, (2017).



Fonte: Autor, (2018).

Neste trabalho, a pesquisa de campo foi realizada no posto de recebimento de embalagens vazias de defensivos agrícolas de Ubajara (CE), que até o mês de agosto 2017, era a única unidade de coleta instalada no nosso Estado. Ao longo dessa pesquisa foi possível constatar que:

- Para poder operar, o posto de recebimento tem a obrigatoriedade de apresentar anualmente um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), Plano de Risco do Posto de Recebimento (PRPR), Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e Programa de Prevenção dos Riscos Ambiental (PPRA), atualizados;
- O posto de recebimento chega a receber entre 26 e 70 toneladas de embalagens vazias de defensivos agrícola por ano;
- As embalagens vazias são entregues de forma voluntária pelos agricultores, empresas agrícolas e revendedoras;
- O posto recebe todos os tipos de embalagens vazias, sem restringir a marca ou o tipo de produto nela contido;
- No total das embalagens vazias que chegam ao posto de recebimento, 83% são provenientes dos municípios da Serra de Ibiapaba: Guaraciaba do Norte, Ubajara, Tianguá, Ibiapina, Granja, Cariré e Viçosa do Ceará. O que nos leva a constatar que o posto de Ubajara beneficia na sua maioria os municípios vizinhos e tornando quase que impróprio para os demais municípios (Figura 51).
- 93,8% das embalagens vazias, quando recebidas no posto de recebimento, são separados por tipo e tamanho, e são empilhados;
- Quando o ponto de coleta atinge a sua capacidade máxima de armazenamento, é solicitado às centrais de recebimento de Mossoró ou Teresina, a coleta e destinação final correta das embalagens vazias;
- O destino final das embalagens vazias é definido pelo InpEV, podendo ser as Recicladoras ou Incineradoras parceiras do Instituto;
- Inúmeras são as vantagens da implantação do posto de recebimento de embalagens vazias de defensivos agrícolas, podendo-se destacar a redução do volume de embalagens vazias que são destinadas aos lixões, aterros sanitários e queimadas a céu aberto, trazendo sérios problemas à saúde pública e ambiental;
- Dentre as desvantagens, destacam-se a localização do posto de recebimento em relação aos municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe,

dificultando a coleta das embalagens vazias nesses municípios; falta de cobrança por parte dos órgãos ambientais, pelo uso de área pública para armazenamento temporário de embalagens vazias; falta de supervisão periódica (a cada 3 meses), por parte do Ibama e da Semace;

Figura 51 – Contextualização dos municípios com maior percentual de devolução de embalagens vazias de agrotóxicos no Posto de Recebimento de Ubajara-CE.



Fonte: Adaptado de Google (2018).

4.10 Análise comparativa entre os dados obtidos nesta pesquisa com os obtidos em outros trabalhos

Para se ter uma visão mais abrangente sobre a percepção dos agricultores de outros Estados sobre os danos causados pelos agrotóxicos à saúde e ao meio ambiente, foi feito um estudo comparativo entre os resultados obtidos nesta pesquisa com os obtidos em trabalhos desenvolvidos por Filho (2013), no Estado da Bahia, Calegari *et al.* (2017), no Estado do Rio Grande do Sul, Dos Santos *et al.*, (2012), no Estado da Paraíba e Mendes *et al.*, (2014), no Estado do Ceará. Ambos voltadas à problemática do uso de agrotóxicos e seus impactos à saúde humana e ao meio ambiente.

Foram comparados resultados relacionados a Faixa etária dos entrevistados, Nível de escolaridade, Uso de agrotóxicos, Uso de EPI's, Realização da tríplice lavagem e Destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos, e concluiu-se que em todos esses Estados os resultados são similares, assim como mostra a Tabela 11. Ou seja, vêm havendo descumprimento das Leis vigentes que obriga a devolução, o recebimento, bem como a destinação final correta das embalagens vazias, tanto por parte dos agricultores, como também das empresas revendedoras/distribuidoras de agrotóxicos.

Tabela 11 - Estudo comparativo entre estudos realizados em quatro Estados.

ESTADOS	ESTADO DA BAHIA		ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL		ESTADO DA PARAÍBA		ESTADO DO CEARÁ	
BACIA HIDROGRÁFICA / MUNICÍPIO	Município de Planalto		Município de Santa Cruz do Sul		Município de Santa Terezinha		Município de Tianguá	
TÍTULO DO TRABALHO	Contextualização do uso de herbicidas em Lavouras de café no município de Planalto-BA		Embalagens vazias de agrotóxicos: avaliação dos fumicultores da Linha João Alves-RS		O uso indiscriminado de agrotóxico na agricultura familiar no assentamento Aroeira-PB		O uso de agrotóxicos por agricultores no município de Tianguá-CE	
AUTOR DO TRABALHO	FILHO (2013)		CALEGARI et al., (2017)		Dos SANTOS et al., (2012)		MENDES et al., (2012)	
CULTURA	Café		Fumicultura		Frutas		Frutas E Hortaliças	
Nº DE PRODUTORES	30		30		22		46	
FAIXA ETÁRIA	18-24	13%	21-40	23%	20-35	9%	18-30	35%
	25-64	47%	41-60	67%	36-60	86%	31-60	54%
	> 64	40%	> 60	10%	> 60	5%	> 60	11%
NÍVEL DE ESCOLARIDADE	Fundamental	93%	Fundamental	77%	Fundamental	91%	Fundamental	N/D
	Médio	7%	Médio	0%	Médio	4%	Médio	N/D
	Superior	0%	Superior	0%	Superior	5%	Superior	N/D
USO DE AGROTÓXICOS	Utilizam	95%	Utilizam	93%	Utilizam	100%	Utilizam	95%
	Não utilizam	5%	Não utilizam	7%	Não utilizam	0%	Não utilizam	5%

ESTADOS	ESTADO DA BAHIA		ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL		ESTADO DA PARAÍBA		ESTADO DO CEARÁ	
USO DE EPI's	Uso completo	0%	Uso completo	27%	Uso completo	0%	Uso completo	0%
	Uso incompleto	79%	Uso incompleto	73%	Uso incompleto	91%	Uso incompleto	85%
	Não utilizam	21%	Não utilizam	0%	Não utilizam	9%	Não utilizam	15%
REALIZA TRIPLICE LAVAGEM	Sim	29%	Sim	N/D	Sim	N/D	Sim	N/D
	Não	71%	Não	N/D	Não	N/D	Não	N/D
DESTINAÇÃO FINAL DAS EMBALAGENS VAZIAS	Deixa na lavoura	32%	Deixa na lavoura	16%	Deixa na lavoura	41%	Deixa na lavoura	17%
	Enterra	11%	Enterra	14%	Devolve corretamente	0%	Guarda em casa	2%
	Guarda em galpão	11%	Guarda em galpão	12%	Devolve onde comprou	0%	Guarda em galpão	28%
	Devolve corretamente	0%	Devolve corretamente	3%	Lixão mais próximo	32%	Devolve corretamente	20%
	Queima	46%	Outros destinos	55%	Outros destinos	27%	Outros destinos	33%

Fonte: Autor (2018).

Quanto à faixa etária dos entrevistados, observou-se que 47% dos agricultores se encontravam entre 25 e 64 anos para o Estado da Bahia (BA); 67% entre 41 e 60 anos para o Estado do Rio Grande do Sul (RS), 86% entre 36 e 60 anos para o Estado da Paraíba (PB) e 54% se encontravam entre 31 e 60 anos para o Estado do Ceará (CE). Ou seja, existe uma predominância da faixa adulta entre os entrevistados em todos os Estados.

Em relação à escolaridade, verificou-se que o nível entre os entrevistados é muito baixo, sendo que aproximadamente 93% (BA), 100% (RS) e 91% (PB) dos entrevistados apresentam apenas o Ensino Fundamental. Verifica-se também que há um grande número de analfabetos operando no campo. Já no trabalho desenvolvido por Mendes *et al.*, (2012), no Estado do Ceará, ele não fez a avaliação desse parâmetro.

Com relação à utilização de agrotóxicos nas lavouras, fica evidente em relação à população amostrada que esta prática é comum para 95% da população amostrada no Estado da Bahia, 93% no Rio Grande do Sul, 100% na Paraíba e 95% no Estado do Ceará.

Em relação a utilização do equipamento de proteção individual (EPI) durante a fase de preparo e aplicação de agrotóxico na lavoura pode-se verificar que 79% da população amostrada no Estado da Bahia, 73% no Rio Grande do Sul, 91% na Paraíba e 85% no Estado do Ceará, utilizam de forma incompleta os EPI's. Já 21% (BA), 9% (PB) e 15% (CE) dos entrevistados afirmaram não utilizar qualquer equipamento de proteção.

Segundo Troian *et al.*, (2009), as embalagens vazias de agrotóxicos podem representar riscos tanto para a saúde pública como para o meio ambiente. Por esse motivo, a sua destinação final correta merece atenção especial, no sentido de reduzir esses riscos, assim como evitar a contaminação do meio ambiente. Entretanto, neste estudo comparativo observou-se que 46% da população amostrada no Estado da Bahia afirmaram queimar suas embalagens vazias, 41% no Estado da Paraíba afirmaram jogar suas embalagens em lixões ou deixar a céu aberto, 55% no Rio Grande do Sul e 33% no Estado do Ceará, afirmaram dar outros destinos as suas embalagens vazias (queimar, enterrar ou guardar). Em relação a destinação final correta (devolução em locais indicados), dos quatro Estados estudados, apenas 3% dos agricultores do Rio Grande do Sul e 20% do Estado do Ceará afirmaram destinar corretamente suas embalagens vazias.

Com base nos resultados da Tabela 11, onde é possível constatar percentuais de devoluções de embalagens bem abaixo do padrão desejado, é possível afirmar que a destinação final correta das embalagens vazias é uma problemática que vêm afetando não só o Estado do

Ceará, mas também vários outros Estados do Brasil, merecendo atenção especial de todos os envolvidos, assim como dos órgãos ambientais.

4.11 Determinação da quantidade de subpostos de recebimento de embalagens vazias na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, Ceará.

Com base nos resultados obtidos, sobre a destinação final das embalagens vazias, é possível afirmar que essa situação é preocupante em quase todos os municípios. Por esse motivo, concluiu-se pela necessidade de desenvolver modelo matemático para quantificar e alocar, de forma otimizada, subpostos de recebimento de embalagens vazias, nos principais municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe. Subpostos estes, que devem funcionar como coletores intermediários, visando aumentar o percentual de devolução dessas embalagens.

O método multicriterial proposto (AHP) objetiva determinar os municípios ótimos para alocação de subpostos de recebimento de embalagens, conforme descrito na metodologia do trabalho.

A quantidade determinada de subpostos a serem instalados, encontrada a partir das equações (3, 4 e 5), foi de 37 subpostos, distribuídos nas cinco Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe. Sendo que desse total, 11 subpostos seriam instalados na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, 6 subpostos no Médio Jaguaribe, 4 subpostos no Baixo Jaguaribe, 5 subpostos na Sub-bacia do Banabuiú e 11 subpostos na Sub-bacia do Salgado, conforme especificados nos cálculos abaixo.

$$n_i = \frac{Z^2 * p * q * N}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (3)$$

$$n_i = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 81}{0,1^2 * (81 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$n_i = 67$ subpostos de recebimento.

De acordo com Feitosa (2016), quando o valor inicial da amostra ultrapassa 5% do valor total, como neste caso, deve-se proceder à uma correção do valor obtido, de modo a obter o mínimo de subpostos possível. E isso foi feito adotando a expressão da equação 5.

$$n_f = (n_i) / ((1 + n_i) / N) \quad (5)$$

$$n_f = (67) / ((1 + 67) / 81)$$

$n_f = 37$ subpostos de recebimento na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

A determinação do número de postos estratificados para cada uma das cinco Sub-bacias (Tabela 12) foi feita por intermédio da equação 4.

$$n_{Sub-bacia} = \frac{n_f * N_{municipios}}{N} \quad (4)$$

- Sub-bacia do Alto Jaguaribe

$$n_{alto\ Jaguaribe} = \frac{37 * 24}{81} = 11 \text{ subpostos de recebimento}$$

- Sub-bacia do Médio Jaguaribe

$$n_{médio\ Jaguaribe} = \frac{37 * 13}{81} = 6 \text{ subpostos de recebimento}$$

- Sub-bacia do Baixo Jaguaribe

$$n_{baixo\ Jaguaribe} = \frac{37 * 9}{81} = 4 \text{ subpostos de recebimento}$$

- Sub-bacia do Banabuiú

$$n_{banabuiú} = \frac{37 * 12}{81} = 5 \text{ subpostos de recebimento}$$

- Sub-bacia do Salgado

$$n_{salgado} = \frac{37 * 23}{81} = 11 \text{ subpostos de recebimento}$$

Tabela 12 - Número de subpostos de recebimento para cada Sub-bacia do Rio Jaguaribe

Sub-bacias hidrográficas do Rio Jaguaribe	Número de subpostos de recebimento
Alto Jaguaribe	11
Médio Jaguaribe	6
Baixo Jaguaribe	4
Banabuiú	5
Salgado	11

Fonte: Autor (2018).

4.12 Distribuição/Alocação dos subpostos de recebimento nos municípios

Como dito anteriormente, o objetivo principal do uso do método AHP consistiu em determinar a solução ótima, indicando quais os municípios de melhor localização para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos, dentro da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.

Primeiramente foi determinado o número de subpostos a serem instalados em cada uma das Sub-bacias, conforme descrito no alínea anterior (alínea 4.11).

Em seguida, fez-se a avaliação e seleção dos municípios ótimos, seguindo as etapas descritas no Fluxograma da metodologia AHP (Figura 52), onde foram analisados 81 municípios, distribuídos em cinco sub-bacias, com base nos seguintes parâmetros: População,

Área, Densidade demográfica, Índice de Desenvolvimento Humano médio (IDH-m), Renda média e Números de lojas (Apêndice IV).

As etapas envolvidas no processo de avaliação e seleção dos municípios ótimos serão descritas a seguir:

4.12.1 Primeira etapa

A primeira etapa deste método consiste em determinar o problema, por meio do modelo hierárquico construído para analisar e escolher os municípios ótimos para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. Foram utilizadas ferramentas de decisão multicritério “Software *SuperDecisions* e *Algoritmo em Planilhas eletrônicas Excel*”, como ferramenta computacional, para ajudar na tomada de decisão. Os resultados obtidos nas duas condições foram idênticos, ajudando a constatar que ambas as metodologias procedem e que o modelo de algoritmo elaborado em Planilhas Excel é eficaz, como já se previa.

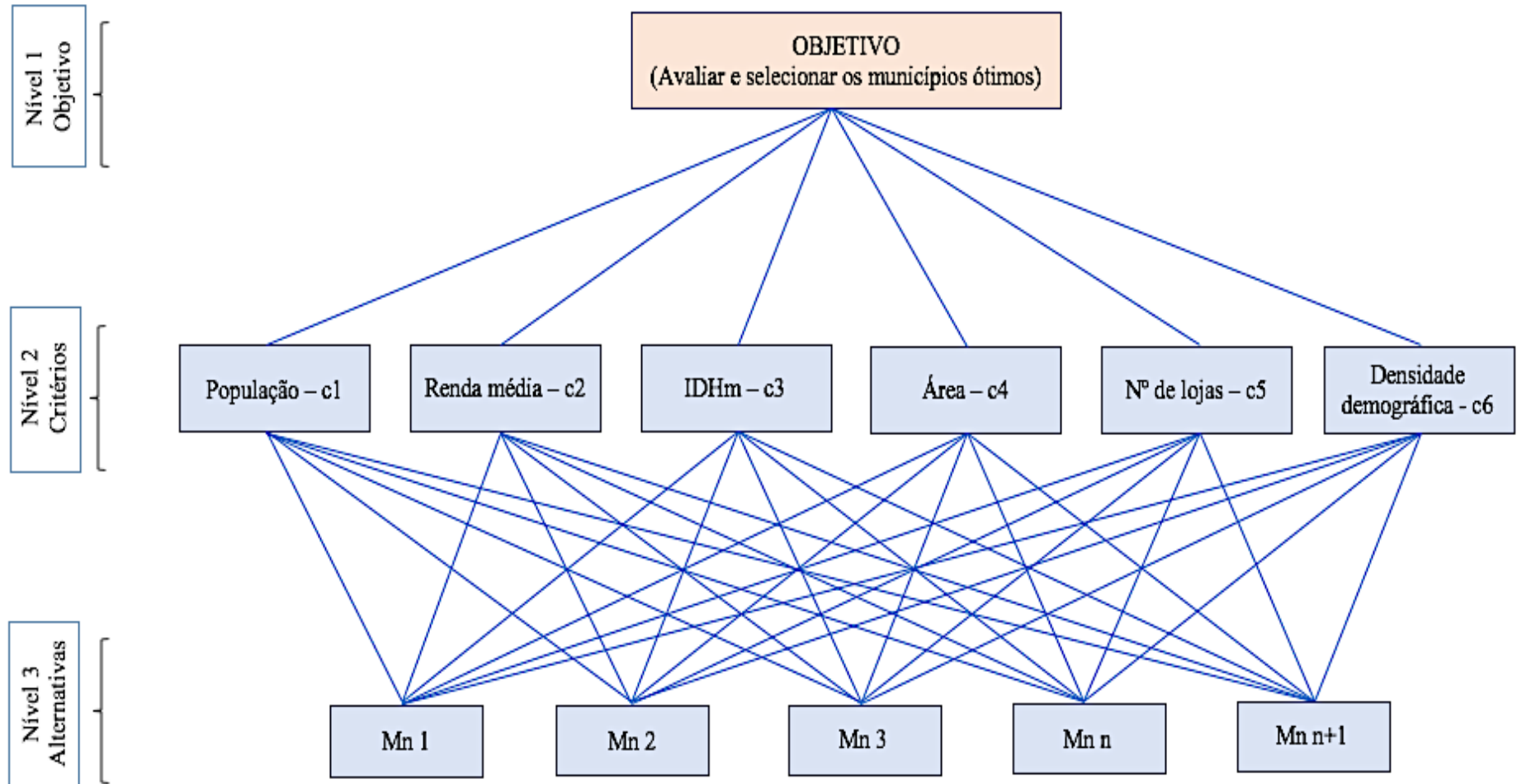
A simulações passo a passo ilustradas abaixo, foram feitas usando apenas os dados da Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe. E os resultados das outras bacias serão apresentados de forma resumido, evitando repetições de simulações.

O modelo hierárquico gerado pelos dois métodos, conforme ilustrado nas Figuras 52 e 53, é composto por três níveis principais. O nível superior (nível 1) representa o objetivo principal. O nível 2 representa os principais critérios e o nível 3 contém as alternativas de decisão que afetam o processo de seleção.

- Objetivo: Avaliar e selecionar os municípios ótimos;
- Critérios: População (c1), Renda média (c2), IDH-m (c3), Área (c4), Número de lojas que comercializam agrotóxicos (c5) e Densidade demográfica (c6). São os parâmetros de resposta utilizados para avaliar cada município.
- Alternativas: Municípios (Mn1, Mn2, Mn3...Mnx). São as possíveis alternativas a serem escolhidos, como solução ótima do problema.

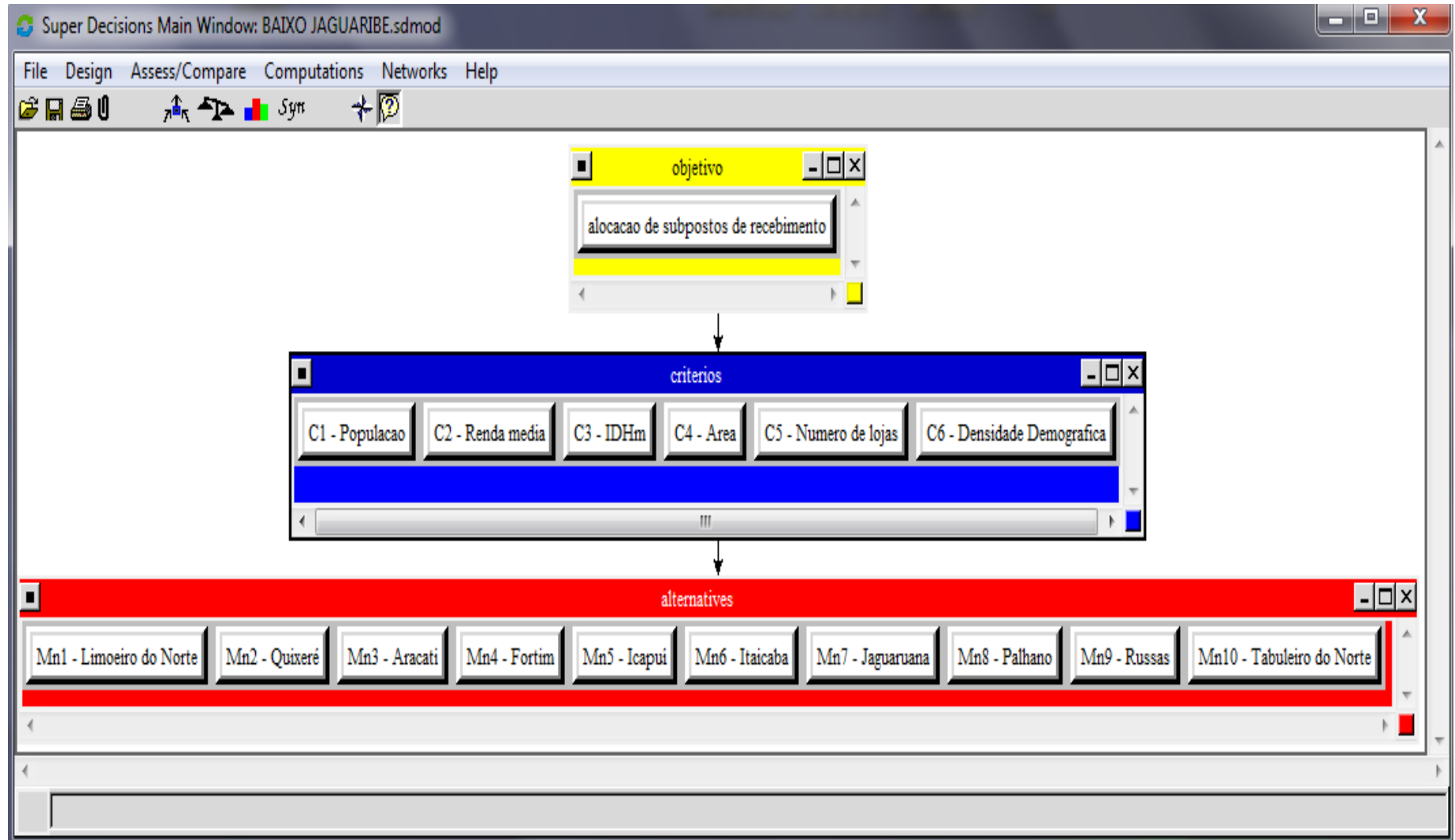
Esta avaliação foi realizada em dois softwares diferentes, com a finalidade de verificar se os resultados obtidos são confiáveis, bem como verificar a exatidão do modelo elaborado em editores de planilhas eletrônicas, comumente usados em empresas de diversos setores.

Figura 52 – Representação da estrutura hierárquica para avaliação e seleção dos municípios ótimos em Planilha eletrônica Excel.



Fonte: Autor (2018).

Figura 53 – Representação da estrutura hierárquica para avaliação e seleção dos municípios ótimos no Software SuperDecisions.



Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

4.12.2 Segunda etapa

O próximo passo consistiu em definir os critérios do problema, incluindo todos os interesses do decisor. Seis critérios principais foram identificados sendo elas: População (C1), Renda média (C2), IDHm (C3), Área do município (C4), Número de lojas (C5) e a Densidade demográfica (C6), como mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Critérios utilizados na análise multicritério AHP.

Critérios	Nomenclatura	Descrição
População	(C1)	Número de habitantes do município
Renda média	(C2)	Rendimento domiciliar per capita médio
IDH-m	(C3)	Índice de desenvolvimento humano
Área	(C4)	Área territorial do município
N. de lojas	(C5)	Número de lojas que comercializam agrotóxicos em cada município
D. Demográfica	(C6)	Densidade populacional ou população relativa do município

Fonte: Autor (2018).

4.12.3 Terceira etapa

Nesta fase fez-se a avaliação da importância de cada critério, a partir de comparações pareadas entre os critérios, por intermédio do algoritmo em planilha eletrônico (Tabela 14) e do software de decisão multicriterial SuperDecisions (Figura 54). A significância relativa de cada critério foi avaliada de acordo com as escala de nove pontos de Satty, permitindo a construção de uma matriz de julgamento.

Tabela 14 – Matriz de comparação entre os pares de critérios (Planilha Eletrônico).

	CRITÉRIOS					
	População (C1)	Renda média (C2)	IDHm (C3)	Área (C4)	N. de lojas (C5)	D. Demog. (C6)
População (C1)	1,000	5,000	5,000	3,000	7,000	3,000
Renda média (C2)	0,200	1,000	1,000	0,333	0,333	0,200
IDH-m (C3)	0,200	1,000	1,000	0,333	3,000	0,333
Área (C4)	0,333	3,000	3,000	1,000	5,000	1,000
N. de lojas (C5)	0,143	3,000	0,333	0,200	1,000	0,143
D. Demográfica (C6)	0,333	5,000	3,000	1,000	7,000	1,000
Σ	2,210	18,000	13,333	5,867	23,333	5,676

Fonte: Autor (2018).

Figura 54 – Matriz de comparação entre os pares de critérios (Software SuperDecisions).

The screenshot shows the SuperDecisions software interface. The main window title is "Comparisons for Super Decisions Main Window: BAIXO JAGUARIBE.sdmod". The interface is divided into two main sections: "1. Choose" and "2. Node comparisons with respect to alocação de subpos".

In the "1. Choose" section, there are buttons for "Choose Node" and "Choose Cluster". The "Choose Node" dropdown is set to "alocacao de su~" and the "Choose Cluster" dropdown is set to "critérios". There is also a "Restore" button.

The "2. Node comparisons with respect to alocação de subpos" section displays a pairwise comparison matrix. The matrix is organized into 10 rows, each representing a comparison between two criteria. The criteria are: C1 - População, C2 - Renda média, C3 - IDHm, C4 - Área, C5 - Numero de lojas, and C6 - Densidade demográfica. The matrix cells contain numerical values (e.g., 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2) and a "No comp." label. The matrix is displayed in a grid format with a "Questionnaire" tab selected.

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

4.12.4 Quarta etapa

O próximo passo consistiu na normalização da matriz de comparação. A partir dos resultados obtidos pelos dois métodos, resumidos na Tabela 15 e na Figura 55, ficou evidente que o critério “População (C1)” é o fator mais importante (valor de prioridade 0,408), na seleção dos municípios ótimos. Seguido pelos critérios “Densidade demográfica (C6), Área (C4), IDHm (C3),

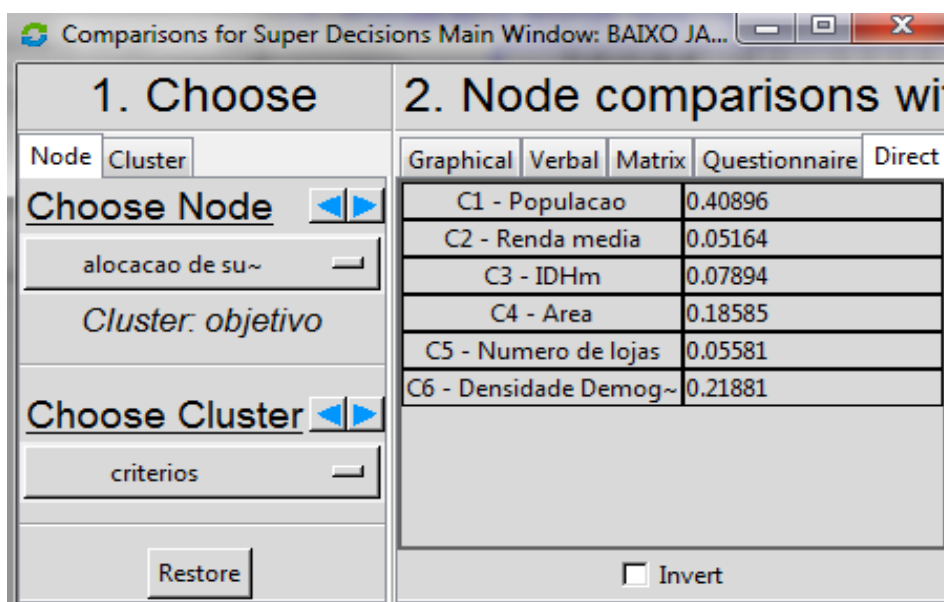
Nº de lojas (C5) e Renda média (C2), que foram os critérios que representaram menor influência no processo de avaliação e seleção dos municípios ótimos para alocação dos subpostos de recebimento.

Tabela 15 – Matriz de comparação normalizada entre os pares de critérios.

	CRITÉRIOS						Vetor Prioridade
	População (C1)	Renda média (C2)	IDHm (C3)	Área (C4)	N. de lojas (C5)	D. Demog. (C6)	
População (C1)	0,453	0,278	0,375	0,511	0,300	0,529	0,408
Renda média (C2)	0,091	0,056	0,075	0,057	0,014	0,035	0,055
IDH-m (C3)	0,091	0,056	0,075	0,057	0,129	0,059	0,078
Área (C4)	0,151	0,167	0,225	0,170	0,214	0,176	0,184
N. de lojas (C5)	0,065	0,167	0,025	0,034	0,043	0,025	0,060
D. Demográfica (C6)	0,151	0,278	0,225	0,170	0,300	0,176	0,217
						Σ	1,000

Fonte: Autor (2018).

Figura 55 – Matriz de comparação entre os pares de critérios (Software SuperDecisions).



Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

4.12.5 Quinta etapa

Uma vez determinado os pesos de cada critério, procedeu-se ao cálculo do Auto valor (λ_{\max}), índice de Coerência (IC) e Razão de Coerência (RC), usado com referência à explicação teórica dada na metodologia da tese. O valor da razão de coerência (RC) da matriz de comparação entre pares foi menor que 0,10 no estudo ($RC < 0,1$ ou 10%). O que comprova que as comparações são consistentes, conforme mostra a Tabela 16.

Tabela 16 – Determinação do nível de consistência entre os critérios definidos.

	Auto Vetor (V)	Vetor Normalizado $VN = V / \Sigma V$	Auto valor $(\lambda_{\max} = C * VN)$	IC = $(\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$	RC = (IC/IR)
População (C1)	3,4110	41,44%			<i>Valor Tabelado (RI=1,24)</i>
Renda média (C2)	0,4055	4,93%			
IDH-m (C3)	0,6368	7,74%			
Área (C4)	1,5704	19,08%			
N. de lojas (C5)	0,3998	4,86%			
D. Demográfica (C6)	1,8086	21,97%			
Σ	8,232	100%	6,333	0,067	0,054

Fonte: Autor (2018).

4.12.6 Sexta etapa

Nesta etapa foram comparadas par a par as alternativas (municípios) para cada um dos critérios. Vale ressaltar que essas comparações foram feitas separadamente para cada uma das cinco Sub-bacias. As Tabelas 17 a 22 e as Figuras 56 a 61, mostram as comparações entre os pares de alternativas e as respectivas classificações em relação a cada critério, utilizando os dois métodos (Algoritmo em planilha Excel e o Software SuperDecisions).

Vale lembrar que os resultados apresentados a seguir são referentes apenas a Sub-bacia do Baixo Jaguaribe. Mais abaixo serão apresentados os resultados resumido das outras Sub-bacias. As comparações pareadas das alternativas das outras Sub-bacias (Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Banabuiú e Salgado) estão disponíveis nos Apêndices V, VI, VII e VIII.

Tabela 17 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

	Lim. do Norte (Mn1)	Quixeré (Mn2)	Aracati (Mn3)	Fortim (Mn4)	Icapuí (Mn5)	Itaiçaba (Mn6)	Jaguaruana (Mn7)	Palhano (Mn8)	Russas (Mn9)	Tabul. do Norte (Mn10)	Vetor Prioridade
Lim. do Norte (Mn1)	1,000	5,000	0,333	5,000	5,000	7,000	3,000	7,000	0,333	3,000	0,151
Quixeré (Mn2)	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,143	0,333	0,038
Aracati (Mn3)	3,000	7,000	1,000	7,000	7,000	9,000	5,000	9,000	1,000	5,000	0,268
Fortim (Mn4)	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,143	0,333	0,038
Icapuí (Mn5)	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,143	0,333	0,038
Itaiçaba (Mn6)	0,143	0,333	0,111	0,333	0,333	1,000	0,200	1,000	0,111	0,200	0,019
Jaguaruana (Mn7)	0,333	3,000	0,200	3,000	3,000	5,000	1,000	5,000	0,200	1,000	0,081
Palhano (Mn8)	0,143	0,333	0,111	0,333	0,333	1,000	0,200	1,000	0,111	0,200	0,019
Russas (Mn9)	3,000	7,000	1,000	7,000	7,000	9,000	5,000	9,000	1,000	5,000	0,268
Tab. do Norte (Mn10)	0,333	3,000	0,200	3,000	3,000	5,000	1,000	5,000	0,200	1,000	0,081
$\lambda_{\text{máx}} = 10,509$		IC = 0,057			RC = 0,038						

Fonte: Autor (2018).

Tabela 18 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

	Lim. do Norte (Mn1)	Quixeré (Mn2)	Aracati (Mn3)	Fortim (Mn4)	Icapuí (Mn5)	Itaiçaba (Mn6)	Jaguaruana (Mn7)	Palhano (Mn8)	Russas (Mn9)	Tabul. do Norte (Mn10)	Vetor Prioridade
Lim. do Norte (Mn1)	1,000	5,000	3,000	9,000	3,000	7,000	1,000	7,000	9,000	5,000	0,251
Quixeré (Mn2)	0,200	1,000	0,333	5,000	0,333	3,000	0,200	3,000	5,000	1,000	0,067
Aracati (Mn3)	0,333	3,000	1,000	7,000	1,000	5,000	0,333	5,000	7,000	3,000	0,130
Fortim (Mn4)	0,111	0,200	0,143	1,000	0,143	0,333	0,111	0,333	1,000	0,200	0,017
Icapuí (Mn5)	0,333	3,000	1,000	7,000	1,000	5,000	0,333	5,000	7,000	3,000	0,130
Itaiçaba (Mn6)	0,143	0,333	0,200	3,000	0,200	1,000	0,143	1,000	3,000	0,333	0,034
Jaguaruana (Mn7)	1,000	5,000	3,000	9,000	3,000	7,000	1,000	7,000	9,000	5,000	0,251
Palhano (Mn8)	0,143	0,333	0,200	3,000	0,200	1,000	0,143	1,000	3,000	0,333	0,034
Russas (Mn9)	0,111	0,200	0,143	1,000	0,143	0,333	0,111	0,333	1,000	0,200	0,017
Tab. do Norte (Mn10)	0,200	1,000	0,333	5,000	0,333	3,000	0,200	3,000	5,000	1,000	0,067
$\lambda_{\text{máx}} = 10,486$		IC = 0,054			RC = 0,036						

Fonte: Autor (2018).

Tabela 19 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

	Lim. do Norte (Mn1)	Quixeré (Mn2)	Aracati (Mn3)	Fortim (Mn4)	Icapuí (Mn5)	Itaiçaba (Mn6)	Jaguaruana (Mn7)	Palhano (Mn8)	Russas (Mn9)	Tabul. do Norte (Mn10)	Vetor Prioridade
Lim. do Norte (Mn1)	1,000	9,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	5,000	1,000	3,000	0,240
Quixeré (Mn2)	0,111	1,000	0,143	0,200	0,333	0,143	0,200	0,200	0,111	0,143	0,015
Aracati (Mn3)	0,333	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000	0,111
Fortim (Mn4)	0,200	5,000	0,333	1,000	3,000	0,333	1,000	1,000	0,200	0,333	0,050
Icapuí (Mn5)	0,143	3,000	0,200	0,333	1,000	0,200	0,333	0,333	0,143	0,200	0,025
Itaiçaba (Mn6)	0,333	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000	0,111
Jaguaruana (Mn7)	0,200	5,000	0,333	1,000	3,000	0,333	1,000	1,000	0,200	0,333	0,050
Palhano (Mn8)	0,200	5,000	0,333	1,000	3,000	0,333	1,000	1,000	0,143	0,200	0,047
Russas (Mn9)	1,000	9,000	3,000	5,000	7,000	3,000	5,000	5,000	1,000	3,000	0,240
Tab. do Norte (Mn10)	0,333	7,000	1,000	3,000	5,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000	0,111
$\lambda_{\text{máx}} = 10,262$		IC = 0,029				RC = 0,020					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 20 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Área (km2)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

	Lim. do Norte (Mn1)	Quixeré (Mn2)	Aracati (Mn3)	Fortim (Mn4)	Icapuí (Mn5)	Itaiçaba (Mn6)	Jaguaruana (Mn7)	Palhano (Mn8)	Russas (Mn9)	Tabul. do Norte (Mn10)	Vetor Prioridade
Lim. do Norte (Mn1)	1,000	3,000	0,200	5,000	1,000	5,000	0,333	1,000	0,200	0,333	0,061
Quixeré (Mn2)	0,333	1,000	0,143	3,000	0,333	3,000	0,200	0,333	0,143	0,200	0,032
Aracati (Mn3)	5,000	7,000	1,000	9,000	5,000	9,000	3,000	5,000	1,000	3,000	0,249
Fortim (Mn4)	0,200	0,333	0,111	1,000	0,200	1,000	0,143	0,200	0,111	0,143	0,017
Icapuí (Mn5)	1,000	3,000	0,200	5,000	1,000	5,000	0,333	1,000	0,200	0,333	0,061
Itaiçaba (Mn6)	0,200	0,333	0,111	1,000	0,200	1,000	0,143	0,200	0,111	0,143	0,017
Jaguaruana (Mn7)	3,000	5,000	0,333	7,000	3,000	7,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,126
Palhano (Mn8)	1,000	3,000	0,200	5,000	1,000	5,000	0,333	1,000	0,200	0,333	0,061
Russas (Mn9)	5,000	7,000	1,000	9,000	5,000	9,000	3,000	5,000	1,000	3,000	0,249
Tab. do Norte (Mn10)	3,000	5,000	0,333	7,000	3,000	7,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,126
$\lambda_{\text{máx}} = 10,452$		IC = 0,050				RC = 0,034					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 21 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Número de lojas”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

	Lim. do Norte (Mn1)	Quixeré (Mn2)	Aracati (Mn3)	Fortim (Mn4)	Icapuí (Mn5)	Itaiçaba (Mn6)	Jaguaruana (Mn7)	Palhano (Mn8)	Russas (Mn9)	Tabul. do Norte (Mn10)	Vetor Prioridade
Lim. do Norte (Mn1)	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0,250	0,250	0,250	0,250
Quixeré (Mn2)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Aracati (Mn3)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Fortim (Mn4)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Icapuí (Mn5)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Itaiçaba (Mn6)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Jaguaruana (Mn7)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Palhano (Mn8)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Russas (Mn9)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
Tab. do Norte (Mn10)	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083	0,083	0,083	0,083
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,000$		IC = 0,000			RC = 0,000					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 22 – Comparação e classificação das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

	Lim. do Norte (Mn1)	Quixeré (Mn2)	Aracati (Mn3)	Fortim (Mn4)	Icapuí (Mn5)	Itaiçaba (Mn6)	Jaguaruana (Mn7)	Palhano (Mn8)	Russas (Mn9)	Tabul. do Norte (Mn10)	Vetor Prioridade
Lim. do Norte (Mn1)	1,000	7,000	3,000	3,000	5,000	7,000	7,000	9,000	5,000	7,000	0,318
Quixeré (Mn2)	0,143	1,000	0,200	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,037
Aracati (Mn3)	0,333	5,000	1,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	3,000	5,000	0,172
Fortim (Mn4)	0,333	5,000	1,000	1,000	3,000	5,000	5,000	7,000	3,000	5,000	0,172
Icapuí (Mn5)	0,200	3,000	0,333	0,333	1,000	3,000	3,000	5,000	1,000	3,000	0,086
Itaiçaba (Mn6)	0,143	1,000	0,200	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,037
Jaguaruana (Mn7)	0,143	1,000	0,200	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,037
Palhano (Mn8)	0,111	0,333	0,143	0,143	0,200	0,333	0,333	1,000	0,200	0,333	0,018
Russas (Mn9)	0,200	3,000	0,333	0,333	1,000	3,000	3,000	5,000	1,000	3,000	0,086
Tab. do Norte (Mn10)	0,143	1,000	0,200	0,200	0,333	1,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,037
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,452$		IC = 0,050			RC = 0,034					

Fonte: Autor (2018).

Figura 56 – Classificação das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

Node	Value
Mn1 - Limoeiro do No~	0.14971
Mn2 - Quixeré	0.03667
Mn3 - Aracati	0.2744
Mn4 - Fortim	0.03602
Mn5 - Icapuí	0.03602
Mn6 - Itaicaba	0.01778
Mn7 - Jaguaruana	0.07861
Mn8 - Palhano	0.01778
Mn9 - Russas	0.2744
Mn10 - Tabuleiro do ~	0.07861

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 57 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

Node	Value
Mn1 - Limoeiro do No~	0.25641
Mn2 - Quixeré	0.06449
Mn3 - Aracati	0.13075
Mn4 - Fortim	0.01667
Mn5 - Icapuí	0.13075
Mn6 - Itaicaba	0.03169
Mn7 - Jaguaruana	0.25641
Mn8 - Palhano	0.03169
Mn9 - Russas	0.01667
Mn10 - Tabuleiro do ~	0.06449

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 58 – Classificação das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

Node	Value
Mn1 - Limoeiro do No~	0.23879
Mn2 - Quixeré	0.01462
Mn3 - Aracati	0.10916
Mn4 - Fortim	0.04735
Mn5 - Icapuí	0.02407
Mn6 - Itaicaba	0.10916
Mn7 - Jaguaruana	0.04735
Mn8 - Palhano	0.04449
Mn9 - Russas	0.24733
Mn10 - Tabuleiro do ~	0.11769

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 59 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Área”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

Node	Value
Mn1 - Limoeiro do No~	0.05924
Mn2 - Quixeré	0.0298
Mn3 - Aracati	0.25652
Mn4 - Fortim	0.01639
Mn5 - Icapuí	0.05924
Mn6 - Itaicaba	0.01639
Mn7 - Jaguaruana	0.12842
Mn8 - Palhano	0.05924
Mn9 - Russas	0.24126
Mn10 - Tabuleiro do ~	0.1335

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 60 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Número de lojas”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions Main Window: BAIXO JA...' with two main panels. Panel 1, '1. Choose', has 'Node' selected and 'Choose Node' set to 'C5 - Numero de~'. Panel 2, '2. Node comparisons with', has 'Matrix' selected and a table of comparisons.

Node	Value
Mn1 - Limoeiro do No~	0.25
Mn2 - Quixeré	0.08333
Mn3 - Aracati	0.08333
Mn4 - Fortim	0.08333
Mn5 - Icapuí	0.08333
Mn6 - Itaicaba	0.08333
Mn7 - Jaguaruana	0.08333
Mn8 - Palhano	0.08333
Mn9 - Russas	0.08333
Mn10 - Tabuleiro do ~	0.08333

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 61 – Classificação das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

The screenshot shows the 'Comparisons for Super Decisions Main Window: BAIXO JA...' with two main panels. Panel 1, '1. Choose', has 'Node' selected and 'Choose Node' set to 'C6 - Densidade~'. Panel 2, '2. Node comparisons with', has 'Matrix' selected and a table of comparisons.

Node	Value
Mn1 - Limoeiro do No~	0.32525
Mn2 - Quixeré	0.03557
Mn3 - Aracati	0.17365
Mn4 - Fortim	0.17365
Mn5 - Icapuí	0.08365
Mn6 - Itaicaba	0.03557
Mn7 - Jaguaruana	0.03557
Mn8 - Palhano	0.01786
Mn9 - Russas	0.08365
Mn10 - Tabuleiro do ~	0.03557

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

4.12.7 Sétima etapa

Esta etapa consiste em determinar a posição de cada alternativa, multiplicando a matriz prioridade das alternativas pelo vetor prioridade dos critérios (Figura 62).

Figura 62 – Determinação da pontuação das alternativas da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.

L. do Norte (Mn1)	0,1507	0,2514	0,2396	0,0611	0,2500	0,3180	X	=	0,408	0,1888
Quixeré (Mn2)	0,0384	0,0672	0,0152	0,0316	0,0833	0,0370			0,055	0,0393
Aracati (Mn3)	0,2675	0,1301	0,1113	0,2491	0,0833	0,1721			0,078	0,2128
Fortim (Mn4)	0,0384	0,0174	0,0497	0,0170	0,0833	0,1721			0,184	0,0658
Icapuí (Mn5)	0,0384	0,1301	0,0254	0,0611	0,0833	0,0859			0,060	0,0595
Itaiçaba (Mn6)	0,0185	0,0339	0,1113	0,0170	0,0833	0,0370			0,217	0,0341
Jaguaruana (Mn7)	0,0810	0,2514	0,0497	0,1264	0,0833	0,0370				0,0868
Palhano (Mn8)	0,0185	0,0339	0,0469	0,0611	0,0833	0,0182				0,0332
Russas (Mn9)	0,2675	0,0174	0,2396	0,2491	0,0833	0,0859				0,1980
T. do Norte (Mn10)	0,0810	0,0672	0,1113	0,1264	0,0833	0,0370				0,0816

Fonte: Autor (2018).

Analisando o ranqueamento das alternativas candidatas, onde é possível constatar claramente que as quatro alternativas escolhidas foram as seguintes: Aracati-Mn3 (21,3%), Russas-Mn9 (19,8%), Limoeiro do Norte-Mn1 (18,9%) e Jaguaruana-Mn7 (8,7%). Isso porque de acordo com os resultados do capítulo 6.11, a Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe deve ser contemplada com quatro subpostos de recebimento.

Tabela 23 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Baixo Jaguaribe).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1º	Aracati (Mn3)	0,2128	21,2 %
2º	Russas (Mn9)	0,1980	19,8 %
3º	Lim. do Norte (Mn1)	0,1888	18,9 %
4º	Jaguaruana (Mn7)	0,0868	8,7 %
5º	Tab. do Norte (Mn10)	0,0816	8,2 %
6º	Fortim (Mn4)	0,0658	6,6 %
7º	Icapuí (Mn5)	0,0595	6,0 %
8º	Quixeré (Mn2)	0,0393	3,9 %
9º	Itaiçaba (Mn6)	0,0341	3,4 %
10º	Palhano (Mn8)	0,0332	3,3 %

Fonte: Autor (2018).

O mesmo cenário foi constatado nos resultados obtidos através do Software SuperDecisions (Figura 63), onde também é possível constatar que as alternativas escolhidas foram as mesmas: Aracati-Mn3 (21,8%), Russas-Mn9 (20,0%), Limoeiro do Norte-Mn1 (18,9%) e Jaguaruana-Mn7 (8,5%).

A similaridade entre os resultados obtidos nos dão a certeza de que os resultados obtidos pelas duas metodologias são confiáveis.

Figura 63 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Baixo Jaguaribe).

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Mn1 - Limoeiro do Norte		0.869380	0.189444	0.094722
Mn2 - Quixeré		0.171880	0.037454	0.018727
Mn3 - Aracati		1.000000	0.217906	0.108953
Mn4 - Fortim		0.298397	0.065023	0.032511
Mn5 - Icapuí		0.263175	0.057348	0.028674
Mn6 - Itaicaba		0.151460	0.033004	0.016502
Mn7 - Jaguaruana		0.392038	0.085428	0.042714
Mn8 - Palhano		0.146784	0.031985	0.015993
Mn9 - Russas		0.919632	0.200394	0.100197
Mn10 - Tabuleiro do Norte		0.376381	0.082016	0.041008

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

A solução encontrada para a Sub-bacia do Baixo Jaguaribe, indica que os quatro subpostos de recebimento, devem ficar alocados nos municípios de Aracati, Russas, Limoeiro do Norte e Jaguaruana, respectivamente. A distribuição dos subpostos, bem como a sua abrangência ao longo da Bacia pode ser observada na Figura 64.

Figura 64 – Municípios da Sub-bacia do Baixo Jaguaribe selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.



Fonte: Autor (2018).

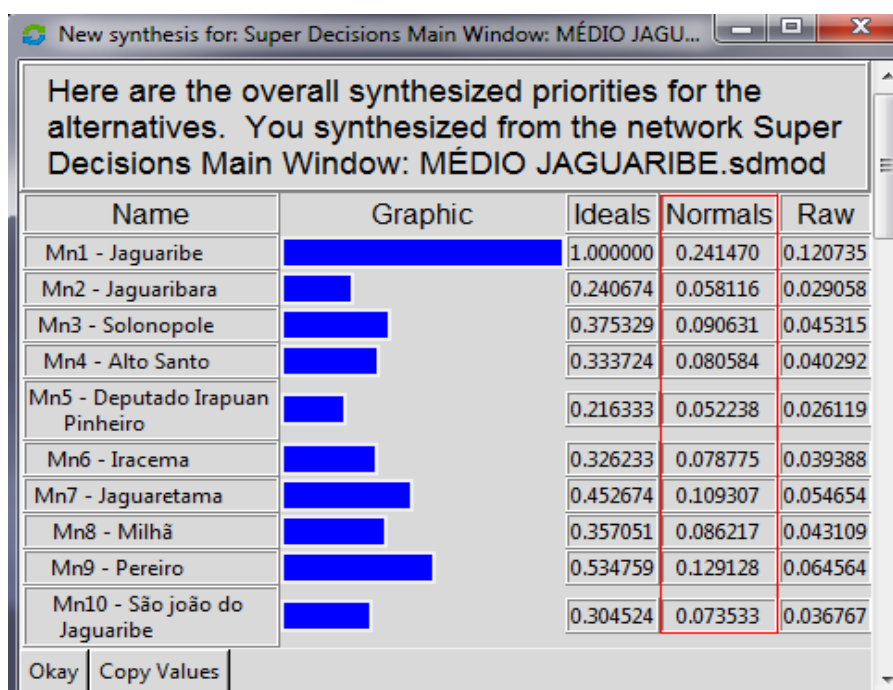
Para a Sub-bacia do Médio Jaguaribe, foram determinados seis subpostos de recebimento, e de acordo com os resultados da Tabela 24 e da Figura 65, as alternativas escolhidas foram as seguintes: Jaguaribe-Mn1 (23,7% e 24,1%), Pereiro-Mn9 (12,9% e 12,9%), Jaguaretama-Mn7 (10,6% e 10,9%), Solonópolis-Mn3 (9,1% e 9,0), Milhã-Mn8 (8,7% e 8,6%) e Alto santo-Mn4 (8,1% e 8,0%), respectivamente.

Tabela 24 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Médio Jaguaribe).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1°	Jaguaribe (Mn1)	0,2368	23,7 %
2°	Pereiro (Mn9)	0,1285	12,9 %
3°	Jaguaretama (Mn7)	0,1056	10,6 %
4°	Solonópolis (Mn3)	0,0911	9,1 %
5°	Milhã (Mn8)	0,0871	8,7 %
6°	Alto santo (Mn4)	0,0812	8,1 %
7°	Iracema (Mn6)	0,0788	7,9 %
8°	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	0,0762	7,6 %
9°	Jaguaribara (Mn2)	0,0608	6,1 %
10°	Dep. Irap Pinheiro (Mn5)	0,0540	5,4 %

Fonte: Autor (2018).

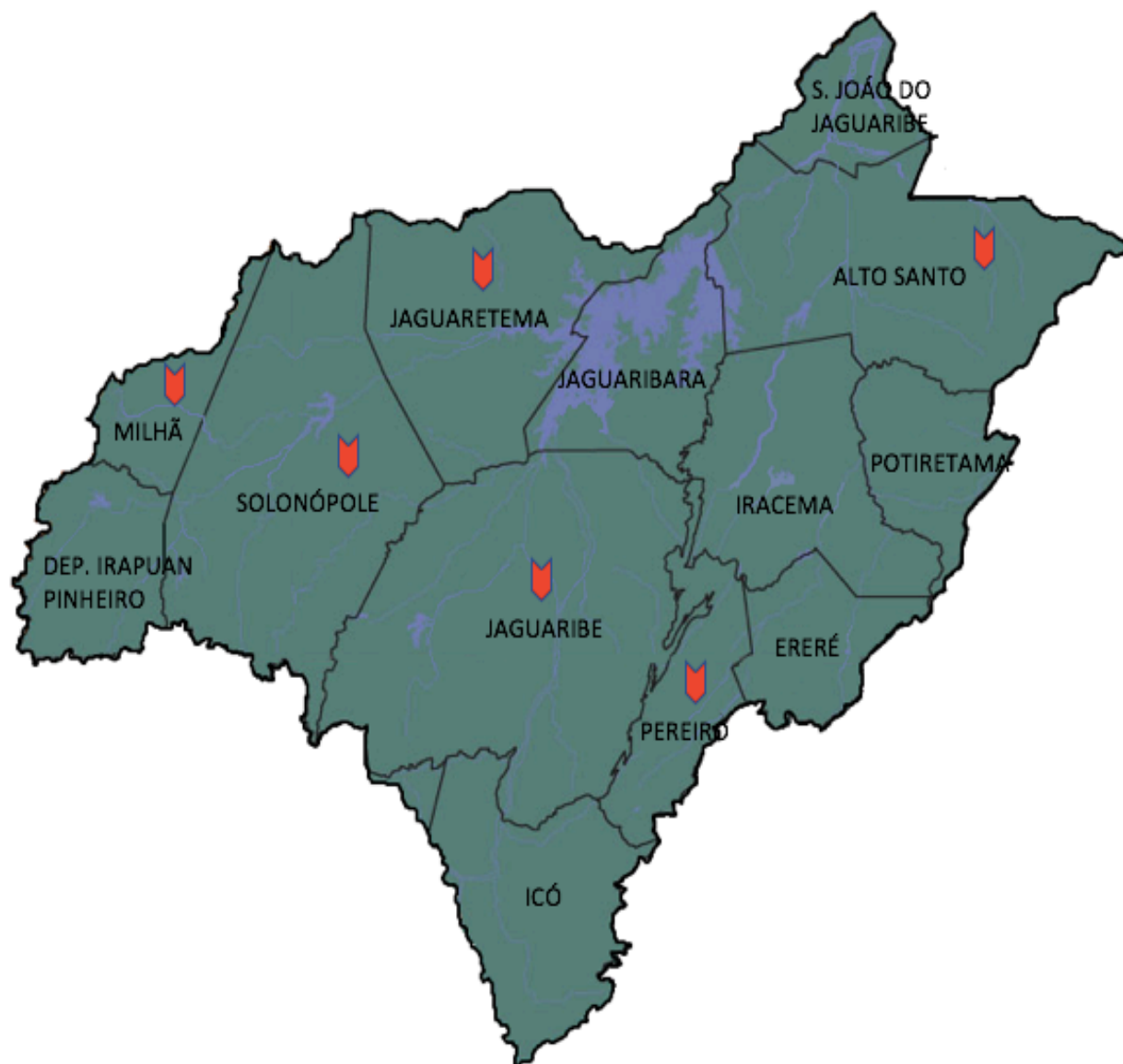
Figura 65 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Médio Jaguaribe).



Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Analisando os municípios sugeridos, pelos dois métodos, para alocação dos subpostos, é possível afirmar que com essa distribuição, todos os municípios contemplados, bem como os municípios vizinhos serão beneficiados (Figura 66).

Figura 66 – Municípios da Sub-bacia do Médio Jaguaribe selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.



Fonte: Autor (2018).

A Sub-bacia do Alto Jaguaribe, que deve ser contemplada com onze subpostos, foi dividida em dois grupos, devido a grande quantidade de alternativas, visando respeitar a condição imposta pela escala de Saaty. As Tabelas 25 e 26 mostram os resultados obtidos através da planilha eletrônica, onde as alternativas escolhidas foram: Tauá-Mn20 (25,3%), Acopiara-Mn4 (25,0%), Nova Olinda-Mn14 (12,6%), Orós-Mn3 (11,2%), Jucás-Mn13 (10,8%), Altaneira-Mn6 (10,3%), Catarina-Mn11 (10,2%), Campos Sales-Mn9 (10,1%), Parambu-Mn15 (10,0%), Iguatu-Mn1 (8,7%) e Farias Brito-Mn12 (8,7%).

Tabela 25 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1°	Acopiara (Mn4)	0,2497	25,0 %
2°	Orós (Mn3)	0,1115	11,2 %
3°	Altaneira (Mn6)	0,1030	10,3 %
4°	Campos Sales (Mn9)	0,1013	10,1 %
5°	Iguatu (Mn1)	0,0871	8,7 %
6°	Aiuaba (Mn5)	0,0805	8,1 %
7°	Assaré (Mn8)	0,0785	7,9 %
8°	Araripe (Mn7)	0,0742	7,5 %
9°	Quixelô (Mn2)	0,0666	6,7 %
10°	Cariús (Mn10)	0,0553	5,5 %

Fonte: Autor (2018).

Tabela 26 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1°	Tauá (Mn20)	0,2525	25,3 %
2°	Nova Olinda (Mn14)	0,1255	12,6 %
3°	Jucás (Mn13)	0,1071	10,7 %
4°	Catarina (Mn11)	0,1019	10,2 %
5°	Parambu (Mn15)	0,0993	10,0 %
6°	Farias Brito (Mn12)	0,0868	8,7 %
7°	Santana do Cariri (Mn18)	0,0674	6,7 %
8°	Potengi (Mn16)	0,0590	5,9 %
9°	Saboeiro (Mn17)	0,0527	5,3 %
10°	Tarrafas (Mn19)	0,0479	4,8 %

Fonte: Autor (2018).

Os resultados obtidos por intermédio do Software SuperDecisions foram idênticos, como mostram as Figuras 67 e 68. Demonstrando que as onze alternativas escolhidas foram as mesmas pelos dois métodos: Mn20 (26,02%), Mn4 (25,4%), Mn14 (12,8%), Mn3 (11,0%), Mn13 (10,5%), Mn6 (10,5%), Mn11 (10,1%), Mn9 (10,0%), Mn15 (9,9%), Mn12 (8,6%) e Mn1 (8,0%).

Figura 67 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Mn1 - Iguatu		0.312679	0.079558	0.039779
Mn2 - Quixelô		0.253458	0.064490	0.032245
Mn3 - Orós		0.434129	0.110459	0.055230
Mn4 - Acopiara		1.000000	0.254439	0.127220
Mn5 - Aiuba		0.313074	0.079658	0.039829
Mn6 - Altaneira		0.414252	0.105402	0.052701
Mn7 - Araripe		0.289726	0.073718	0.036859
Mn8 - Assaré		0.308982	0.078617	0.039309
Mn9 - Campos Sales		0.394672	0.100420	0.050210
Mn10 - Cariús		0.209237	0.053238	0.026619

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 68 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Alto Jaguaribe).

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Mn11 - Catarina		0.386796	0.100655	0.050327
Mn12 - Farias Brito		0.330888	0.086106	0.043053
Mn13 - Jucás		0.404137	0.105167	0.052584
Mn14 - Nova Olinda		0.492759	0.128229	0.064115
Mn15 - Parambu		0.382735	0.099598	0.049799
Mn16 - Potengi		0.222305	0.057850	0.028925
Mn17 - Soboeiro		0.196649	0.051173	0.025587
Mn18 - Santana do Cariri		0.250733	0.065248	0.032624
Mn19 - Tarrafas		0.175800	0.045748	0.022874
Mn20 - Tauá		1.000000	0.260227	0.130113

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Fazendo uma análise da Figura 69, é possível constatar que a distribuição sugerida pelos dois modelos atende toda bacia. Isso porque, todos os municípios que não foram contemplados com subpostos estão vizinhos a pelo menos dois ou mais municípios que por sua vez foram contemplados. E isso acaba beneficiando de forma direta ou indireta esses municípios vizinhos.

Figura 69 – Municípios da Sub-bacia do Alto Jaguaribe selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.



Fonte: Autor (2018).

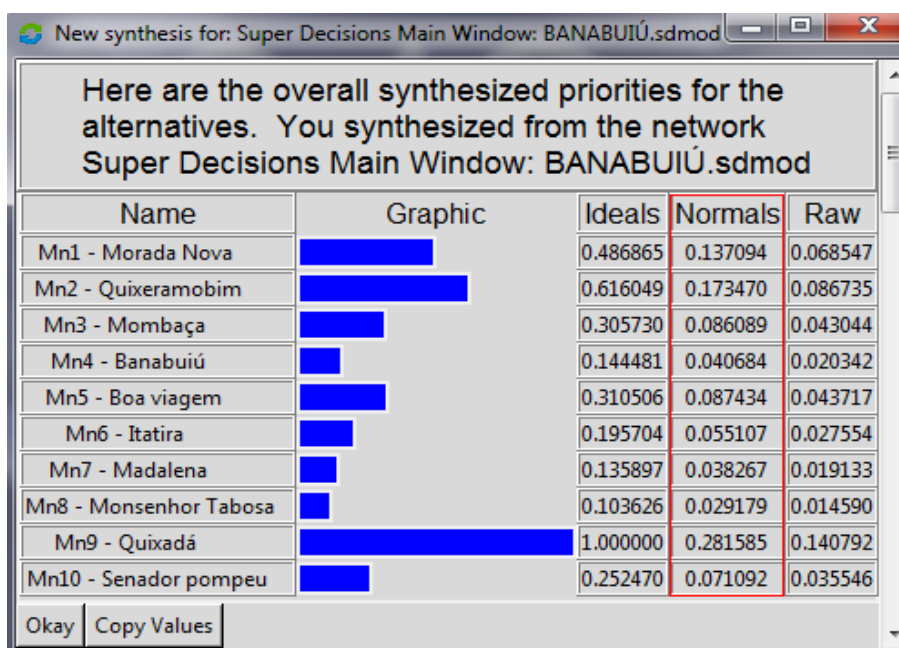
No caso da Sub-bacia do Banabuiú, que deve ser contemplada com cinco subpostos de recebimento, os dois métodos propostos apresentaram também resultados idênticos, como mostra a Tabela 27 e a Figura 70. Sugerindo a escolha das mesmas alternativas, sendo elas: Quixadá-Mn9 (28,0% e 28,2%), Quixeramobim-Mn2 (17,1% e 17,3%), Morada Nova-Mn1 (13,7% e 13,7%), Mombaça-Mn3 (9,0% e 8,6%) e Boa viagem-Mn5 (8,9% e 8,7%).

Tabela 27 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Banabuiú).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1°	Quixadá (Mn9)	0,2734	27,3 %
2°	Quixeramobim (Mn2)	0,1711	17,1 %
3°	Morada Nova (Mn1)	0,1366	13,7 %
4°	Mombaça (Mn3)	0,0892	8,9 %
5°	Boa viagem (Mn5)	0,0889	8,9 %
6°	Senador Pompeu (Mn10)	0,0726	7,3 %
7°	Itatira (Mn6)	0,0560	5,6 %
8°	Banabuiú (Mn4)	0,0423	4,2 %
9°	Madalena (Mn7)	0,0397	4,0 %
10°	Monsenhor Tabosa (Mn8)	0,0302	3,0 %

Fonte: Autor (2018).

Figura 70 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Banabuiú).



Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Com a distribuição indicada pelos dois métodos adotados, pode-se constatar que essa distribuição irá abranger a bacia como todo, beneficiando todos os municípios, como mostra a Figura 71.

Figura 71 – Municípios da Sub-bacia do Banabuiú selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.



Fonte: Autor (2018).

E por ultimo, tem-se a Sub-bacia do Salgado que também foi contemplado com onze subpostos de recebimento, assim como a Sub-bacia do Alto Jaguaribe. Nas Tabelas 28 e 29 são apresentados os resultados obtidos usando a planilha eletrônica, onde as alternativas escolhidas foram: Juazeiro Do Norte-Mn13 (29,0%), Crato-Mn1 (25,0%), Barbalha-Mn2 (15,8%), Mauriti-Mn15 (14,4%), Icó-Mn10 (13,7%), Brejo Santo-Mn7 (12,6%), Várzea Alegre-Mn20 (12,0%), Milagres-Mn16 (9,0%), Lavras da Mangabeira-Mn14 (8,5%), Jardim-Mn12 (7,3%) e Penaforte-Mn17 (7,0%).

Tabela 28 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Salgado).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1º	Crato (Mn1)	0,2529	25,3 %
2º	Barbalha (Mn2)	0,1581	15,8 %
3º	Icó (Mn10)	0,1368	13,7 %
4º	Brejo Santo (Mn7)	0,1259	12,6 %
5º	Cedro (Mn9)	0,0651	6,5 %
6º	Missão Velha (Mn3)	0,0601	6,0 %
7º	Aurora (Mn4)	0,0565	5,7 %
8º	Barro (Mn6)	0,0565	5,7 %
9º	Caririaçu (Mn8)	0,0534	5,3 %
10º	Baixio (Mn5)	0,0347	3,5 %

Fonte: Autor (2018).

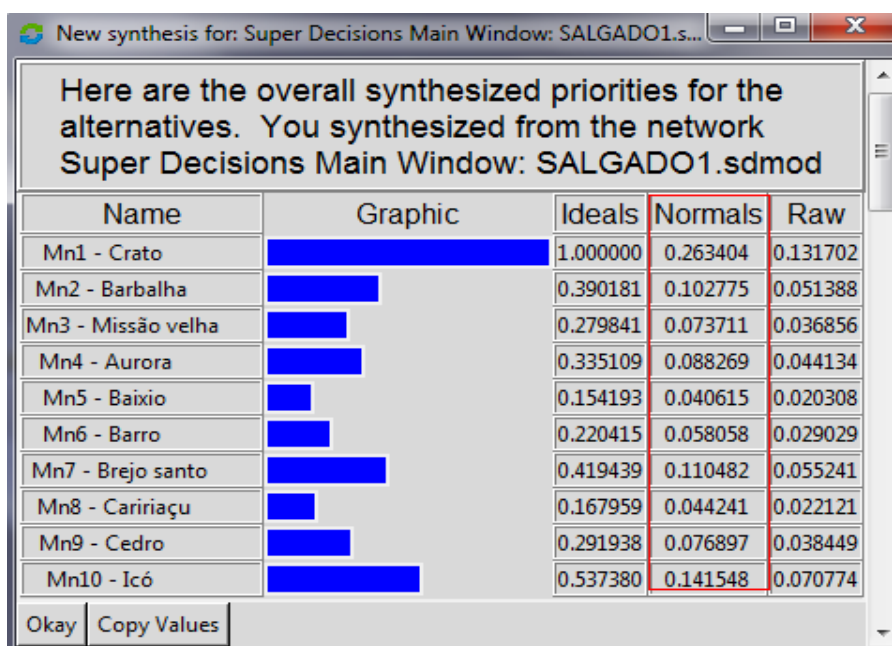
Tabela 29 - Classificação das alternativas e suas pontuações (Sub-bacia do Salgado).

Classificação	Alternativas (Municípios)	Pontuação	Porcentagem (%)
1º	Juazeiro Do Norte (Mn13)	0,2903	29,0 %
2º	Mauriti (Mn15)	0,1435	14,4 %
3º	Várzea Alegre (Mn20)	0,1196	12,0 %
4º	Milagres (Mn16)	0,0895	9,0 %
5º	L. da Mangabeira (Mn14)	0,0851	8,5 %
6º	Jardim (Mn12)	0,0729	7,3 %
7º	Penaforte (Mn17)	0,0694	7,0 %
8º	Porteiras (Mn18)	0,0607	6,1 %
9º	Ipaumirim (Mn11)	0,0381	3,8 %
10º	Umari (Mn19)	0,0309	3,1 %

Fonte: Autor (2018).

As Figuras 72 e 73, mostram que as alternativas escolhidas usando o Software SuperDecisions também foram as mesmas e que as pontuações são idênticas: Mn13 (30,1%), Mn1 (26,3%), Mn15 (14,5%), Mn10 (14,2%), Mn20 (12,0%), Mn7 (11,0%), Mn2 (10,3%), Mn4 (8,8%), Mn16 (8,6%), Mn14 (8,4%) e Mn3 (7,4%).

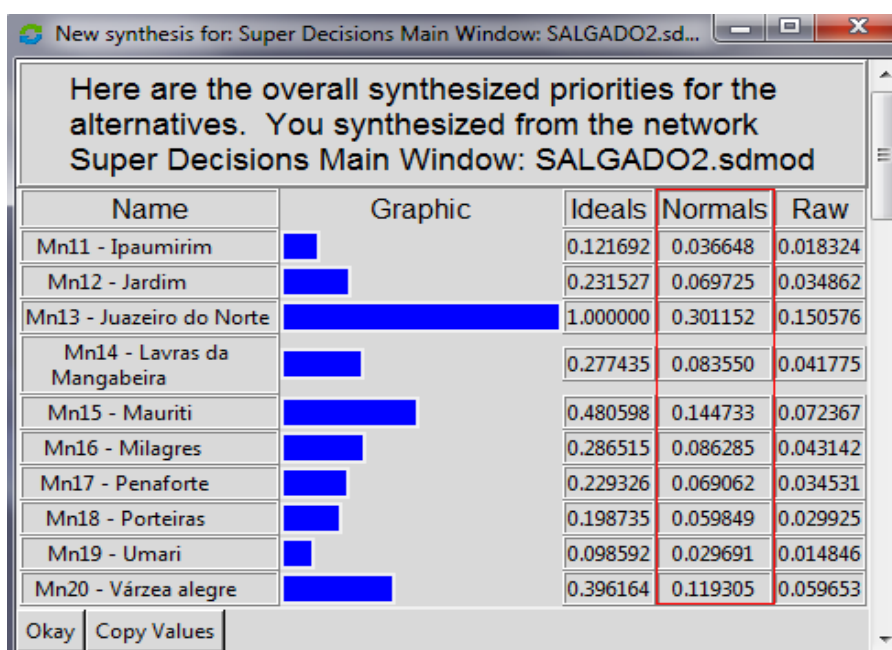
Figura 72 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Salgado).



Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Mn1 - Crato		1.000000	0.263404	0.131702
Mn2 - Barbalha		0.390181	0.102775	0.051388
Mn3 - Missão velha		0.279841	0.073711	0.036856
Mn4 - Aurora		0.335109	0.088269	0.044134
Mn5 - Baixo		0.154193	0.040615	0.020308
Mn6 - Barro		0.220415	0.058058	0.029029
Mn7 - Brejo santo		0.419439	0.110482	0.055241
Mn8 - Caririçu		0.167959	0.044241	0.022121
Mn9 - Cedro		0.291938	0.076897	0.038449
Mn10 - Icó		0.537380	0.141548	0.070774

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

Figura 73 – Determinação da pontuação das alternativas (Sub-bacia do Salgado).



Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
Mn11 - Ipauimirim		0.121692	0.036648	0.018324
Mn12 - Jardim		0.231527	0.069725	0.034862
Mn13 - Juazeiro do Norte		1.000000	0.301152	0.150576
Mn14 - Lavras da Mangabeira		0.277435	0.083550	0.041775
Mn15 - Mauriti		0.480598	0.144733	0.072367
Mn16 - Milagres		0.286515	0.086285	0.043142
Mn17 - Penaforte		0.229326	0.069062	0.034531
Mn18 - Porteiras		0.198735	0.059849	0.029925
Mn19 - Umari		0.098592	0.029691	0.014846
Mn20 - Várzea alegre		0.396164	0.119305	0.059653

Fonte: Autor (2018), utilizando o Software SuperDecisions.

A distribuição dos subpostos de coleta, assim como os municípios vizinhos que serão beneficiados, direta ou indiretamente, é mostrada na Figura 74.

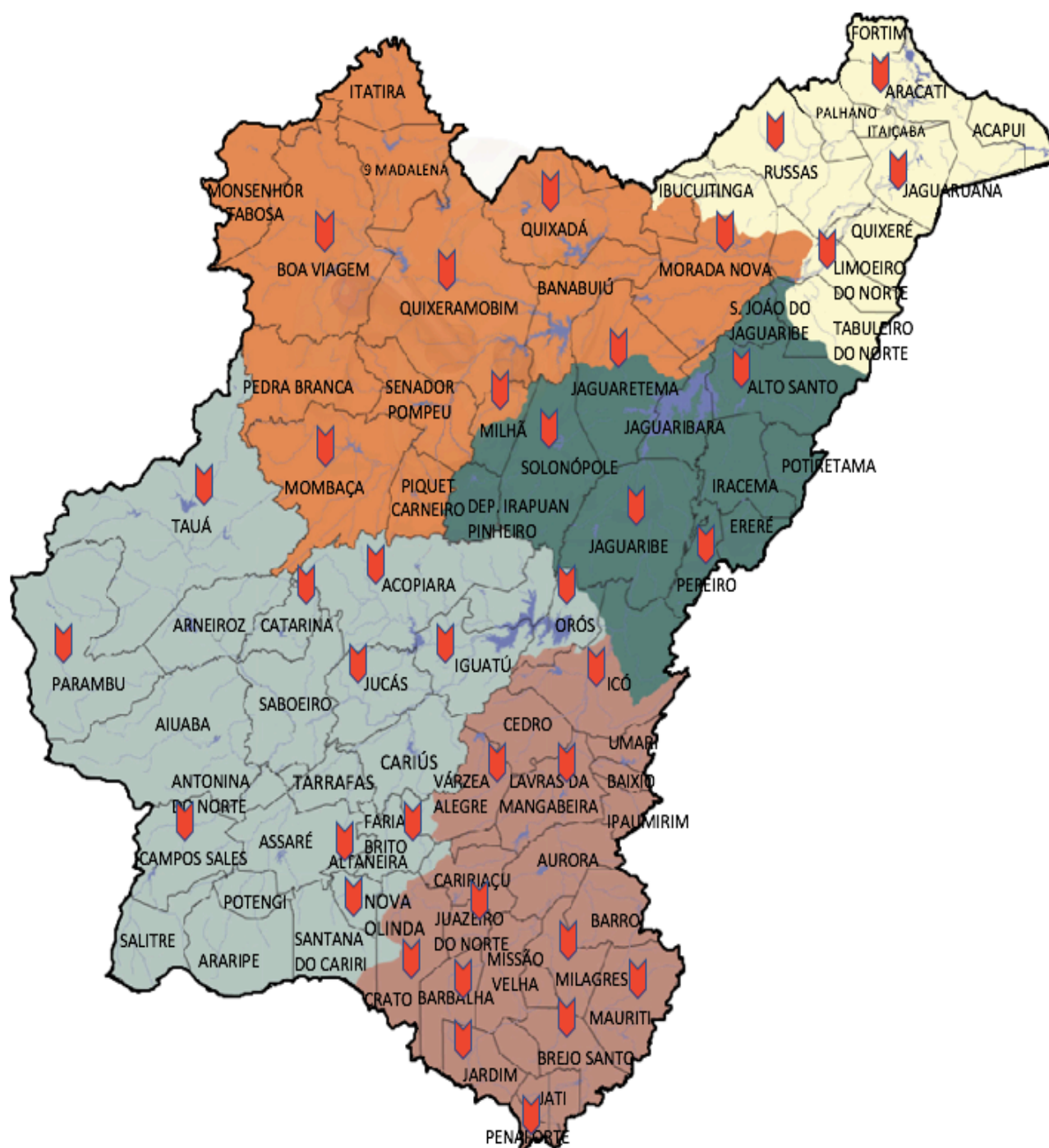
Figura 74 – Municípios da Sub-bacia do Salgado selecionados para alocação de subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.



Fonte: Autor (2018).

Após a determinação das alternativas ótimas para cada uma das Sub-bacias, fez-se o agrupamento, permitindo ter uma visão geral da distribuição dos subpostos de recebimento na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, conforme ilustrado na Figura 75.

Figura 75 – Distribuição dos subpostos de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe.



Fonte: Autor (2018).

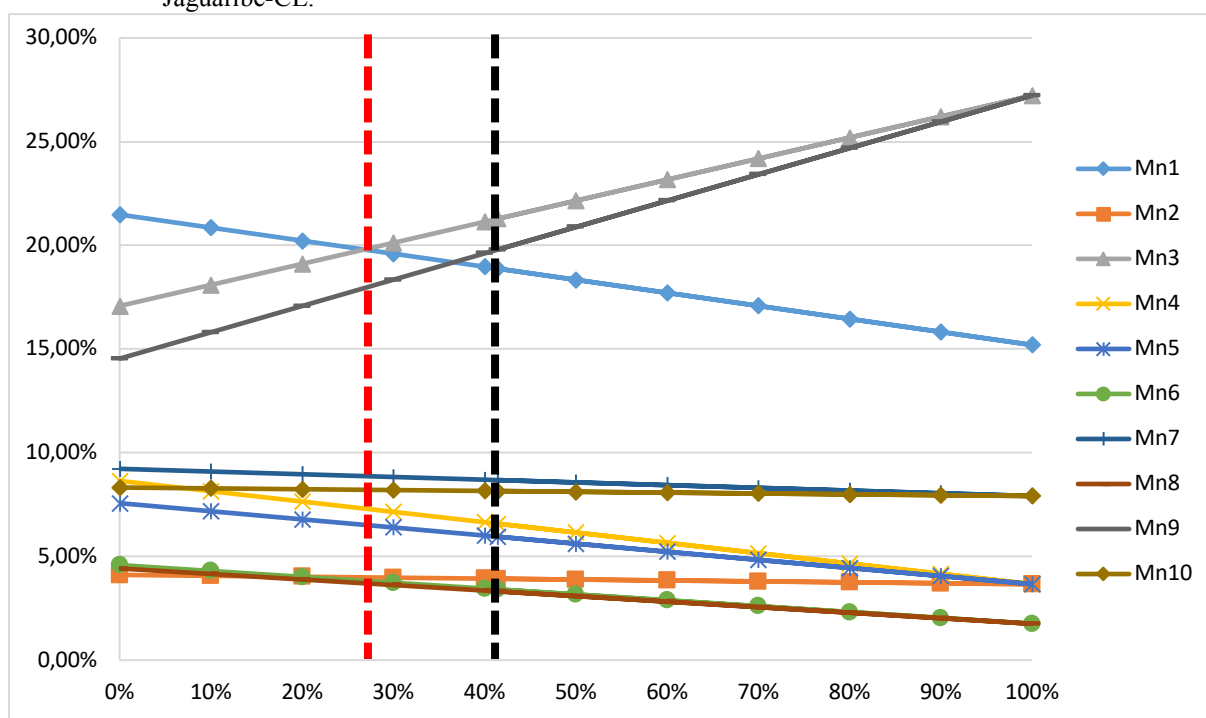
4.12.8 Oitava etapa

Para finalizar este trabalho, foi realizada a análise de sensibilidade, avaliando a influência da alteração dos pesos relativos dos critérios sobre o ranking de classificação das alternativas. O aumento ou a diminuição do peso dos critérios em relação ao seu valor atual permite ao decisor saber se as alternativas que foram escolhidas, passem a não ser selecionadas, e vice-versa. Assim como mencionado anteriormente serão apresentados e discutidos apenas os resultados da Sub-bacia do Baixo Jaguaribe, evitando assim, repetições de simulações.

De seguida, foi feita a análise de sensibilidade para cada um dos seis critérios: População (C1), Renda média (C2), IDHm (C3), Área (C4), Número de lojas (C5) e a Densidade demográfica (C6), como apresentado nas Figuras 76 a 81.

Analisando a Figura 76, é possível constatar que para o critério População (c1), que tem peso atual 41,44% (linha vertical preta) as quatro alternativas escolhidas foram: Aracati (Mn3), Russas (Mn9), Limoeiro do Norte (Mn1) e Jaguaruana (Mn7). Ao diminuir o peso do critério para valores abaixo de 28% (linha vertical vermelha), é possível constatar uma inversão de classificação entre as alternativas Mn1 e Mn9, mas não alterando o resultado inicial.

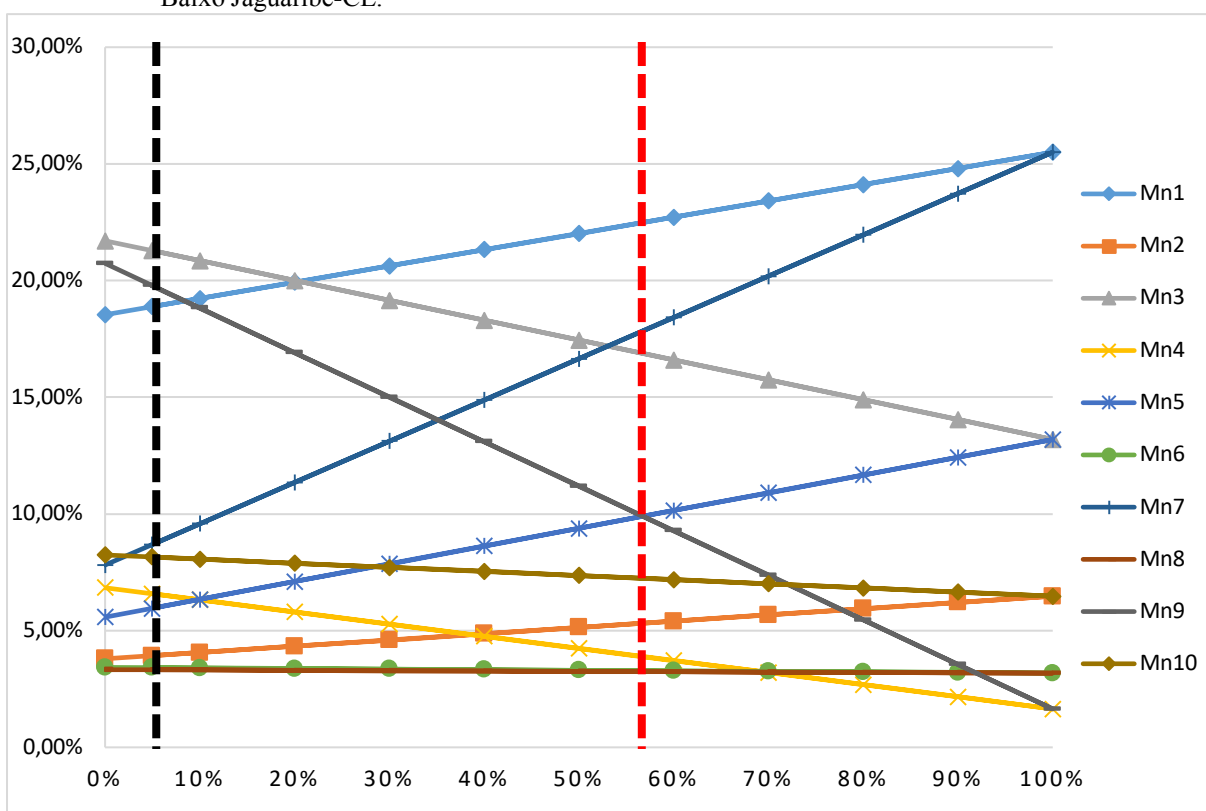
Figura 76 – Análise de sensibilidade do critério “População (C1)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

A Figura 77 mostra a análise de sensibilidade realizada para o critério Renda média (c2), cujo peso atual é de 4,93% (linha vertical preta), onde as alternativas escolhidas foram as mesmas (Mn3, Mn9, Mn1 e Mn7). Diferente do que aconteceu na situação acima, ao aumentar o peso do critério para aproximadamente 58% (linha vertical vermelha) uma das alternativas escolhidas, nesse caso a alternativa (Mn9) altera a sua posição com a alternativa (Mn5). Também observa-se alteração na classificação das quarto alternativas. Isto é, as duas últimas classificadas (Mn1, Mn7) passaram a ocupar as primeiras posições.

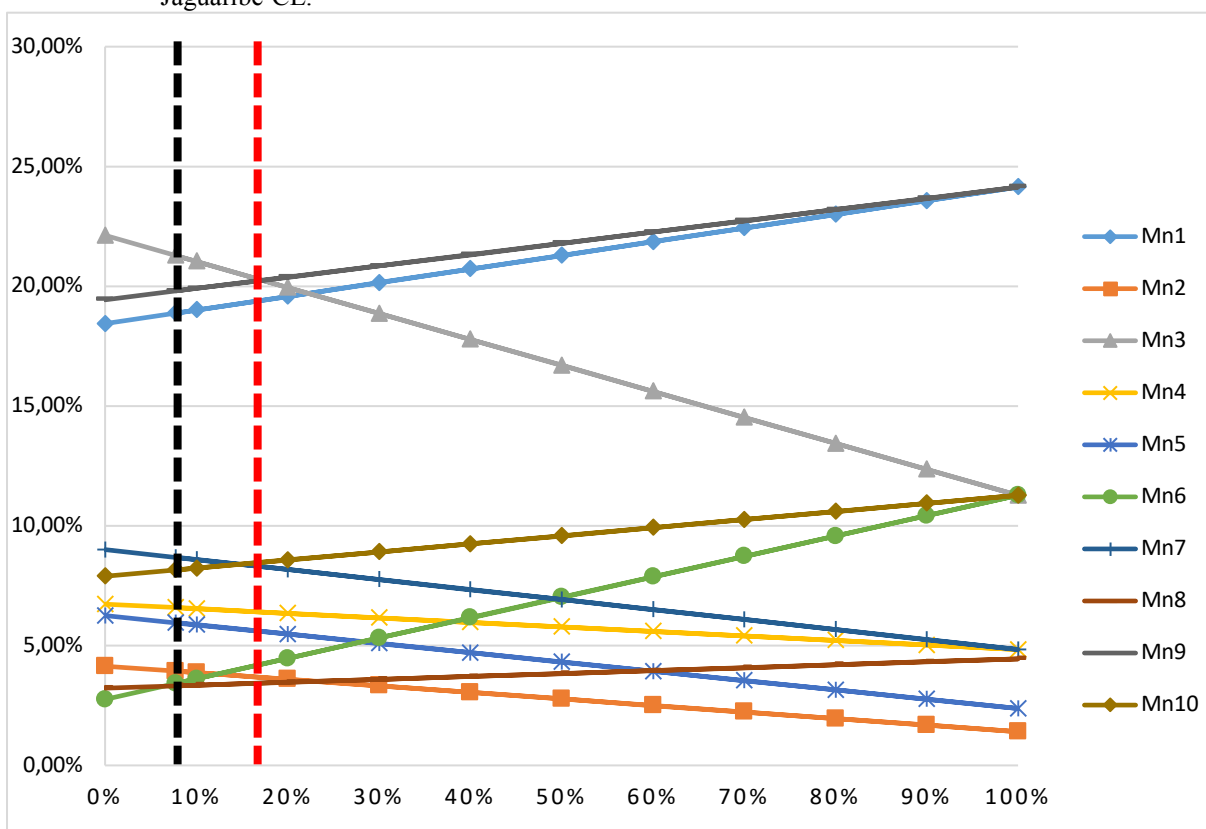
Figura 77 – Análise de sensibilidade do critério “Renda média (C2)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

Na Figura 78 é possível observar que para o critério IDH médio (c3) com peso atual de 7,74% (linha vertical preta) as alternativas escolhidas foram também as mesmas (Mn3, Mn9, Mn1 e Mn7). Aumentando o peso do critério para aproximadamente 18% (linha vertical vermelha) uma das alternativas escolhidas (Mn7) se altera para a alternativa (Mn10). Alterando também a classificação da alternativa (Mn3).

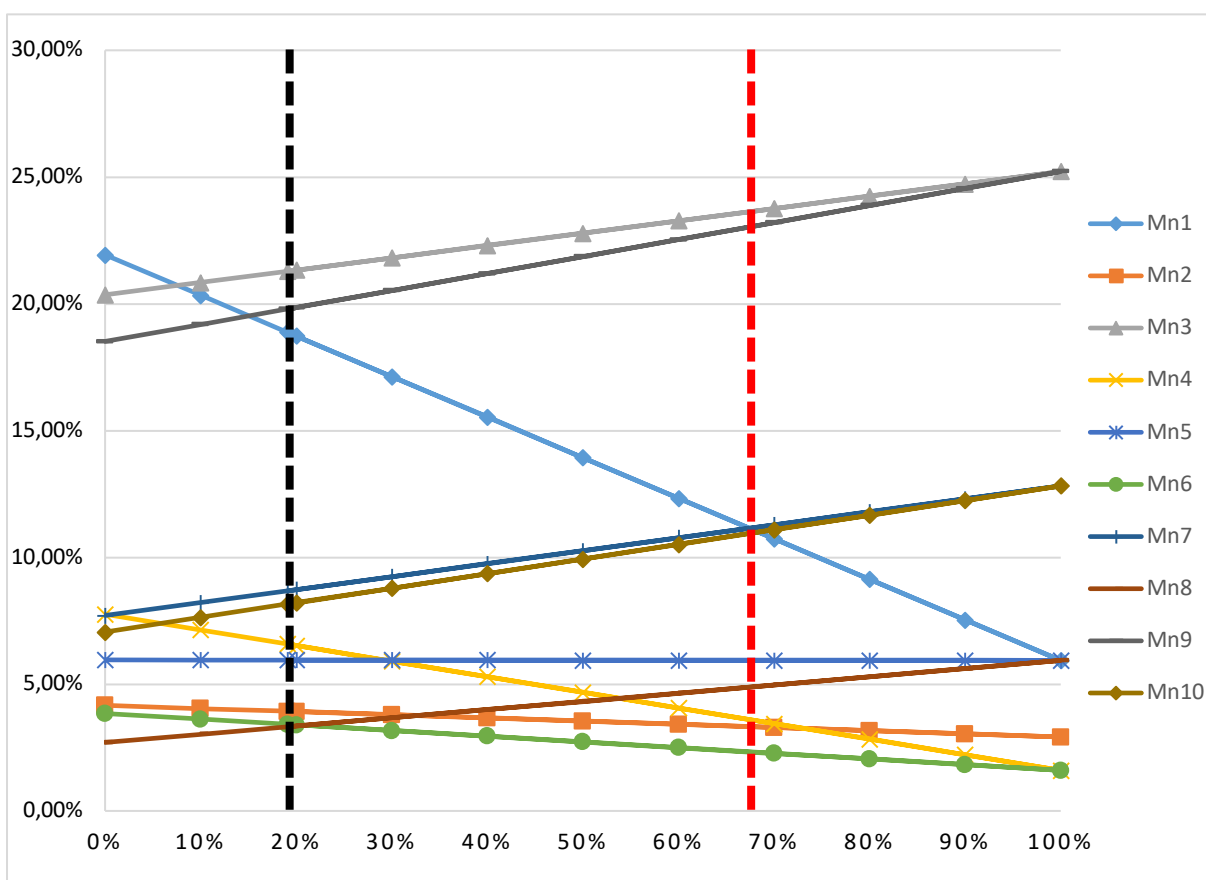
Figura 78 – Análise de sensibilidade do critério “IDHm (C3)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

Na Figura 79 pode-se observar que para o critério Área (c4) com peso atual de 19,08% (linha vertical preta) as alternativas escolhidas foram novamente as mesmas (Mn3, Mn9, Mn1 e Mn7). Ao aumentar o peso do critério para aproximadamente 68% (linha vertical vermelha) pode-se constatar que a alternativa (Mn1) deixará de ser a escolhida, alterando para a alternativa (Mn10).

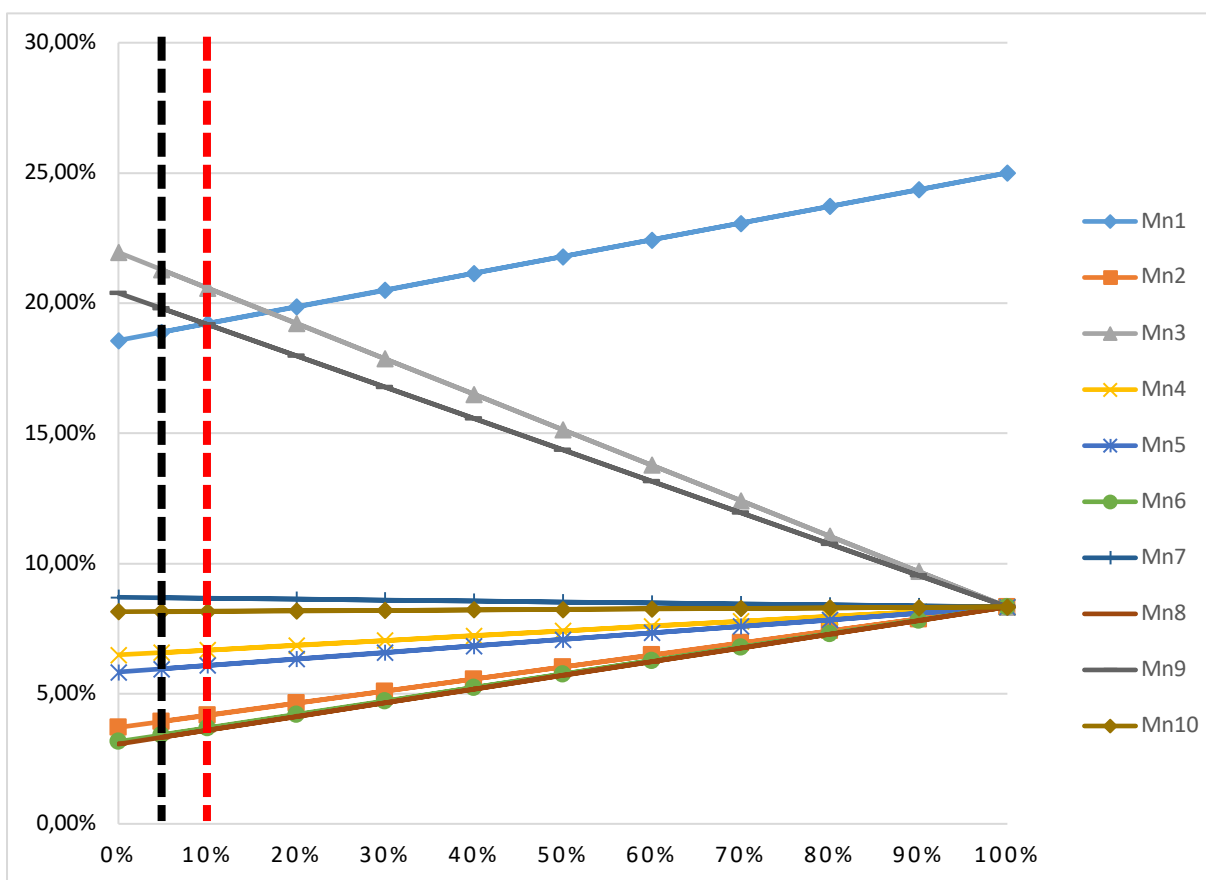
Figura 79 – Análise de sensibilidade do critério “Área (C4)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

Na Figura 80 pode-se observar que para o critério Número de lojas (c5) com peso atual de 4,86% (linha vertical preta) as alternativas escolhidas foram novamente as mesmas (Mn3, Mn9, Mn1 e Mn7). Ao aumentar o peso do critério para aproximadamente 10% (linha vertical vermelha) pode-se constatar apenas alterações no ranking das alternativas, sem nunca alterar as quatro alternativas escolhidas inicialmente.

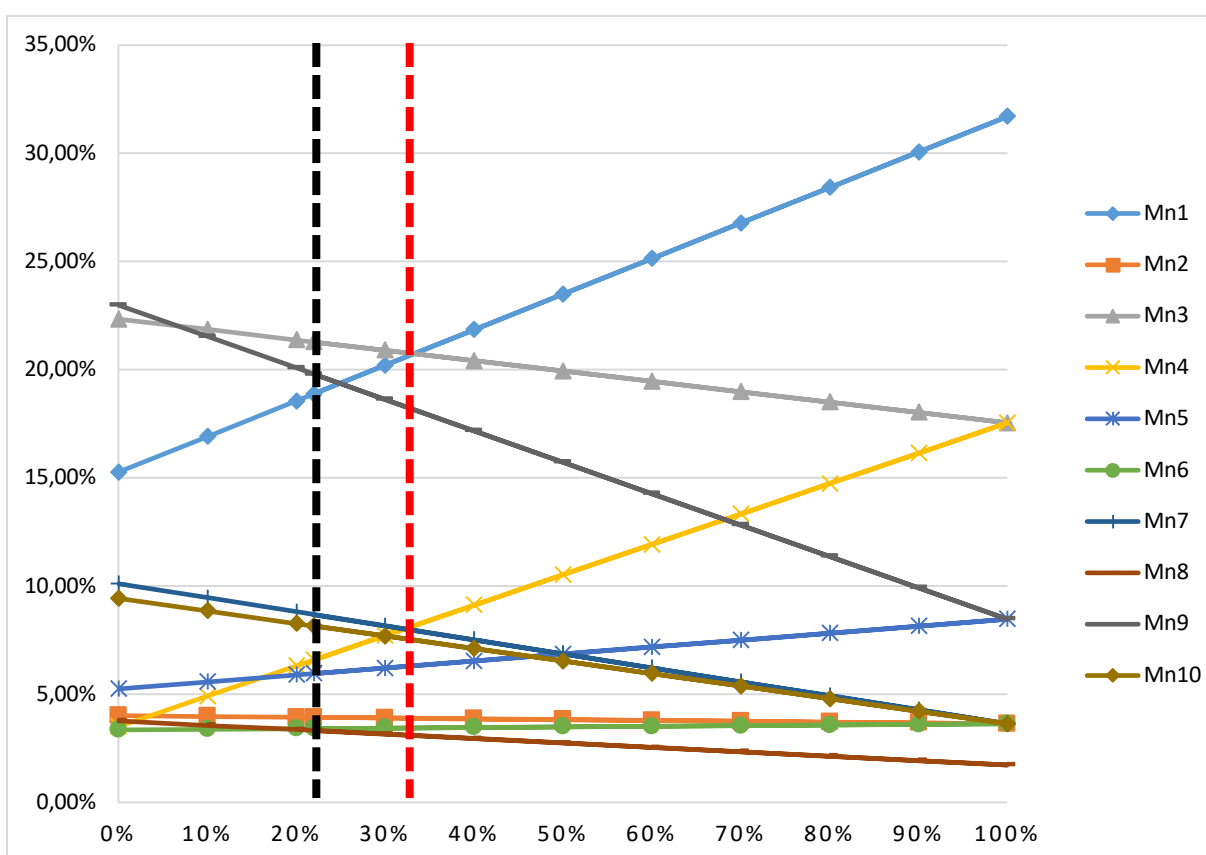
Figura 80 – Análise de sensibilidade do critério “Número de lojas (C5)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

E por ultimo, na Figura 81 pode-se observar que para o critério Densidade demográfica (c6) com peso atual de 21,97% (linha vertical preta) as alternativas escolhidas também foram as mesmas (Mn3, Mn9, Mn1 e Mn7). Aumentando o peso do critério para aproximadamente 32% (linha vertical vermelha) pode-se constatar que a alternativa (Mn7) deixará de ser a escolhida, alterando para a alternativa (Mn4). Acontecendo também algumas alterações no ranking dessas alternativas.

Figura 81 – Análise de sensibilidade do critério “Densidade demográfica (C6)”. Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe-CE.



Fonte: Autor (2018).

Analisando as Figuras 76 a 81, é possível constatar que os critérios Renda média (c2) e Densidade demográfica (c6) são os critérios mais sensíveis desse problema. Ou seja, ligeira variação de opinião por parte do decisor em relação aos pesos desses critérios poderá influenciar o resultado final, alterando o ranking das alternativas.

Da mesma forma, conclui-se que as alternativas (Mn1, Mn3 e Mn9) destacaram-se claramente das demais alternativas e que as mesmas só seriam alteradas (não seriam escolhidas) mediante alterações bruscas nos pesos dos critérios por parte do decisor, ou desconsiderando os princípios da metodologia, na ajuda da tomada de decisão.

Também foi possível constatar que as alternativas Mn4, Mn5, Mn6, Mn8 e Mn10 apresentaram comportamentos similares em todos os critérios analisados. O que indica que qualquer variação nos pesos dos critérios pode alterar a classificação das alternativas.

Mediante essas constatações, pode-se afirmar que os gráficos de análise de sensibilidade são de grande importância, pois só assim é possível conhecer os limites de julgamento atribuídos a cada um dos critérios envolvidos e de que forma podem influenciar na escolha das melhores alternativas (tomada de decisão).

5 CONCLUSÕES

A destinação final comumente dada às embalagens vazias de agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe são: queima, enterramento, lixão e devolução. Sendo dessas destinações, as principais, a devolução, seguido do lixão e da queima.

Foram analisadas separadamente as cinco Sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, onde foi feita uma análise do perfil populacional, da percepção dos agricultores em relação a problemática dos agrotóxicos, bem como do comportamento dos agricultores em relação a destinação final das suas embalagens vazias, assim como a consciência ambiental da referida população entrevistada.

Neste trabalho foi também analisada a logística adotada pelo posto de recebimento das embalagens vazias (Posto de recebimento de Ubajara), bem como a postura das empresas revendedoras/distribuidoras em relação a venda de agrotóxicos e recebimento/coleta dessas embalagens, tendo sido aplicados questionários específicos para cada setor a ser entrevistado (irrigantes, empresas e posto de recebimento), nas cinco Sub-bacias Hidrográficas (Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado).

Resultados obtidos a partir das entrevistas realizadas com os irrigantes, levou a constatar que na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, assim como na do Banabuiú, apenas 57% dos irrigantes destinam corretamente suas embalagens vazias. Na Sub-bacia do Médio e do Baixo Jaguaribe, foi constatado o pior cenário, onde apenas 31% e 40% afirmam destinar corretamente as suas embalagens vazias. Já a Sub-bacia do Salgado, diferente das demais, apresentou o melhor resultado, onde 84% dos entrevistados afirmaram destinar corretamente as suas embalagens vazias, ou seja, optam pela devolução.

Com base nos resultados obtidos é possível afirmar que grande parte da população entrevistada (agricultores) desconsidera os problemas ambientais e à saúde humana causados pelo contato com essas substâncias, bem como adota o descarte inadequado das suas embalagens vazias. Isso porque, mais de 70% dos entrevistados das quatro Sub-bacias afirmaram não seguir o receituário agrônomo e nem fazer o uso completo do EPI durante a aplicação ou manuseio dessas substâncias. A Sub-bacia do Salgado foi a única que apresentou resultado menos preocupante, onde 58,3% dos entrevistados afirmaram seguir algum tipo de receituário agrônomo.

Em relação às empresas revendedoras/distribuidoras de agrotóxicos, das 16 empresas entrevistadas, apenas 38% afirmaram receber embalagens vazias dos seus clientes com frequência. 31% afirmaram que não recebem embalagens vazias, por falta de espaço para armazenar essas embalagens vazias ou porque os clientes não fazem a devolução. O restante optou por não responder, alegando que são proibidos ou que essas informações são confidenciais. Com isso, ficou evidente que há o descumprimento da Lei 9.974/00 e da Resolução Conama 465/14, que atribuem responsabilidades compartilhadas e obrigam as empresas a receberem embalagens vazias.

A categoria mais eficiente no que tange à destinação correta das embalagens vazias de agrotóxicos foi o posto de recebimento, onde foi possível constatar que cerca de 93,8% das embalagens coletadas são destinadas corretamente (são recicladas ou incineradas).

A alocação dos subpostos de recebimento de embalagens vazias, considerado um fator preponderante para a melhoria da eficiência da coleta dessas embalagens, foi determinada usando o método de apoio à decisão multicritério AHP. Parâmetros como população, renda, IDHm, área, número de lojas e densidade demográfica de cada município, foram considerados como critérios de análise para avaliação e escolha das melhores alternativas. Os municípios (Mn) pertencentes a cada sub-bacias foram consideradas como possíveis alternativas a serem escolhidas. Lembrando que os municípios que obtiveram melhores pontuações, foram os escolhidos para alocação dos subpostos.

A quantidade de subpostos a serem alocados na Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, foi determinado por intermédio de equações estatísticas, totalizando 37 subpostos. A partir desse número foi determinado o número de subpostos a serem alocados em cada uma das cinco Sub-bacias e chegou-se a conclusão que seriam necessários 11 subpostos na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, 6 no Meio Jaguaribe, 4 no Baixo Jaguaribe, 11 na do Salgado e 5 na Sub-bacia do Banabuiú.

É importante ressaltar que os resultados obtidos pelos dois modelos aplicados (Algoritmo em editor de planilha eletrônica Excel e Software SuperDecisions) foram similares em todas as Sub-bacias analisadas. O que nos leva a constatar que o resultado final obtido é confiável, assim como nos abre a possibilidade da aplicação do método AHP, mesmo sem ter acesso aos softwares disponíveis no mercado, ou seja, esta metodologia pode ser aplicada utilizando algoritmo em editores de planilhas eletrônicas.

Vale ainda salientar que os resultados obtidos usando os dois modelos propostos mostraram ser satisfatórios, pois os municípios escolhidos foram os que apresentaram maior pontuação na avaliação realizada. Os municípios que não foram contemplados com subpostos estão vizinhos a pelo menos um dos escolhidos. No entanto, vale ainda ressaltar que uma outra alternativa considerada eficaz para melhoria da coleta das embalagens vazias seria que as empresas revendedoras ou distribuidoras de agrotóxicos atuassem realmente como itinerante de coleta dessas embalagens, assim como preconiza a lei das embalagens vazias de agrotóxicos (Lei 9.974/00).

REFERÊNCIAS

- ADIVALOR. Disponível em: <<http://www.adivalor.fr/>>. Acesso em: 27 fev. 2017.
- AGROCHEPACK PROJECT. **Design of common plastic packaging waste management scheme to protect natural resources in synergy with Agricultural plastic waste valorisation**. 2013. SCT Programme MED, 2G-MED09-15. Disponível em: <<http://www.programmemed.eu/en/library>>. Acesso em: 07 jun. 2016.
- AKTAR, M. W.; SENGUPTA, D.; CHOWDHURY, A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. **Interdisciplinary Toxicology**, v.2, n.1, p.1-2, 2009.
- ALEXANDER, D. D.; MINK, P. J.; ADAMI, H. O.; CHANG, E. T.; COLE, P.; MANDEL, J. S.; TRICHOPOU-LOS, D. The non-Hodgkin lymphomas: a review of the epidemiologic literature. **International Journal of Cancer**, v.120, n.12, p.1-39, 2007.
- ALMEIDA, P. S. **Armazenamento de lixo urbano em lixões e aterros sanitários: contaminação do solo, proliferação de macro e micro vetores e contaminação do lençol freático**. São Paulo, 2009.
- ALMUSSA, A.; SCHMIDT, M. L. G. **Um estudo das condições de vida e de trabalho e sua relação com a saúde entre trabalhadores rurais do município de sertãozinho/SP**. 2011. 151f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Psicologia e Sociedade, Faculdade de Ciências e Letras de Assis – Universidade Estadual Paulista - UNESP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/97598/almussa_a_me_assis.pdf?sequencia=1>. Acesso em: 13 set. 2016.
- ANASTÁCIO, A. F. **Relação entre cadeia logística tradicional e cadeia logística reversa; IPPUC**. (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba), 2004.
- ANDRADE, E. M.; SOUZA, I. H.; OLIVEIRA, L. J.; BEZERRA, J. W. V.; MIRTHYA, D. Contaminação das águas associada ao uso de defensivos agrícolas - caso do Rio Trussu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Foz do Iguaçu. 2001.
- ANDREI, E. (Coord.). **Compêndio de defensivos agrícolas**, *7. ed. São Paulo: Andrei, 2005.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA; UFPR. Seminário MERCADO DE AGROTÓXICO E REGULAÇÃO, 2012. Brasília: Acesso em: 01 jun. 2016.
- ANZECC. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council/ **Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand**, Canberra, ACT. 2000.
- APHA - **American Public Health Association**, American Water Works Association, Water Environment Federation; Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, *20th ed., American Public Health Association: Washington, 1998.

ASIM, N.; EMDADI, Z.; MOHAMMAD, M.; YARMO, M. A.; SOPIAN, K. Agricultural solid wastes for green desiccant applications: an overview of research achievements, opportunities and perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v.91, p.26-35, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 1º Projeto de Norma - Embalagem rígida de agrotóxico - Procedimentos de Lavagem, 1996.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. Institucional. Disponível em: <<http://www.andef.com.br/2003/index.asp>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS DISTRIBUIDORES DE INSUMOS AGRÍCOLAS E VETERINÁRIOS – ANDAV. Disponível em: <<http://www.andav.com.br/>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

BAIRD, C. **Chemistry in you life**. *2nd ed. New York: W. H. Freeman, 2006.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. *4th ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2011.

BASBASH, J. E.; THELIN, G. P.; KOLPIN, D. W.; GILLIOM, R. J. Major herbicides in ground water: results from the national water-quality assessment. **Journal Environmental Quality**, v.30, p.831-845, 2001.

BAYAZIT, O.; KARPAK, B. Selection of a third party logistics service provider for an aerospace company: an analytical decision aiding approach. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v.15, n.4, p.382-404, 2013.

BOMBARDI, L. M. **Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro**. Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo. 2010. Disponível em: <[http://www.reformaagrariaemdados.org.br/sites/default/files/Agrot%C3%B3xicos%20e%20agroneg%C3%B3cio%20-%20arcaico%20e%20moderno%20se%20fundem%20no%20campo%20brasileiro%20\(Larissa%20M.%20Bombardi\).pdf](http://www.reformaagrariaemdados.org.br/sites/default/files/Agrot%C3%B3xicos%20e%20agroneg%C3%B3cio%20-%20arcaico%20e%20moderno%20se%20fundem%20no%20campo%20brasileiro%20(Larissa%20M.%20Bombardi).pdf)>. Acesso em: 11 out. 2017.

BORNIA, C. A.; WERNKE, R. A. Contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais. *Revista Contabilidade & Finanças*, São Paulo, v.14, n.25, p. 60-71, 2001.

BOWERSOX, DONALD, J.; CLOSS, DAVID, J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. Sao Paulo: Atlas, 2001.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Química e Sociedade: Química Nova na Escola**, Santa Maria, v.34, n.1, p.10-15, 2012.

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. **Multiple criteria decision analysis – state of the art**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005.

BRASIL. Decreto Nº 98.816, de 11 de janeiro de 1990. Revogado pelo Decreto nº 4.074, de 2002. Acesso em 01 mai. 2018.

BRASIL. Lei Nº 7.802 de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. 1989. Acesso em 30 abr. 2018.

BRASIL. Lei Nº 9.974 de 6 de Junho de 2000. Dispõe sobre a sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. 2000.

BRASIL. Lei Nº 12.228 de 9 de dezembro de 1993. Dispõe sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins bem como sobre a fiscalização do uso de consumo do comércio, do armazenamento e do transporte interno desses produtos. 1993. Acesso em 29 abr. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305/2010b, de 2 agosto de 2010b. Intitui a Política Nacional de Resíduos Sólidos Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 10 jul. 2015.

BRASIL. Lei Nº 14.779 de 9 de agosto de 2010. Institui o dia estadual de luta e combate ao uso abusivo de agrotóxicos. 2010. Acesso em 27 abr. 2018.

BRIASSOULIS, D.; HISKAKIS, M.; KARASALI, H.; BRIASSOULIS, C. Design of a European agro-chemical plastic packaging waste management scheme - pilot implementation in Greece. **Conservation Recycling**. v.83, p.72–88, 2014.

BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. **Multicriteria decision-making method: Application to the case of the spatial location of an Emergency Unit (UPA 24h)**. Gestão de produção, São Carlos, v.22, n.4, p.805-819, 2015.

BRITO, M. P.; DEKKER, R. A framework for reverse logistics. In: Dekker, R., Inderfurth, K., van Wassenhove, L., and Fleischmann, M. ed. Reverse Logistics. Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 2002.

CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; GATTO, D. A.; CALEGARI, C. C. Embalagens vazias de agrotóxicos: Avaliação dos fumicultores da linha João Alves, município de Santa Cruz do Sul. **Revista História e Geografia**. v.19, n.1, p.121-132, 2017.

CAMPOS, T. **Logística reversa: aplicação ao problema das embalagens da CEAGESP**. 2006. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São

Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3148/tde-05092006-135636/pt-br.php>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

CARNEIRO, F. F. (Org.) - Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: <http://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wpcontent/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2017.

CAMPANA, O.; WLODKOWIC, D. The undiscovered country: Ecotoxicology meets microfluidics. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v.257, p.692-704, 2017.

CANTOS, C.; MIRANDA, Z. A. I.; LICCO, A. **Contribuições para a gestão das embalagens vazias de agrotóxicos**. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. v.3, n.2, 2008.

CARTER, J.; HOWE, J. The water framework directive and the strategic environmental assessment directive: exploring the linkages. *Environmental Impact Assessment Review*. v.26, p.287-300, 2006.

CASTRO, L. M. A. de/; BAPTISTA, M. B.; CORDEIRO, N. O. M. **Análise multicritério para a avaliação de sistemas de drenagem urbana: Proposição de indicadores e de sistemática de estudo**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), v.9, n.4, p.5-19, Porto Alegre – RS, 2004.

CERNY, R.; KOBETICOVA, K. Ecotoxicology of building materials: A critical review of recent studies. **Journal of Cleaner Production**, v.165, p.500-508, 2017.

CHAI, X.; TAO, Z.; DAI, S. Mercury emission to the atmosphere from municipal solid waste landfills: A brief review. **Atmospheric Environment**, v.170, p.303-311, 2017.

CHAN, F. T. S.; CHAN, H. K. Development of the supplier selection model - a case study in the advanced technology industry. **Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers**, v.218, p.1807-1824, 2004.

CHAPMAN, P. M. Emerging substances – Emerging problems? **Environmental Toxicology and Chemistry**. v.25, n.6, p.1445-1447, 2006.

CHAVES, G. L. D. **Logística reversa de pós-venda para alimentos derivados de carne e leite: Análise dos retornos de distribuição**. 2009. 303f. Tese (Doutorado em Engenharia de produção). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/logon/InserirUsuario.do>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

CHAVES, G. L. D.; ALCÂNTARA, R. L. C.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Medidas de desempenho na logística reversa: O caso de uma empresa do setor de bebidas. *Relatórios de pesquisa em Engenharia de Produção*, v.8, n.2, p.1-23, 2008.

CHEN, Y. M.; HUANG, P. N. Bi-negotiation integrated AHP in suppliers selection. **Benchmarking: An International Journal**, v.14, n.5, p.575-593, 2012.

CHENG, A.; HSIN, Y.; LIN, W. Effects of mold growth on building materials by different environments in Taiwan. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v.18, n.4, p.1083-1090, 2014.

CHEVRIER, C.; WAREMBOURG, C.; GAUDREAU, E.; MONFORT, C.; LE BLANC, A.; GULDNER, L.; CORDIER, S. Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, seafood consumption, and timeto-pregnancy, **Epidemiology**, v.24, p.251-260, 2013.

CHIQUETTI, S. C. Entrepósitos de Recebimento de Embalagens de Produtos Fitossanitários: Avaliação da Eficiência da Tríplex Lavagem. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, 2005.

CHIU, B. C.; WEISENBURGER, D. D.; ZAHM, S. H.; CANTOR, K. P.; GAPSTUR, S. M.; HOLMES, F.; BURMEISTER, L. F.; BLAIR, A. Agricultural pesticide use, familial cancer, and risk of non-Hodgkin lymphoma. **Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention**. v.13, n.4, p.525-31, 2006.

CHRISTOFORIDIS, A.; STAMATIS, N.; SCHMIEDER, K.; TSACHALIDIS, E. Organochlorine and mercury contamination in fish tissues from the River Nestos, Greece. **Chemosphere**, v.70, p.694-702, 2008.

CHURCHILL, G. A.; PETER, J. P. **Marketing**: criando valor para os clientes. São Paulo, 2003.

CIRNE, P. S. **A destinação final das embalagens de agrotóxicos: recentes modificações**. Revista de Direito Ambiental. São Paulo, n.6, v.23, p.307-325, 2001.

COELHO, T. M. **Logística reversa no Brasil: Proposta de um sistema de retorno de embalagens PET**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção), Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

COMETTI, J. L. S. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil: um caminho sustentável? Brasília, 2009. 152f. (Doutorado em Desenvolvimento sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília – D.F., 2009.

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Rio de Janeiro: Niterói, 2002.

CREMONESE, C.; Freire, C.; DE CAMARGO, A. M.; DE LIMA, J. S., KOIFMAN, S.; MEYER, A. Pesticide consumption, central nervous system and cardiovascular congenital malformations in the south and southeast region of Brazil, **IJOMEH**, v.27, p.474-486, 2014.

DAIM, T. U.; UDBYE, A.; BALASUBRAMANIAN, A. Use of analitic hierarchy process (AHP) for selection of 3PL's providers. **Journal of Manufacturing Technology Management**. v.24, n.1, p.28-51, 2012.

DAMALAS, C. A.; GEORGIU, E. B.; THEODOROU, M. G. Pesticide use and safety practices among Greek tobacco farmers: a survey. **International Journal Environmental Health Research**. v.16, p.339-348, 2006.

DAMALAS, C. A.; ELEFTHEROHORINOS, G. E. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. **International Journal Environmental Research and Public Health**, v.8, n.5, p.1402-1419, 2011.

DASGUPTA, S.; MEISNE, C.; HUQ, M. A pinch or a pint? Evidence of pesticide overuse in Bangladesh. **Journal of Agricultural Economics**. v.58, p.91-114, 2007.

DEBOST-LEGRAND, A.; WAREMBOURG, C.; MASSART, C.; CHEVRIER, C.; BONVALLOT, N.; MONFORT, C.; ROUGET, F.; BONNET F.; CORDIE, R. S. Prenatal exposure to persistent organic pollutants and organophosphate pesticides, and markers of glucose metabolism at birth. **Environment Research**, v.146, p.207-217, 2016.

DENG, X.; HU, Y.; DENG, Y.; MAHADEVAN, S. Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications*, v.41, n.1, 2014.

DHOUIB, I.; JALLOULI, M.; ANNABI, A.; MARZOUKI, S.; GHARBI, N.; ELFAZAA, S.; LASRAM, M. M. From immunotoxicity to carcinogenicity: the effects of carbamate pesticides on the immune system. **Environmental Science and Pollution Research**. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-6418-6>. v.1, n.11, 2016.

DOWLATSHAHI, S. “Developing a Theory of Reverse Logistics”. **Interfaces**, v.30, n.3, p.143-155, 2000.

ECHA - European Chemicals Agency. Disponível em: <<https://echa.europa.eu/>>. Acessado em 01 de maio de 2018.

ECO, Umberto **Como se faz uma tese**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2003.

EFSA. Literature review on epidemiological studies linking exposure to pesticides and health effects. **EFSA Supporting Publication**: EN-497, 2013.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v.14, n.4, p.532-550, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Toxicidade dos Defensivos Agrícolas**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaPara/agrotoxicos.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Agrotóxicos no Brasil**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_40_210200792814.html>. Acesso em: 27 nov. 2016.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.; NORONHA, M. S. Apoio à decisão – metodologias para estruturação de problemas complexos e avaliação de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001.

EPA–U.S. State Environment Protection Policy (Waters of Victoria). EPA, Victoria, 91p. 2003.

EPA – U.S. Water Quality Standards Handbook Chapter 7: Water Quality Standards and the Water Quality-based Approach to Pollution Control. Office of Water, Washington, DC, 2015.

EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Types of Pesticides. 2016.

ERAS, J.; COSTA, J.; VILARÓ, F.; PELACHO, A. M.; CANELA-GARAYOA, R.; MARTIN-CLOSAS, L. Prevalence of pesticides in postconsumer agrochemical polymeric packaging. **Science of the Total Environment**, v. 580, p.1530–1538, 2017.

ESPAÑA. Base de Datos de Legislación. Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Disponível em:<http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/111-1997.html#c1>. Acesso em 1 mai. 2018.

ESPAÑA. Ley 10/1998, de 21 de abril, de Resíduos. Disponível em:<http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/110-1998.html>. Acesso em: 1 mai. 2018.

EUR-Lex. Acesso ao direito da União Europeia. DIRETIVA Nº 67/548/CEE do Conselho, de 27 de junho de 1967, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas respeitantes à classificação, embalagem e rotulagem das substâncias perigosas. Acesso em 28 abr. 2018.

EUR-Lex. Acesso ao direito da União Europeia. DIRETIVA Nº 91/414/CEE do Conselho, de 15 de julho de 1991, relativa à colocação dos produtos fitofarmacêuticos no mercado.

EUR-Lex. Acesso ao direito da União Europeia. DIRETIVA Nº 94/62/CE, do 20 de dezembro de 1994, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às embalagens e aos resíduos de embalagens.

EUR-Lex. Acesso ao direito da União Europeia. REGULAMENTO (CE) Nº 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2008, relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas, que altera e revoga as Diretivas 67/548/CEE e 1999/45/CE, e altera o Regulamento (CE) nº 1907/2006

EUR-Lex. Acesso ao direito da União Europeia. DIRETIVA Nº 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de fevereiro. Altera a Diretiva no 94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Dezembro, relativa a embalagens e resíduos de embalagens.

EUROPEAN CROP PROTECTION ASSOCIATION (ECPA). From Discovery to Recovery. Waste Classification Gives New Life to Old Containers. Disponível em: <<http://www.ecpa.eu/regulatory-policy-topics/circular-economy>>. Acesso em: 29 jan. 2017.

EVANGELOU, E.; NTRITSOS, G.; CHONDROGIORGI, M.; KAVVOURA, F. K.; HERNANDEZ, A. F.; NTZANI, E. E.; TZOULAKI, I. Exposure to pesticides and diabetes: a systematic review and meta-analysis, **Environment International**, v.91, p.60-68, 2016.

FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations. Pesticides: Balancing Crop Protection and Responsible Use. Plant Production and Protection Division. FAO, Rome, Italy. http://www.fao.org/fileadmin/content/publications/pub_FS_pesticides_low.pdf. 2014.

FARIA, N. M. X.; FACCHINI, L. A.; FASSA, A. G.; TOMASI, E. Rural work and pesticide poisoning. **Cad. Saúde Pública**, v.20, p.1298-1308, 2004.

FELTEN, V.; TIXIER, G.; GUEROLD, F. *Encyclopedia of Aquatic Ecotoxicology*, Springer, Netherlands, 2013.

FEITOSA, A. de V. **Otimização da logística reversa de medicamentos de uso humano vencido e/ou em desuso no município de Fortaleza/CE**. 2016. 243f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) – Universidade Federal do Ceará, 2016.

FERREIRA, C. R. R. P.; VEGRO, C. L. R.; CAMARGO, M. L. B. *Defensivos agrícolas: rumo a uma retomada sustentável. Análises e Indicadores de Agronegócio*, São Paulo; v.3, n.2, 2008.

FERREIRA, R. L.; MATA, J. S. *Agrotóxico no Brasil – Uso e impacto ao meio ambiente e a saúde pública*, Paraná, 2013.

FILHO, V. R. S. *Contextualização do uso de herbicidas em lavouras de café no município de Planalto-BA (Dissertação de mestrado). Pós-graduação em Gestão de cadeia produtiva do café, com ênfase em Sustentabilidade*, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia. 2013.

FLEISCHMANN, M.; BLOEMHOF-RUWAARD, J. M.; DEKKER, R.; VAN DER LAAN, E.; NUNEN, J. A. E. E.; VAN WASSENHOVE, L. N. Quantitative models for reverse logistics: a review. **European Journal of Operational Research**, Bradford, v.103, p.1-17, 1997.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**, *6th ed., Atlas. 320f. 1996.

FORBES, V. E.; GALIC, N. Next-generation ecological risk assessment: predicting risk from molecular initiation to ecosystem service delivery. **Environmental International**. v.91, p.215-219, 2016.

FORMAN, E. H.; SELLY, M. A. **Decision by objectives: How to convince others that you are right**. Singapore: World Scientific. p.402, 2002.

FREIRES, F. G. N. *Reverse Logistics Systems of Empty Packings of Agricultural Pesticides in Brazil*. POMS 21st Annual Conference Vancouver, Canada May 7 to May 10, 2010.

FRITSCHI, L.; BENKE, G.; HUGHES, A. M.; KRICKER, A.; TURNER, J.; VAJDIC, C. M.; GRULICH, A.; MILLIKEN, S.; KALDOR, J.; ARMSTRONG, B. K. Occupational Exposure to Pesticides and Risk of Non-Hodgkin's Lymphoma. **American Journal Epidemiology**. v.162, n.9, p.849-57, 2005.

GALLI, R. A. *O Meio Ambiente e os Agrotóxicos - Publicada Juris Síntese no 49 - set/out de 2004*.

GARCIA, F. P.; ASCENCIO, S. Y. C.; OYARZUN, J. C. G.; HERNANDEZ, A. C.; ALAVARADO, P. V. Pesticides: classification, uses and toxicity. Measures of exposure and genotoxic risks. **Journal Research Environmental Science of Toxicology**. v.1, n.11, p.279-293, 2012.

GHISI, F. A. **Fatores críticos na sustentabilidade das centrais de negócio do setor supermercadista**. 2005. 270f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis. Universidade de São Paulo, 2005.

GHOLAMI, P.; NILIAHMADABADI, M.; NAJAFI, M. Use of intelligent business, a method for complete fulfillment of e-government, **International Journal of Computer Science and Business Informatics**, 2013.

GEBLER, L. Banco de Informações Ambientais e Toxicológicas dos Agrotóxicos Utilizados até a Safra 2002/2003 na Produção Integrada de Maçãs no Brasil. Embrapa Uva e Vinho: Bento Gonçalves, RS, Circulação Técnica, n.48, 2004.

GÖL, H.; ÇATAY, B. Third-party logistics provider selection: insights from a Turkish automotive company. **Supply Chain Management: An International Journal**, v.12, n.6, p.379-384, 2007.

GOMES, L.; GOMES, C.; ALMEIDA, A. Tomada de Decisão Gerencial: enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2002.

GOUVINHAS, R. P.; PATRICIO, R. M. Avaliação de Desempenho Ambiental e, Edificações: Diretrizes para o Desenvolvimento de uma nova metodologia adaptada à realidade do Nordeste. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável/10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004.

GROS, M. Removal of pharmaceuticals during wastewater treatment and environmental risk assessment using hazard indexes. *Environment international*. ISSN 1873-6750. 36:1 (2010) 15–26. doi: 10.1016/j.envint.2009.09.002. 2010.

GUARNIERI, P.; DUTRA, D. J. S.; PAGANI, R. N.; HATAKEYAMA, K.; PILATTI, L. A. Obtendo competitividade através da logística reversa: estudo de caso em uma madeira. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.1, n.4, 2006.

GUO, W. Selection model of third-party reverse logistics service providers under supply chain management. In: **Control and Decision Conference (CCDC)**, *24th ed., Chinese. IEE, p.1761-1764, 2012.

HAJJAR, M. J. The persisted organic pesticides pollutant (POPs) in the Middle East Arab countries. **International Journal of Agronomy and Plant Production**. v.3, p.11-18, 2012.

HAJKOWICZ, S.; COLLINS, K. A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. **Water Resource Management**, v.21, n.9, p.1553-1655, 2007.

HASHEMI, S. M.; DAMALAS, C. A. Farmers' perceptions of pesticide efficacy: reflections on the importance of pest management practices adoption. **Journal of Sustainable Agriculture**. v.35, p.69-85, 2011.

HAYASHI, T. I.; KAMO, M.; TANAKA, Y. Population-level ecological effect assessment: estimating the effect of toxic chemicals on density-dependent populations. **Ecological Research**, v.24, p.945-954, 2009.

HAYDEN, K. M.; NORTON, M. C.; DARCEY, D.; OSTBYE, T.; ZANDI, P. P.; BREITNER, J. C.; WELSH-BOHMER, K. A. Occupational exposure to pesticides increases the risk of incident AD: the cache county study, **Neurology**, v.74, p.1524-1530, 2010.

HERNANDEZ, A. F.; GIL, F.; LACASANA, M.; RODRIGUEZ-BARRANCO, M.; TSATSAKIS, A. M.; REQUENA, M.; PARRON, T.; ALARCON, R. Pesticide exposure and genetic variation in xenobiotic- metabolizing enzymes interact to induce biochemical liver damage. **Food and Chemical Toxicology**. v.61, p.144-151, 2013.

HERVANI, A. A.; HELMS M. M.; SARKIS, J. Performance measurement of green supply chainmanagement. **Benchmark Int. Journal**, v.12, n.4, p.330-53, 2005.

HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. Estudos tecnológicos. São Leopoldo, v.2, n.2, p.91-98, 2006.

HO, W.; BENNETT, D. J.; MAK, K. L.; CHUAH, K. B.; LEE, C. K.; HALL, M. J. Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and AHP approach. In: **Industrial Engineering and Engineering Management, 2009**. IEEM 2009, IEEE International Conference on. IEEE, p.1434-1438, 2009.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. The World Bank, Washington DC, 2012.

HURTIG, A. K.; SAN SEBASTIAN, M.; SOTO, A.; SHINGRE, A.; ZAMBRANO, D.; GUERRERO, W. Pesticide use among farmers in the Amazon basin of Ecuador. **Arch. Environ. Health**, v.58, p.223-228, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Avaliação ambiental e a atuação do IBAMA no registro de agrotóxicos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_tematicas/Insumos_agropecuarios/52RO/App_Ibama.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS (INPEV). Histórico. 2006. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/institucional/inpev/inpev.asp>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS (INPEV). Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/>>. Acesso em: 27 de ago. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS (INPEV). Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/fluxo-do-sistema>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS (INPEV). **Manejo das embalagens vazias no campo**. Disponível em:<<http://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/fluxo-do-sistema>>. Acessado em 16-10-2017.

ISHIZAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software**. Chichester: Eiley, 2013.

JABLONOWSKI, N. D.; SCHAFFER, A.; BURAUUEL, P. Still present after all these years: persistence plus potential toxicity raise questions about the use of atrazine. **Environmental Science and Pollution Research**. v.18, n.2, p.328-331, 2011.

JALLOW, M. F. A.; AWADH, D. G.; ALBAHO, M. S.; DEVI, V. Y.; THOMAS, B. M. Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait. **Science of the Total Environment**, v.574, p.490-498, 2017.

JARDIM, S. B. **A cobrança eficiente pela garantia de disponibilidade e pelo uso da água: Proposta de um modelo multicritério de gestão**. 2003. 347f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto - RS, 2003.

JINDAL, A.; SANGWAN, K. S. “Closed loop supply chain network design and optimization using fuzzy mixed integer linear programming model”. **International Journal of Production Research**, v.52, n.14, p.4156-4173, 2014.

JOUANY, J. M. Nuisances et ecologie, Actualité. Pharm. v.69, p.11-22, 1971.

JURAS, I. A. G. M. Legislação sobre resíduos sólidos: exemplos da Europa, Estados Unidos e Canadá. 2005.

KARLSSON, S. I. Agricultural pesticides in developing countries – a multilevel governance challenge. **Environment**, v.46, p.22-41, 2004.

KAWAI, K.; TASAKI, T. Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v.18, n.1, p.1-13, 2016.

KEIFER, M. C.; FIRESTONE, J. Neurotoxicity of pesticides, **Journal of Agromedicine**, v.12, p.17-25, 2007.

KHAN, M.; MAHMOOD, H. Z.; DAMALAS, C. A. Pesticide use and risk perceptions among farmers in the cotton belt of Punjab, Pakistan. **Crop Protection**. v.67, p.184-190, 2015.

KIM, K. H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Review: Exposure to pesticides and the associated human health effects. **Science of the Total Environment**, v.575, p.525-535, 2017.

KOIFMAN S.; HATAGIMA A. Exposição aos agrotóxicos e câncer ambiental. IN: Frederico Peres; Josino Costa Moreira. (Org.). É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, p.75-99, 2003.

KOLPIN, D. W.; BASBASH, J. E.; GILLIOM, R. J. Pesticides in ground water of the United States, 1992–1996. **Ground Water**, v.38, n.6, p.857-863, 2000.

KROON, L.; VRIJENS, G. Returnable containers: an example of reverse logistics. **International Distribution & Logistics Management**. v.25, n.2, p.56-68, 1994. Disponível em:

<file:///C:/Users/Diccai/Downloads/ReturnableContainers_1995.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

KUDSK, P.; JORGENSEN, L. N.; ORUM, J. E. Pesticide Load-A new Danish pesticide risk indicator with multiple application. **Land Use Policy**, v.70, p.384-392, 2017.

LAM, P. K. S.; GRAY, J. S. The use of biomarkers in environmental monitoring programmes. **Marine Pollution Bulletin**, v.46, p.182-186, 2003.

LAGARINHOS, C. A. F. **Reciclagem de pneus: análise do impacto da legislação ambiental através da logística reversa**. 2011. 293f. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2011.

LEITE, P. R. Estudo dos Fatores que influenciam o Índice de Reciclagem Efetivo de Materiais em um grupo selecionado de “Canais de Distribuição Reversos” São Paulo: 2000.

LEITE, P. R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. *1. ed., ISBN: São Paulo, 2003.

LESLIE, H. A.; LEONARDS, P. E. G.; BRANDSMA, S. H.; DE BOER, J; JONKERS, N. Propelling plastics into the circular economy - weeding out the toxics first. **Environ. Int.** v.94, p.230-234, 2016.

LIMA J. F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. **Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte**. *Gestão & Produção*, v.20, n.4, p.781-801, 2013.

LIMA, J. G.; ROMANIELLO, M. M. A eficiência dos programas educativos implementados por empresas e órgãos governamentais como forma de prevenção ao impacto ambiental causado pelo descarte incorreto das embalagens de agrotóxicos em Campos Gerais no sul do estado de Minas Gerais. *Revista Eletrônica de Gestão de Negócios*, v.4, n.1, p.60-93, 2008.

LITCHFIELD, M. H. Estimates of acute pesticide poisoning in agricultural workers in less developed countries. **Toxicological Reviews**. v.24, p.271-278, 2005.

LIU, C.; WU, X. W. Factors influencing municipal solid waste generation in China: a multiple statistical analysis study. **Waste Management & Research**. v.29, p.371-378, 2010.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para a ação e defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA. Assessoria e serviços a projetos em agricultura alternativa, p.190, 2011.

MALAJ, E.; GUENARD, G.; SCHAFFER, R. B.; VON DER OHE, P. C. Evolutionary patterns and physicochemical properties explain macroinvertebrate sensitivity to heavy metals. **Ecological Applications**. v.26, p.1249-1259, 2016.

MANAHAN, S. E. **Fundamentals of Environmental Chemistry**, *2nd ed., Lewis Publishers CRC Press LLC: USA, 2001.

MARTINS, F. G.; COELHO, L. Aplicação do método de análise hierárquica do processo para o planejamento de ordens de manutenção em dutovias. **Revista da Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v.7, n.1, p.65, 2012.

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso**. 1999. 248f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Escola Politécnica. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998.

MATIAS, A. Política de redução dos riscos pesticidas na União Europeia e em Portugal. Disponível em: <<http://www.nutriscience.pt/riscos-dos-pesticidas-amatias.pdf>>. Acessado em: 1 de maio de 2018.

MATTHEWS, G. A. Pesticides: Health, Safety and the Environment. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2006.

McMILLIN, K. W. Review: Advancements in meat packaging. *Meat Science*, v.132, p.153-162, 2017.

MENCHEN, A.; HERAS, J.; ALDAY, J. Pesticide contamination in groundwater bodies in the Júcar River European Union Pilot Basin (SE Spain). *Environmental Monitoring and Assessment*. v.189, n.4, p.1-18, 2017.

MENDES, E. N.; FREIRE, J. E.; FIGUEIREDO, M. F.; BRAGA, P. E. O uso de agrotóxicos por agricultores no município de Tianguá-CE. **Agropecuária Científica no Semiárido (ACSA)**. v.10, n.1, p.07–13, 2014.

MENDONÇA, J. C. A. **Modelo de referência em logística reversa para setor de sucroalcooleiro**. Piracicaba, 2015. 221f. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de gestão e negócios da Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2015.

MERCIER, F.; GLORENNEC, P.; THOMAS, O.; LA BOT, B. Organic contamination of settled house dust, a review for exposure assessment purposes. **Environmental Science Technology**, v.45, p.6716-6727, 2011.

MESQUITA, J. B.; KOIDE, S.; EID, N. J. Monitoramento em bacias hidrográficas – a qualidade da água como expressão dos usos do solo. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Desafios à gestão da água no limiar do século XXI. 15. Curitiba, 2003.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v.17, n.1, p.216-229, 2007.

MIN, H.; KO, H. J.; KO, C. S. A genetic Algorithm approach to developing the multi-echelon reverse logistics network for product returns. **Omega-The International Journal of Management Science**, v.34, p.56-69, 2006.

MINÉU, H. F. S. **O custo de oportunidade do Aterro Santitário de Ituiutaba-MG: Componentes de repercussão econômica em longo prazo**. 2017. 269f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2017. Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18910/1/custoOportunidadeAterro.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

MORAES, J. C. de. Receituário Agrônômico. Lavras: UFLA/FAEPE, (Apostila). 2000.

MORAES, L. N. Proposta de Ferramenta de Análise Multicritério de apoio à Gestão Municipal da Mobilidade Urbana (Dissertação de mestrado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília. 2017.

MORAGAS, W. M.; SCHNEIDER, M. O. Biocidas: suas propriedades e seu histórico no Brasil. Caminhos de Geografia, Uberlândia, vol.3, n.10, p.26-40, 2003.

MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAH, M. Pesticides: an update of human exposure and toxicity, *Archives of Toxicology*, v.91, p.549–599, 2017.

MOTTA, W. H. Logística Reversa e a Reciclagem de Embalagens no Brasil. In: CNRG – CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, v.7, Rio de Janeiro. 2011.

OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; COSTA, C. R. C.; ESPINDOLA, E. L. G. Toxicity in aquatic environments: discussion and evaluation methods. *Química Nova*, v.31, n.7, São Paulo, 2008.

OPAS/OMS – O ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Intoxicação por agrotóxico: A importância da Vigilância Epidemiológica. Disponível em: <www.opas.org.br/saudedotrabalhador/Arquivos/Sala229.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2013.

PAMIRA. Disponível em: <<http://www.pamira.de/>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

PAMPLONA, E. O. **Avaliação qualitativa de cost drivers pelo método AHP**. Itajubá: Escola Federal de Engenharia de Itajubá. 1999.

PARTOVI, F. Y. An analytic model for location facilities strategically. *Omega - The International Journal of Management Science*, n.34, v.1, p.41-55, 2006.

PEIXOTO, SANDRA CADORE. **Estudo da estabilidade a Campo dos Pesticidas Carbofurano e Quincloraque em Água de Lavoura de Arroz Irrigado empregando SPE e HPLC-DAD**. 2007. 108f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Química, Departamento de Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007. Cap.2. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/6/TDE-2007-11-26T180311Z1033/Publico/SANDRAPEIXOTO.pdf>. Acesso em: 02 set. 2016.

PERDIGÃO, J. Processo decisório: um estudo comparativo de tomada de decisão em organizações de segmentos distinto. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, n.9, v.1, 2012, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SEGeT, 2012.

PERRODIN, Y.; BOILLOT, C.; ANGERVILLE, R.; DONGUY, G.; EMMANUEL, E. Ecological risk assessment of urban and industrial systems: a review. **Science of the Total Environment**. v.409, p.5162-5176, 2011.

PIMENTEL, D. Environmental and economic cost of the application of pesticides primarily in the United States. **Environmental Development Sustainability**. v.7, p.229-25, 2005.

PIRES, I. J. B. A pesquisa sob o enfoque da estatística. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006.

PLASTICS EUROPE. PLASTICS – THE FACTS, 2015. An Analysis of the European Plastics Production, Demand and Waste Data. Association of Plastics Manufacturers. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/Document/plastics-the-facts-2015.aspx>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 142/1996, de 23 de agosto, de Resíduos. Disponível em: Diário da República nº 195/1996, Série I-A de 1996-08-23. Acesso em: 1 mai. 2018.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 366-A/97. Disponível em: Diário da República nº 293/1997, 3º Suplemento, Série I-A de 1997-12-20. Acesso em: 1 mai. 2018.

PORTUGAL, L. S.; MORGADO, A. V.; LIMA, O. Jr. Location of cargo terminals in metropolitan areas of developing countries: the Brazilian case. **Journal of Transport Geography**, n.19, v.4, p.900-910, 2011.

PRAHINSKI, C; KOCABASOGLU, C. Empirical research opportunities in reverse supplychains. **Int. J. Manag. Science**, n.34, p.519-32, 2006.

PURE EARTH, GREEN CROSSr. World's Worst Pollution Problems. The New Top Six Toxic Threats: A Priority List for Remediation. Report p.68. Disponível em: <<http://www.worstpolluted.org/2015-report.html>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

QUININO, U. C. M.; CAMPOS, L. F.; GADELHA, C L. Avaliação da qualidade, das águas Subterrâneas na Bacia do Rio Gramame no Estado da Paraíba. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal: RN, v.5, p.162-167, 2000.

RAJU, K. S.; DUCKSTEIN, L.; ARONDEL, C. **Multicriterion analysis for sustainable water resources planning: A case study in Spain**. Water resources Management, v.14, p.435-456, 2001.

RAND, G. M. Fundamentals of Aquatic Toxicology: Environmental Effects Fate And Risk Assessment, Taylor & Francis, 1995.

REGINA, C. A toxicidade em ambientes aquáticos: Discussão e Métodos de avaliação. **Química Nova**. v.31, n.7, p.1820-1830, 2008.

REIS, P. L.; LADEIRA, B. M; FERNADES M. J. **Contribuição do método Analytic Hierarchy Process (AHP) para auxílio ao processo decisório de terceirizar ou internalizar**

atividades no contexto de uma empresa de base tecnológica. Revista Produção Online. Minas Gerais. 2013.

RICHARDS, K. G.; MELLANDER, P. E.; McMANUS, S. L.; COXON, C. E.; DANAHER, M. Hydrogeological characteristics influencing the occurrence of pesticides and pesticide metabolites in groundwater across the Republic of Ireland. **Science of the Total Environment**, v.601-602, p594–602, 2017.

RIGK. W. Corporation for the recovery of industrial and commercial plasticac packaging Ltd. Disponível em: <http://www.rigk.de/pdfs/rigk-reporter/1_03e.pdf>. Acessado em: 29 abril 2018.

RIVEROS, A. C. G. Análise de Pesticidas por Espectrometria de Massas Acoplada a Cromatografia Gasosa (CG - EM). **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15, p.2008-2018, 2012.

RODRIGUES, F. H.; MARTINS, W. C.; MONTEIRO, A. B. F. C. O Processo de Decisão Baseado em um Método de Análise Hierárquica na Tomada de Decisão Sobre Investimentos. **In J. V. Caixeta Fo. & R. S. Martins (Eds.), Gestão logística do transporte de cargas.** São Paulo: Atlas. 2001.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices.** University of Nevada. Reno: CLM, 1998.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. An examination of reverse logistics practices. **Journal of Business Logistics**, v.22, n.2, p.129-148, 2001.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal, North Holland**, n.9, p.9-26, 1990.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica.** São Paulo: Makron Books. 1991.

SAATY, T. L. **Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP.** RWS Publications, Pittsburgh, PA, U.S.A, 1994.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal od Services Sciences**. v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. Models, methods, concepts & applications of the analytic hirarchy process (*2nd ed., **International Series in Operations Research & Management Science**), 345p. New York: Springer, 2012.

SAMMONS, P. J.; FURUKAWA, T.; BULGIN, A. Autonomous pesticide spraying robot for use in a greenhouse. In: Australian Conference on Robotics and Automation, p.1-9, 2005.

SANTANA, V. S.; MOURA, M. C. P.; NOGUEIRA, F. F. Occupational pesticide poisoning mortality, 2000-2009, v.47, n.3, p.598-606, Brasil, 2013.

SANTOS, C. B.; NEUPARTH, T.; TORRES, T.; MARTINS, I.; CUNHA, I.; SHEAHAN, D.; MCGOWAN, T.; SANTOS, M. M. Ecological modelling and toxicity data coupled to assess population recovery of marine amphipod *Gammarus locusta*: application to disturbance by chronic exposure to aniline. **Aquatic Toxicology**, v.163, p.60-70, 2015.

SANTOS, M. E. O.; DOS SANTOS, H. C.; DANTAS, H. J. O uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura familiar no assentamento Aroeira no município de Santa Terezinha. **VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Tocantis, Paraíba, 2012.

SARKIS, J.; HELMS, M. M.; HERVANI, A. A. Reverse logistics and social sustainability. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v.17, n.6, p. 337-354, 2010.

SAVOY, V. L. T. Classificação dos Agrotóxicos. *Biológico*, São Paulo, v.73, n.1, p.91-92, 2011.

SCAPINI, R.; MELLO, M. F. Reverse Logistics of agrochemical pesticide and packaging and the impacts to the environment. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. v.13, p.110-117, 2016.

SCHIMIDT, A. M. A. Processo de apoio à tomada de decisão: abordagens AHP e Macbeth, 1995. 197p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SHETTY, P. K.; MURUGAN, M.; HIREMATH, M. B.; SREEJA, K. G. Farmers' education and perception on pesticide use and crop economies in Indian agriculture. **Journal of Experimental Sciences**, v.1, p.3-8, 2010.

SISTEMA DE RECOGIDA DE ENVASES AGRARIOS - SIGFITO. Disponível em: <<http://www.sigfito.es/>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

SILVA, J. T. M.; CABRERA, P. A. L.; TEIXEIRA, L. A. A. Aplicação de um método de análise hierárquica no processo de tomada de decisão: um estudo com empreendedor agrícola da região de Divino/MG. **Revista Gestão e Planejamento**, v.7, n.14, p.19-30, 2006.

SIMEONOV, L. I.; MACAEV, F. Z.; SIMEONOVA, B. G. Environmental Security Assessment and Management of Obsolete Pesticides in Southeast Europe. Springer Netherlands, 2013.

SIMPSON, S. L.; BATLEY, G. B.; CHARITON, A. A. Revision of the ANZECC/ARMCANZ Sediment Quality Guidelines. **CSIRO Land and Water Science**. 2013.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS – SINDAG. Consumo aparente e vendas de defensivos agrícolas, p.9, 2016.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL – SINDIVEG. Disponível em: <<http://www.sindiveg.org.br>>. Acesso em: 17 mai. 2016.

SO, S. H.; KIM, J.; CHEONG, K.; CHO, G. Evaluating the service quality of thirdparty logistics service providers using the analytic hierarchy process. **JISTEM-Journal of Information Systems and Technology Management**, v.3, n.3, p.261-270, 2006.

SOARES, W.; Almeida, R. M. V. R.; Moro, S. Rural work and risk factors associated with pesticide use in Minas Gerais, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v.19, p.1117-1127, 2003.

SOARES, W. L. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao meio ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura**. 2010. 163f. Tese (Doutorado em Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca - ENSP, 2010. Disponível em: <http://bvssp.icict.fiocruz.br/pdf/25520_tese_wagner_25_03.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2016

SRIVASTAVA, S. K.; SRIVASTAVA, R. K. “Managing product returns for reverse logistics”. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.36, n.7, p.524-546, 2006.

STADLINGER, N.; MMOCHI, A. J.; DOBO, S. Pesticide use among smallholder rice farmers in Tanzania. **Environment Development and Sustainability**. v.13, p.641-656, 2011.

STARK, J. D.; VARGAS, R.; BANKS, J. E. Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. **Journal of Economic Entomology (Oxford Academic)**, v.100, p.1027-1032, 2007.

STOCK, J, R. **Development and implementation of reverse logistics programs**, Oak Brook: Council of Logistics Management, 270p. 1998.

SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v.138, n.2, p.215-241, 2012.

SZLINDER-RICHERT, J.; BARSKA, I.; MAZERSKI, J.; USYDUS, Z. Organochlorine pesticides in fish from the southern Baltic Sea: Levels, bioaccumulation features and temporal trends during the 1995–2006 period. **Marine Pollution Bulletin**, v.56, n.5, p.927-940, 2008.

TARAZONA, J. V.; DOHMEN, G. P. Pesticide Risk Assessment in Rice Paddies: Theory and Practice. Chapter 5 - **Ecotoxicology of Rice Pesticides, Elsevier B.V.** All rights reserved, 2008.

TERRA, F. H. B. A indústria de agrotóxicos no Brasil. 2008. 156f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TERRA, F. H. B.; PELAEZ, V. A evolução da indústria de agrotóxicos no Brasil de 2001 a 2007: a expansão da agricultura e as modificações na lei de agrotóxicos. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2008, Rio Branco. Amazônia, mudanças globais e agronegócio: o desenvolvimento em questão. Rio Branco: Faculdade da Amazônia Oriental, 2008.

THAKUR, A.; GUNDUPALLI, S. P.; HAIT, S. A review on automated sorting of source-separated municipal solid waste for recycling. **Waste Management**, v.60, p.56-74, 2017.

THANH, N. P.; MATSUI, Y.; FUJIWARA, T. Assessment of plastic waste generation and its potential recycling of household solid waste in Can Tho City, Vietnam. **Environmental Monitoring and Assessment**, 175(1-4), p.23-35, 2011.

THEMELIS, N. J.; ULLOA, P. A. Methane generation in landfills. **Renew Energy**. v.32, n.7, p.1243-57, 2007.

THIERRY, M.; SALOMON, M.; NUNEN, J. V.; WASSENHOVE, LUK, V. Strategic issues in product recovery management. **California Management Review**, Berkeley, v.37, n.2, p.114-135, 1995.

TIBBEN-LEMBKE, R. S.; ROGERS, D. S. "Differences between forward and reverse logistics in a retail environment." **Supply Chain Management: An International Journal**, v.7, n.5, p.271-282, 2002.

TILMAN, D.; CASSMAN, K.G.; MATSON, P.A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v.418, p.671-677, 2002.

TREVISAN, M. L. **Sensibilidade de fatores para valoração do ambiente com o uso de avaliação multicritério e geoprocessamento digital**. 2008. 161f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, Área de concentração em Engenharia de Água e Solos) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)-RS, 2008.

TREVISAN, R. M. S.; ZAMBRONE, F. A. D. **Regulamentação do registro de agrotóxico: abordagem da avaliação da exposição e do risco toxicológico ocupacional**. Campinas, SP: ILSI Brasil, p.160, 2002.

TRIANAPHYLLOU, E.; MANN, S. H. Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. **International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice**, v.2, n.1, p.35-44, 1995.

TROIAN, A.; OLIVEIRA, S. B.; DIONÉIA, D.; EICHLER, M. L. **O uso de agrotóxicos na produção de fumo: algumas percepções de agricultores da Comunidade Cândido Brum, no município de Arvorezinha (RS)**. In: 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2009. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/844.pdf> Acesso em: 10 out. 2018.

TSIMBIRI, P. F.; MOTURI, W. N.; SAWE, J.; HENLEY, P.; BEND, J. R. Health impact of pesticides on residents and horticultural workers in the lake naivasha region, kenya. **Occupational Diseases and Environmental Medicine**. v.3, n.2, p.24, 2015.

VAN STEMPVOORT, D. R.; SPOELSTRA, J.; SENGER, N. D.; BROWN, S. J.; POST, R.; STRUGER, J. Glyphosate residues in rural groundwater, Nottawasaga River Watershed, Ontario, Canada. **Pest Management Science**, v.72, p.1862-1872, 2015.

VAN STRAALLEN, N. M.; SCHOBEN, J. H. M.; DE GOEDE, R. G. M. Population consequences of cadmium toxicity in soil microarthropods. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.17, p.190-204, 1989.

VERBEECK, G.; HENS, H. **Life Cycle inventory of building**: A contribution analysis. **Building and Environment**, v.45, n.4. 2010b.

VERGER, P. J. P.; BOOBIS, A. R. Reevaluate pesticides for food security and safety. **Science**, v.341, p.717-718, 2013.

VIEIRA, G. H. **Análise e comparação dos métodos de decisão multicritério AHP Clássico e Multiplicativo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Brasil, 2006.

VILAS BOAS, C. L. Modelo multicritérios de apoio à decisão aplicada ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da barragem do ribeirão João Leite (Dissertação de mestrado). Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

VINCKE, P. Multicriteria decision-aid. **Chichester**: John Wiley & Sons. 1992.

VON WOLFF, M. Avaliação ecotoxicológico do antidepressivo cloridrato de fluoxetina. 2011. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2011.

VOPHAM, T.; BROOKS, M. M.; YUAN, J. M.; TALBOTT, E. O.; RUDELL, D.; HART, J. E.; CHANG, C. C. H.; WEISSFELD, J. L. Pesticide exposure and hepatocellular carcinoma risk: a case-control study using a geographic information system (GIS) to link SEER-Medicare and California pesticide data, **Environmental Research**, v.143, p.68-82, 2015.

WHO. World Health Organization. Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture, Geneva: World Health Organization, Switzerland, 1990.

WILSON, C.; TISDELL, C. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs? **Ecological Economics**. v.39, p.449-462, 2001.

WU, C. R.; LIN, C. T.; CHEN, H. C. Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis. **Building and Environment**, v.42, n.3, p.1431-1444, 2007.

XAVIER, L. H.; CORRÊA H. L. **Sistemas de logística reversa: criando cadeias de suprimento sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2013.

XIU, G.; CHEN, X. The third party logistics supplier selection and evolution. **Journal of Software**. v.7, n.8, p.1783-1790, 2012.

YADAV, I. C.; DEVI, N. L.; SYED, J. H.; CHENG, Z.; LI, J. Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on neighboring countries: a comprehensive review of India. **Science of the Total Environment**, v.511, p.123-137, 2015.

YARON, B. General principles of pesticide movement to groundwater. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.26, p.275-297, 2016.

YING, Y. The study on logistics supplier management based on analytic hierarchy process and information entropy. **IJACT: International Journal of Advancements in Computing Technology**, v.4, n.21, p.254-261, 2012.

YU, J.; LIU, Y.; CHANG, G. L.; MA, W.; YANG, X. Locating urban transit hubs: multicriteria model and case study in China. **Journal of Transportation Engineering**, v.137, n.12, p.944-952, 2011.

YU, M. H. Environmental Toxicology: Biological and Health Effects of Pollutants, *2nd ed., CRC Press: Boca Raton, 2005.

ZAKRZEWSKI, S. F. Principles of Environmental Toxicology, **American Chemical Society**: Washington, 1994.

ZAMBON, K. L.; CARNEIRO, A. A. F. M.; SILVA, A. N. R.; NEGRI, J. C. Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoeletricas utilizando SIG. *Pesquisa Operacional*, v.25, n.2, p.183-199, 2005.

ZHAO, W.; VAN DER VOET, E.; HUPPES, G.; ZHANG, Y. Comparative life cycle assessments of incineration and non-incineration treatments for medical waste. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v.14, p.114-121, 2009.

ZOBEL, T.; ALMROTH, C.; BRESKY, J.; BURMAN, J. O. Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology. **Journal of Cleaner Production**, v.10, n.4, p.381-396, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE I

ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AOS AGRICULTORES

1) Informações relativa aos Irrigantes da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe

- 2.1) Sub-bacia hidrográfica: _____
- 2.2) Município: _____
- 2.3) Data: _____
- 2.4) Nome do entrevistado: _____
- 2.5) Nível de escolaridade: _____
- 2.6) Experiência como agricultor ou operador: _____ Anos
- 2.7) Tipo de cultura: _____ Área (ha): _____
- 2.8) Método de irrigação: _____ (Sulcos, Inundação, aspersão, micro-aspersão, gotejamento, faixa).
- 2.9) Aonde são lançadas as águas de drenagem? _____ (são lançadas no Rio, açudes, lagoas, drenagem natural).
- 2.10) Quais os tipos de pragas e doenças afetam a sua cultura e métodos utilizado para combater?
- _____ Pragas
 _____ Doenças
 _____ Métodos de controle
- 2.11) Que tipo de agrotóxicos costuma usar? (inseticida, fungicida, acaricida, bactericida, herbicida)
- _____ Tipo
 _____ Marca/Nome
- 2.12) O uso de agrotóxicos foi indicado por algum profissional da área?
- _____ Sim, por Engenheiro Agrônomo.
 _____ Sim, por Engenheiro Florestal.
 _____ Não, uso por conta própria.
- 2.13) A aplicação de agrotóxicos é feita em qual horários?
- _____ Nas horas menos quente e pouco ventilado.
 _____ Indiferente.

- 2.14) A quantos faz o uso de agrotóxicos em sua lavoura? _____ Anos
- 2.15) Em qual cidade é feita a compra dos agrotóxicos? _____
- 2.16) Quantos litros de agrotóxicos adquire mensalmente? _____
- 2.17) Quantos litros de agrotóxicos utilizado na lavoura mensalmente? _____
- 2.18) Usa equipamentos de proteção individual (óculos, botas, luvas, aventais, etc) durante o período da aplicação de agrotóxicos?
- _____ Sim, uso porque considero indispensável.
 - _____ Possuo, mas não acho necessário usar.
 - _____ Não, não possuo e nunca usei.
- 2.19) Quais os cuidados que toma, logo após a aplicação de agrotóxicos?
- _____ Tomo banho o mais rápido possível.
 - _____ Tomo banho final do dia.
 - _____ Lavo só as mãos.
 - _____ Nenhum.
- 2.20) Que destinação dá as embalagens vazias de agrotóxicos?
- _____ Descarto no lixão.
 - _____ Faço a tríplice lavagem.
 - _____ São reutilizadas para armazenar outros produtos.
 - _____ São devolvidas ao fornecedor.
 - _____ São devolvidas ao posto de recebimento.
 - _____ Não posso informar.
- 2.21) Conhece casos de pessoas que utilizam embalagens de agrotóxicos vazias para armazenar alimentos ou água para consumo humano ou animal?
- _____ Sim, apenas uma pessoa.
 - _____ Sim, conheço várias pessoas que fazem isso.
 - _____ Não, conheço nenhum caso.
- 2.22) Que destino dá as águas de lavagem dos equipamentos utilizados no preparo ou aplicação de agrotóxicos?
- _____ Lanço no rio, açude ou riacho.
 - _____ Lanço dentro da área de cultivo.

_____ Reutilizo na preparação da próxima calda.

_____ Outro.

2.23) Existe algum posto de recebimento de embalagens vazias nessa região?

_____ Sim.

_____ Não.

_____ Sim, mas não acho que seja necessário.

_____ Não, mas penso que deveria existir.

2.24) Sabe onde fica o posto de recebimento mais próximo?

2.25) Como é feito o transporte das embalagens vazias até ao posto de recebimento?

_____ Eu levo as minhas embalagens vazias até ao posto de recebimento.

_____ A associação dos agricultores contratou uma empresa particular para fazer esse trabalho.

_____ A prefeitura recolhe as embalagens e encaminha para o posto mais próximo.

_____ A empresa que vende os agrotóxicos faz a recolha das embalagens vazias.

_____ Não faço devolução das embalagens vazias.

2.26) Gostaria de receber algum tipo de formação ou treinamento, nessa área?

_____ Como aplicar corretamente os agrotóxicos.

_____ Logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos.

_____ Como combater as pragas e aumentar a produtividade agrícola.

APÊNDICE II
ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AS LOJAS

2) Informações relativas as Empresas Comercializadores de Agrotóxicos licenciadas pela SEMACE.

- 1.1) Nome da empresa: _____
- 1.2) Tipo de empresa: Pública _____ Privada _____
- 1.3) Localização da empresa: _____
- 1.4) Ano de existência: _____ <5anos _____ entre 5-10anos _____ >10anos
- 1.5) Qual o volume de agrotóxico vendido mensalmente? _____
- 1.6) Qual estado é o maior comprador? _____
- 1.7) Quais as cidades que mais compram? _____
- 1.8) A empresa recebe ou coleta as embalagens vazias?
- _____ Sempre
- _____ Frequentemente
- _____ Nunca
- 1.9) A empresa possui algum ponto de coleta ou programa destinado a coleta das embalagens vazias?
- _____ Sim. Todas as lojas que vendem o nosso produto.
- _____ Sim. Existem postos específicos para a entrega dessas embalagens.
- _____ Sim. Mandamos viaturas até as bacias efetuarem as coletas.
- _____ Outros, favor, especificar: _____
- _____ Não.
- 1.10) Quantos pontos de coleta a empresa possui no Estado do Ceará e em todo o País?
- _____ No Estado do Ceará. _____ Em todo o País.
- 1.11) Qual o volume de embalagens vazias recebidas ou coletadas mensalmente?
- _____ < 100 embalagens.
- _____ entre 100 – 200 embalagens.
- _____ > 200 embalagens.

APÊNDICE III**ROTEIRO DE ENTREVISTA APLICADO AO POSTO DE RECEBIMENTO****3) Informações relativa ao Posto de Recebimento de Embalagens Vazias.**

3.1) Nome do Posto de Recebimento: _____

3.2) Nome do entrevistado: _____

3.3) Formação académica do entrevistado: _____

3.4) Cargo/Função do entrevistado: _____

3.5) Localização do posto: _____

3.6) A quantos anos esse posto opera?

_____ < 5 Anos.

_____ entre 5 - 10 Anos.

_____ > 10 Anos.

3.7) Em média quantas embalagens vazias o posto recebe anualmente?

Máximo de _____ toneladas.

Mínimo de _____ toneladas.

3.8) Quais os municípios que mais embalagens vazias devolvem?

3.9) Quais as marcas de embalagens mais recebida pelo posto?

3.10) Existe alguma marca específica de agrotóxico que o posto não recebe as suas embalagens vazias?

___ Sim. Por favor, especificar qual marca e porquê, ela não é aceite.

___ Não. Aceitamos todos os tipos de embalagens.

___ Não tem conhecimento.

___ Não pode mencionar.

3.11) Qual o período do ano, onde se regista a maior devolução?

___ Janeiro – Junho.

___ Julho – Dezembro.

___ não existe muita variação.

3.12) No posto de recebimento as embalagens vazias são separadas, de acordo com o fabricante, o tamanho da embalagem, composição ou capacidade de intoxicação?

___ Sim. São separadas de acordo com o tamanho das embalagens.

___ Sim. São separadas de acordo com o seu poder de intoxicação (cor do rótulo).

___ Sim. São separadas de acordo com composição do agrotóxico.

___ Não. São acondicionados sem uma separação prévia.

3.13) Considera que posto de recebimento possui condições ideais para o armazenamento das embalagens vazias recebidas?

___ Sim. Possui todas as condições necessárias.

___ Sim, mas acho que precisa de algumas mudanças. Por favor, especificar quais:

___ Não acho possui boas condições e estrutura.

___ Não posso responder.

3.14) Os trabalhadores do posto de recebimento que trabalham diretamente com esse tipo de resíduo, possuem e usam equipamentos de proteção individual (óculos, botas, luvas, aventais, etc), durante o período de manejo?

Sim. Possuo, e usamos porque é obrigatório e por questão de segurança

Sim. Possuo, mas só uso porque é obrigatório.

Não, não possuo e o posto de recebimento não exige o uso.

3.15) O posto de recebimento é supervisionado periodicamente por alguma entidade ambiental?

Sim. É feita uma supervisão periódica a cada três meses, por parte da Ibama, Semace.

Sim. Mas a supervisão é raramente.

Não. Nunca veio alguém supervisionar.

Não, pode informar.

3.16) Para onde são encaminhadas as embalagens vazias recolhidas/recebidas no posto?

São enviadas para as centrais de recebimento (Teresina ou Mossoró).

São devolvidas as respectivas empresas produtoras.

Existe empresa(s) que recebem essas embalagens e reciclam.

São devolvidas a uma empresa privada de reciclagem. Por favor, especificar, qual empresa: _____.

Não, pode informar.

3.17) O que é feito/qual a destinação final das embalagens vazias recolhidas pelo posto?

APÊNDICE IV – Dados dos Municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Jaguaribe

Sub-bacias	Municípios (Mn)	População (C1)	Área (Km2) (C2)	Densidade Demográfica (hab/km2) (C3)	IDH-m (C4)	Renda Média (C5)	Número de lojas (C6)
Alto Jaguaribe	Iguatu (Mn1)	96.495	1.029,21	20,89	0,677	1,5	4
	Quixelô (Mn2)	15.000	559,56	26,81	0,591	1,6	2
	Orós (Mn3)	21.389	576,27	37,12	0,636	2,0	0
	Acopiara (Mn4)	53.572	2.265,35	22,58	0,595	1,6	3
	Aiuaba (Mn5)	17.194	2.434,42	6,66	0,569	1,3	0
	Altaneira (Mn6)	7.479	73,295	93,54	0,602	1,5	0
	Araripe (Mn7)	21.398	1.099,93	18,81	0,564	1,4	0
	Assaré (Mn8)	7.777	1.066,36	7,17	0,618	0,9	0
	Campos Sales (Mn9)	23.254	1.116,33	20,11	0,6	1,5	0
	Cariús (Mn10)	27.209	1.082,77	24,48	0,63	1,2	1
	Iguatu (Mn1)	18.804	1.061,80	17,49	0,597	1,5	2
	Catarina (Mn11)	20.451	486,864	38,51	0,618	1,6	0
	Farias Brito (Mn12)	18.720	503,622	37,74	0,633	1,6	0
	Jucás (Mn13)	24.579	937,189	25,4	0,598	2,2	0
	Nova Olinda (Mn14)	15.433	284,401	50,13	0,625	1,3	0
	Parambu (Mn15)	31.137	2.303,54	13,59	0,57	1,0	0
	Potengi (Mn16)	10.918	338,727	30,34	0,562	1,8	0
Saboeiro (Mn17)	15.678	1.383,48	11,39	0,575	1,4	0	

Sub-bacias	Municípios (Mn)	População (C1)	Área (Km2) (C2)	Densidade Demográfica (hab/km2) (C3)	IDH-m (C4)	Renda Média (C5)	Número de lojas (C6)
Alto Jaguaribe	Santana do Cariri (Mn18)	17.489	855,563	20,07	0,612	1,6	0
	Tarrafas (Mn19)	8.852	454,391	19,61	0,576	1,4	1
	Tauá (Mn20)	58.119	4.018,16	13,87	0,633	1,6	0
Médio Jaguaribe	Jaguaribe (Mn1)	34.409	1.876,81	18,33	0,621	1,8	0
	Jaguaribara (Mn2)	10.399	668,74	15,55	0,618	1,8	0
	Solonópole (Mn3)	17.665	1.536,17	11,50	0,625	1,5	0
	Alto Santo (Mn4)	16.976	1.338,21	12,22	0,601	1,4	0
	Dep. Irapuan P. (Mn5)	9.521	470,425	19,33	0,609	1,5	1
	Iracema (Mn6)	14.125	821,247	16,71	0,652	1,9	0
	Jagaretama (Mn7)	17.958	1.759,40	10,15	0,612	1,5	0
	Milhã (Mn8)	13.136	502,344	26,05	0,626	1,8	0
	Pereiro (Mn9)	16.163	433,514	36,35	0,601	1,5	0
	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	7.621	280,456	28,17	0,654	1,5	0
Baixo Jaguaribe	Lim. do Norte (Mn1)	56.264	750,07	74,91	0,682	1,9	6
	Quixeré (Mn2)	19.412	613,58	31,69	19.412	1,7	0
	Aracati (Mn3)	69.159	1.228,06	56,32	0,655	1,8	0
	Fortim (Mn4)	16.272	278,765	53,15	0,624	1,5	0
	Icapuí (Mn5)	19.685	423,448	43,43	0,616	1,8	0

Sub-bacias	Municípios (Mn)	População (C1)	Área (Km2) (C2)	Densidade Demográfica (hab/km2) (C3)	IDH-m (C4)	Renda Média (C5)	Número de lojas (C6)
Baixo Jaguaribe	Itaiçaba (Mn6)	7.738	212,109	34,49	0,656	1,6	0
	Jaguaruana (Mn7)	33.740	867,562	37,16	0,624	2,0	0
	Palhano (Mn8)	9.285	440,381	20,13	0,638	1,6	0
	Russas (Mn9)	76.475	1.590,26	43,91	0,674	1,5	0
	Tabul. do Norte (Mn10)	30.489	861,828	33,89	0,645	1,7	1
Banabuiú	Morada Nova (Mn1)	62.065	2.778,58	22,33	0,61	1,6	1
	Quixeramobim (Mn2)	71.887	3.275,63	21,95	0,642	1,6	1
	Mombaça (Mn3)	42.690	2.119,48	20,14	0,582	1,3	2
	Banabuiú (Mn4)	18.027	1.080,33	16,03	0,606	1,9	0
	Boa viagem (Mn5)	54.049	2.836,78	18,51	0,598	1,5	1
	Itatira (Mn6)	20.675	783,436	24,12	0,562	1,7	0
	Madalena (Mn7)	19.800	1.034,72	17,48	0,61	1,7	0
	Monsenhor Tabosa (Mn8)	17.038	886,137	18,85	0,61	1,5	0
	Quixadá (Mn9)	86.605	2.019,83	39,91	0,659	1,8	0
	Senador Pompeu (Mn10)	26.447	1.002,13	26,41	0,619	1,6	0
Salgado	Crato (Mn1)	121.428	1.176,47	103,21	0,713	1,8	0
	Barbalha (Mn2)	55.323	569,51	97,14	0,683	1,6	0
	Missão Velha (Mn3)	34.274	645,70	53,08	0,622	1,7	0

Sub-bacias	Municípios (Mn)	População (C1)	Área (Km2) (C2)	Densidade Demográfica (hab/km2) (C3)	IDH-m (C4)	Renda Média (C5)	Número de lojas (C6)
Salgado	Aurora (Mn4)	24.496	885,836	27,73	0,605	1,4	0
	Baixio (Mn5)	6.228	146,433	41,15	0,627	1,5	0
	Barro (Mn6)	22.440	711,887	30,22	0,599	1,5	0
	Brejo Santo (Mn7)	48.830	663,429	68,12	0,647	2,4	0
	Caririaçu (Mn8)	26.892	623,564	42,33	0,578	1,6	0
	Cedro (Mn9)	25.063	725,798	33,79	0,627	1,7	0
	Icó (Mn10)	67.486	1.872,00	34,97	0,606	1,6	0
	Ipaumirim (Mn11)	12.349	275,159	43,86	0,606	1,5	0
	Jardim (Mn12)	27.076	552,424	48,31	0,614	1,6	0
	Juazeiro Do Norte (Mn13)	270.383	248,832	1.004,45	0,694	1,8	0
	L. da Mangabeira (Mn14)	31.335	947,969	32,80	0,613	1,8	0
	Mauriti (Mn15)	46.548	1.049,49	42,15	0,605	1,6	0
	Milagres (Mn16)	28.231	605,193	46,69	0,628	2,0	0
	Penaforte (Mn17)	8.226	149,715	57,96	0,646	1,5	0
	Porteiras (Mn18)	14.921	217,58	69,22	0,622	1,3	0
	Umari (Mn19)	7.671	263,93	28,59	0,591	1,5	0
	Várzea Alegre (Mn20)	40.440	835,709	45,99	0,629	1,3	0

Fonte: IBGE (2017).

APÊNDICE V - Matriz de comparação pareada entre as alternativas (Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe)

Tabela 30 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Iguatu (Mn1)	Quixelô (Mn2)	Orós (Mn3)	Acopiara (Mn4)	Aiuaba (Mn5)	Altaneira (Mn6)	Araripe (Mn7)	Assaré (Mn8)	Campos Sales (Mn9)	Cariús (Mn10)	Vetor Prioridade
Iguatu (Mn1)	1,000	0,333	0,200	0,111	0,333	1,000	0,200	0,200	0,200	0,333	0,022
Quixelô (Mn2)	3,000	1,000	0,333	0,143	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	0,047
Orós (Mn3)	5,000	3,000	1,000	0,200	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	3,000	0,111
Acopiara (Mn4)	9,000	7,000	5,000	1,000	7,000	9,000	5,000	5,000	5,000	7,000	0,371
Aiuaba (Mn5)	3,000	1,000	0,333	0,143	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	0,047
Altaneira (Mn6)	1,000	0,333	0,200	0,111	0,333	1,000	0,200	0,200	0,200	0,333	0,022
Araripe (Mn7)	5,000	3,000	1,000	0,200	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	3,000	0,111
Assaré (Mn8)	5,000	3,000	1,000	0,200	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	3,000	0,111
Campos Sales (Mn9)	5,000	3,000	1,000	0,200	3,000	5,000	1,000	1,000	1,000	3,000	0,111
Cariús (Mn10)	3,000	1,000	0,333	0,143	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	0,047
$\lambda_{\text{máx}} = 10,412$			IC = 0,046			RC = 0,031					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 31 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Catarina (Mn11)	F. Brito (Mn12)	Jucás (Mn13)	Nv. Olinda (Mn14)	Parambu (Mn15)	Potengi (Mn16)	Saboeiro (Mn17)	S. do Cariri (Mn18)	Tarrafas (Mn19)	Tauá (Mn20)	Vetor Prioridade
Catarina (Mn11)	1,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	3,000	3,000	5,000	0,200	0,124
Farias Brito (Mn12)	0,333	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,143	0,051
Jucás (Mn13)	1,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	3,000	3,000	5,000	0,200	0,124
Nova Olinda (Mn14)	0,333	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,143	0,051
Parambu (Mn15)	1,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	3,000	3,000	5,000	0,200	0,124
Potengi (Mn16)	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	1,000	0,333	0,333	1,000	0,111	0,023
Saboeiro (Mn17)	0,333	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,143	0,051
St. do Cariri (Mn18)	0,333	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,143	0,051
Tarrafas (Mn19)	0,200	0,333	0,200	0,333	0,200	1,000	0,333	0,333	1,000	0,111	0,023
Tauá (Mn20)	5,000	7,000	5,000	7,000	5,000	9,000	7,000	7,000	9,000	1,000	0,379
$\lambda_{\text{máx}} = 10,428$			IC = 0,048			RC = 0,033					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 32 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Iguatu (Mn1)	Quixelô (Mn2)	Orós (Mn3)	Acopiara (Mn4)	Aiuaba (Mn5)	Altaneira (Mn6)	Araripe (Mn7)	Assaré (Mn8)	Campos Sales (Mn9)	Cariús (Mn10)	Vetor Prioridade
Iguatu (Mn1)	1,000	0,333	0,143	0,333	3,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000	0,057
Quixelô (Mn2)	3,000	1,000	0,200	1,000	5,000	3,000	3,000	3,000	5,000	3,000	0,139
Orós (Mn3)	7,000	5,000	1,000	5,000	9,000	7,000	7,000	7,000	9,000	7,000	0,391
Acopiara (Mn4)	3,000	1,000	0,200	1,000	5,000	3,000	3,000	3,000	5,000	3,000	0,139
Aiuaba (Mn5)	0,333	0,200	0,111	0,200	1,000	0,333	0,333	0,333	1,000	0,333	0,024
Altaneira (Mn6)	1,000	0,333	0,143	0,333	3,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000	0,057
Araripe (Mn7)	1,000	0,333	0,143	0,333	3,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000	0,057
Assaré (Mn8)	1,000	0,333	0,143	0,333	3,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000	0,057
Campos Sales (Mn9)	0,333	0,200	0,111	0,200	1,000	0,333	0,333	0,333	1,000	0,333	0,024
Cariús (Mn10)	1,000	0,333	0,143	0,333	3,000	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000	0,057
$\lambda_{\text{máx}} = 10,408$			IC = 0,045			RC = 0,030					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 33 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Catarina (Mn11)	F. Brito (Mn12)	Jucás (Mn13)	Nv. Olinda (Mn14)	Parambu (Mn15)	Potengi (Mn16)	Saboeiro (Mn17)	S. do Cariri (Mn18)	Tarrafas (Mn19)	Tauá (Mn20)	Vetor Prioridade
Catarina (Mn11)	1,000	1,000	0,200	3,000	5,000	0,333	3,000	1,000	3,000	1,000	0,087
Farias Brito (Mn12)	1,000	1,000	0,200	3,000	5,000	0,333	3,000	1,000	3,000	1,000	0,087
Jucás (Mn13)	5,000	5,000	1,000	7,000	9,000	3,000	7,000	5,000	7,000	5,000	0,335
NOlinda (Mn14)	0,333	0,333	0,143	1,000	3,000	0,200	1,000	0,333	1,000	0,333	0,036
Parambu (Mn15)	0,200	0,200	0,111	0,333	1,000	0,143	0,333	0,200	0,333	0,200	0,018
Potengi (Mn16)	3,000	3,000	0,333	5,000	7,000	1,000	5,000	3,000	5,000	3,000	0,190
Saboeiro (Mn17)	0,333	0,333	0,143	1,000	3,000	0,200	1,000	0,333	1,000	0,333	0,036
St. do Cariri (Mn18)	1,000	1,000	0,200	3,000	5,000	0,333	3,000	1,000	3,000	1,000	0,087
Tarrafas (Mn19)	0,333	0,333	0,143	1,000	3,000	0,200	1,000	0,333	1,000	0,333	0,036
Tauá (Mn20)	1,000	1,000	0,200	3,000	5,000	0,333	3,000	1,000	3,000	1,000	0,087
$\lambda_{\text{máx}} = 10,396$			IC = 0,044			RC = 0,030					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 34 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Iguatu (Mn1)	Quixelô (Mn2)	Orós (Mn3)	Acopiara (Mn4)	Aiuaba (Mn5)	Altaneira (Mn6)	Araripe (Mn7)	Assaré (Mn8)	Campos Sales (Mn9)	Cariús (Mn10)	Vetor Prioridade
Iguatu (Mn1)	1,000	7,000	3,000	7,000	9,000	5,000	9,000	5,000	3,000	7,000	0,324
Quixelô (Mn2)	0,143	1,000	0,200	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,200	1,000	0,043
Orós (Mn3)	0,333	5,000	1,000	5,000	7,000	3,000	7,000	3,000	1,000	5,000	0,178
Acopiara (Mn4)	0,143	1,000	0,200	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,200	1,000	0,043
Aiuaba (Mn5)	0,111	0,333	0,143	0,333	1,000	0,200	1,000	0,200	0,143	0,333	0,020
Altaneira (Mn6)	0,200	3,000	0,333	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	0,333	3,000	0,075
Araripe (Mn7)	0,111	0,333	0,143	0,333	1,000	0,200	1,000	0,200	0,143	0,333	0,020
Assaré (Mn8)	0,200	3,000	0,333	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	0,333	3,000	0,075
Campos Sales (Mn9)	0,333	5,000	1,000	5,000	7,000	3,000	7,000	3,000	1,000	5,000	0,178
Cariús (Mn10)	0,143	1,000	0,200	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,200	1,000	0,043
$\lambda_{\text{máx}} = 10,124$			IC = 0,014			RC = 0,009					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 35 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Catarina (Mn11)	F. Brito (Mn12)	Jucás (Mn13)	Nv. Olinda (Mn14)	Parambu (Mn15)	Potengi (Mn16)	Saboeiro (Mn17)	S. do Cariri (Mn18)	Tarrafas (Mn19)	Tauá (Mn20)	Vetor Prioridade
Catarina (Mn11)	1,000	0,200	3,000	0,333	5,000	3,000	5,000	1,000	5,000	0,200	0,084
Farias Brito (Mn12)	5,000	1,000	7,000	3,000	9,000	7,000	9,000	5,000	9,000	1,000	0,268
Jucás (Mn13)	0,333	0,143	1,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,143	0,043
Nova Olinda (Mn14)	3,000	0,333	5,000	1,000	7,000	5,000	7,000	3,000	7,000	0,333	0,152
Parambu (Mn15)	0,200	0,111	0,333	0,143	1,000	0,333	1,000	0,200	1,000	0,111	0,020
Potengi (Mn16)	0,333	0,143	1,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,143	0,043
Saboeiro (Mn17)	0,200	0,111	0,333	0,143	1,000	0,333	1,000	0,200	1,000	0,111	0,020
St. do Cariri (Mn18)	1,000	0,200	3,000	0,333	5,000	3,000	5,000	1,000	5,000	0,200	0,084
Tarrafas (Mn19)	0,200	0,111	0,333	0,143	1,000	0,333	1,000	0,200	1,000	0,111	0,020
Tauá (Mn20)	5,000	1,000	7,000	3,000	9,000	7,000	9,000	5,000	9,000	1,000	0,268
$\lambda_{\text{máx}} = 10,556$			IC = 0,062			RC = 0,041					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 36 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Iguatu (Mn1)	Quixelô (Mn2)	Orós (Mn3)	Acopiara (Mn4)	Aiuaba (Mn5)	Altaneira (Mn6)	Araripe (Mn7)	Assaré (Mn8)	Campos Sales (Mn9)	Cariús (Mn10)	Vetor Prioridade
Iguatu (Mn1)	1,000	3,000	3,000	0,200	0,200	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,072
Quixelô (Mn2)	0,333	1,000	1,000	0,143	0,143	3,000	0,333	0,333	0,333	0,333	0,031
Orós (Mn3)	0,333	1,000	1,000	0,143	0,143	3,000	0,333	0,333	0,333	0,333	0,031
Acopiara (Mn4)	5,000	7,000	7,000	1,000	1,000	9,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0,279
Aiuaba (Mn5)	5,000	7,000	7,000	1,000	1,000	9,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0,279
Altaneira (Mn6)	0,200	0,333	0,333	0,111	0,111	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200	0,017
Araripe (Mn7)	1,000	3,000	3,000	0,200	0,200	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,072
Assaré (Mn8)	1,000	3,000	3,000	0,200	0,200	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,072
Campos Sales (Mn9)	1,000	3,000	3,000	0,200	0,200	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,072
Cariús (Mn10)	1,000	3,000	3,000	0,200	0,200	5,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,072
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,322$			IC = 0,036		RC = 0,024					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 37 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Catarina (Mn11)	F. Brito (Mn12)	Jucás (Mn13)	Nv. Olinda (Mn14)	Parambu (Mn15)	Potengi (Mn16)	Saboeiro (Mn17)	S. do Cariri (Mn18)	Tarrafas (Mn19)	Tauá (Mn20)	Vetor Prioridade
Catarina (Mn11)	1,000	1,000	0,333	3,000	0,200	3,000	0,333	0,333	1,000	0,143	0,043
Farias Brito (Mn12)	1,000	1,000	0,333	3,000	0,200	3,000	0,333	0,333	1,000	0,143	0,043
Jucás (Mn13)	3,000	3,000	1,000	5,000	0,333	5,000	1,000	1,000	3,000	0,200	0,098
Nova Olinda (Mn14)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,143	1,000	0,200	0,200	0,333	0,111	0,020
Parambu (Mn15)	5,000	5,000	3,000	7,000	1,000	7,000	3,000	3,000	5,000	0,333	0,197
Potengi (Mn16)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,143	1,000	0,200	0,200	0,333	0,111	0,020
Saboeiro (Mn17)	3,000	3,000	1,000	5,000	0,333	5,000	1,000	1,000	3,000	0,200	0,098
St. do Cariri (Mn18)	3,000	3,000	1,000	5,000	0,333	5,000	1,000	1,000	3,000	0,200	0,098
Tarrafas (Mn19)	1,000	1,000	0,333	3,000	0,200	3,000	0,333	0,333	1,000	0,143	0,043
Tauá (Mn20)	7,000	7,000	5,000	9,000	3,000	9,000	5,000	5,000	7,000	1,000	0,339
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,494$			IC = 0,055		RC = 0,037					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 38 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Iguatu (Mn1)	Quixelô (Mn2)	Orós (Mn3)	Acopiara (Mn4)	Aiuaba (Mn5)	Altaneira (Mn6)	Araripe (Mn7)	Assaré (Mn8)	Campos Sales (Mn9)	Cariús (Mn10)	Vetor Prioridade
Iguatu (Mn1)	1,000	5,000	9,000	3,000	9,000	9,000	9,000	9,000	7,000	5,000	0,349
Quixelô (Mn2)	0,200	1,000	5,000	0,333	5,000	5,000	5,000	5,000	3,000	1,000	0,120
Orós (Mn3)	0,111	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,200	0,027
Acopiara (Mn4)	0,333	3,000	7,000	1,000	7,000	7,000	7,000	7,000	5,000	3,000	0,212
Aiuaba (Mn5)	0,111	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,200	0,027
Altaneira (Mn6)	0,111	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,200	0,027
Araripe (Mn7)	0,111	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,200	0,027
Assaré (Mn8)	0,111	0,200	1,000	0,143	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,200	0,027
Campos Sales (Mn9)	0,143	0,333	3,000	0,200	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	0,333	0,064
Cariús (Mn10)	0,200	1,000	5,000	0,333	5,000	5,000	5,000	5,000	3,000	1,000	0,120
$\lambda_{\text{máx}} = 10,572$			IC = 0,064			RC = 0,043					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 39 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Catarina (Mn11)	F. Brito (Mn12)	Jucás (Mn13)	Nv. Olinda (Mn14)	Parambu (Mn15)	Potengi (Mn16)	Saboeiro (Mn17)	S. do Cariri (Mn18)	Tarrafas (Mn19)	Tauá (Mn20)	Vetor Prioridade
Catarina (Mn11)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Farias Brito (Mn12)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Jucás (Mn13)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Nova Olinda (Mn14)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Parambu (Mn15)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Potengi (Mn16)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Saboeiro (Mn17)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
St. do Cariri (Mn18)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
Tarrafas (Mn19)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	0,250
Tauá (Mn20)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,083
$\lambda_{\text{máx}} = 10,000$			IC = 0,000			RC = 0,000					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 40 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Iguatu (Mn1)	Quixelô (Mn2)	Orós (Mn3)	Acopiara (Mn4)	Aiuaba (Mn5)	Altaneira (Mn6)	Araripe (Mn7)	Assaré (Mn8)	Campos Sales (Mn9)	Cariús (Mn10)	Vetor Prioridade
Iguatu (Mn1)	1,000	0,333	0,333	0,333	3,000	0,143	1,000	1,000	0,333	1,000	0,043
Quixelô (Mn2)	3,000	1,000	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	3,000	1,000	3,000	0,109
Orós (Mn3)	3,000	1,000	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	3,000	1,000	3,000	0,109
Acopiara (Mn4)	3,000	1,000	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	3,000	1,000	3,000	0,109
Aiuaba (Mn5)	0,333	0,200	0,200	0,200	1,000	0,111	0,333	0,333	0,200	0,333	0,020
Altaneira (Mn6)	7,000	5,000	5,000	5,000	9,000	1,000	7,000	7,000	5,000	7,000	0,372
Araripe (Mn7)	1,000	0,333	0,333	0,333	3,000	0,143	1,000	1,000	0,333	1,000	0,043
Assaré (Mn8)	1,000	0,333	0,333	0,333	3,000	0,143	1,000	1,000	0,333	1,000	0,043
Campos Sales (Mn9)	3,000	1,000	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	3,000	1,000	3,000	0,109
Cariús (Mn10)	1,000	0,333	0,333	0,333	3,000	0,143	1,000	1,000	0,333	1,000	0,043
$\lambda_{\text{máx}} = 10,339$		IC = 0,038				RC = 0,025					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 41 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe-CE.

	Catarina (Mn11)	F. Brito (Mn12)	Jucás (Mn13)	Nv. Olinda (Mn14)	Parambu (Mn15)	Potengi (Mn16)	Saboeiro (Mn17)	S. do Cariri (Mn18)	Tarrafas (Mn19)	Tauá (Mn20)	Vetor Prioridade
Catarina (Mn11)	1,000	1,000	3,000	0,200	5,000	1,000	5,000	3,000	3,000	5,000	0,126
Farias Brito (Mn12)	1,000	1,000	3,000	0,200	5,000	1,000	5,000	3,000	3,000	5,000	0,126
Jucás (Mn13)	0,333	0,333	1,000	0,143	3,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,056
Nova Olinda (Mn14)	5,000	5,000	7,000	1,000	9,000	5,000	9,000	7,000	7,000	9,000	0,379
Parambu (Mn15)	0,200	0,200	0,333	0,111	1,000	0,200	1,000	0,333	0,333	1,000	0,024
Potengi (Mn16)	1,000	1,000	3,000	0,200	5,000	1,000	5,000	3,000	3,000	5,000	0,126
Saboeiro (Mn17)	0,200	0,200	0,333	0,111	1,000	0,200	1,000	0,333	0,333	1,000	0,024
St. do Cariri (Mn18)	0,333	0,333	1,000	0,143	3,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,056
Tarrafas (Mn19)	0,333	0,333	1,000	0,143	3,000	0,333	3,000	1,000	1,000	3,000	0,056
Tauá (Mn20)	0,200	0,200	0,333	0,111	1,000	0,200	1,000	0,333	0,333	1,000	0,024
$\lambda_{\text{máx}} = 10,488$		IC = 0,054				RC = 0,036					

Fonte: Autor (2018).

APÊNDICE VI - Matriz de comparação pareada entre as alternativas (Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe)

Tabela 42 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.

	Jaguaribe (Mn1)	Jaguaribara (Mn2))	Solonópole (Mn3)	Alto Santo (Mn4)	Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	Iracema (Mn6)	Jaguaretama (Mn7)	Milhã (Mn8)	Pereiro (Mn9)	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	Vetor Prioridade
Jaguaribe (Mn1)	1,000	7,000	5,000	5,000	9,000	7,000	5,000	7,000	5,000	9,000	0,371
Jaguaribara (Mn2)	0,143	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	0,047
Solonópole (Mn3)	0,200	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	0,111
Alto Santo (Mn4)	0,200	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	0,111
Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	0,111	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,200	0,333	0,200	1,000	0,022
Iracema (Mn6)	0,143	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	0,047
Jaguaretama (Mn7)	0,200	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	0,111
Milhã (Mn8)	0,143	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,333	1,000	0,333	3,000	0,047
Pereiro (Mn9)	0,200	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	1,000	3,000	1,000	5,000	0,111
S. J. do Jaguaribe (Mn10)	0,111	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,200	0,333	0,200	1,000	0,022
$\lambda_{\text{máx}} = 10,412$		$IC = 0,046$			$RC = 0,031$						

Fonte: Autor (2018).

Tabela 43 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.

	Jaguaribe (Mn1)	Jaguaribara (Mn2))	Solonópole (Mn3)	Alto Santo (Mn4)	Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	Iracema (Mn6)	Jaguaretama (Mn7)	Milhã (Mn8)	Pereiro (Mn9)	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	Vetor Prioridade
Jaguaribe (Mn1)	1,000	1,000	5,000	7,000	5,000	0,333	5,000	1,000	5,000	5,000	0,176
Jaguaribara (Mn2)	1,000	1,000	5,000	7,000	5,000	0,333	5,000	1,000	5,000	5,000	0,176
Solonópole (Mn3)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	1,000	1,000	0,041
Alto Santo (Mn4)	0,143	0,143	0,333	1,000	0,333	0,111	0,333	0,143	0,333	0,333	0,019
Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	1,000	1,000	0,041
Iracema (Mn6)	3,000	3,000	3,000	9,000	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0,245
Jaguaretama (Mn7)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	1,000	1,000	0,041
Milhã (Mn8)	1,000	1,000	5,000	7,000	5,000	0,333	5,000	1,000	5,000	5,000	0,176
Pereiro (Mn9)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	1,000	1,000	0,041
S. J. do Jaguaribe (Mn10)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	1,000	1,000	0,041
$\lambda_{\text{máx}} = 10,352$		$IC = 0,039$			$RC = 0,026$						

Fonte: Autor (2018).

Tabela 44 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.

	Jaguaribe (Mn1)	Jaguaribara (Mn2))	Solonópole (Mn3)	Alto Santo (Mn4)	Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	Iracema (Mn6)	Jaguaretama (Mn7)	Milhã (Mn8)	Pereiro (Mn9)	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	Vetor Prioridade
Jaguaribe (Mn1)	1,000	1,000	0,333	5,000	3,000	0,200	3,000	0,333	5,000	0,200	0,067
Jaguaribara (Mn2)	1,000	1,000	0,333	5,000	3,000	0,200	3,000	0,333	5,000	0,200	0,067
Solonópole (Mn3)	3,000	3,000	1,000	7,000	5,000	0,333	5,000	1,000	7,000	0,333	0,130
Alto Santo (Mn4)	0,200	0,200	0,143	1,000	0,333	0,111	0,333	0,143	1,000	0,111	0,017
Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	0,333	0,333	0,200	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	3,000	0,143	0,034
Iracema (Mn6)	5,000	5,000	3,000	9,000	7,000	1,000	7,000	3,000	9,000	1,000	0,251
Jaguaretama (Mn7)	0,333	0,333	0,200	3,000	1,000	0,143	1,000	0,200	3,000	0,143	0,034
Milhã (Mn8)	3,000	3,000	1,000	7,000	5,000	0,333	5,000	1,000	7,000	0,333	0,130
Pereiro (Mn9)	0,200	0,200	0,143	1,000	0,333	0,111	0,333	0,143	1,000	0,111	0,017
S. J. do Jaguaribe (Mn10)	5,000	5,000	3,000	9,000	7,000	1,000	7,000	3,000	9,000	1,000	0,251
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,486$			IC = 0,054		RC = 0,036					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 45 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.

	Jaguaribe (Mn1)	Jaguaribara (Mn2))	Solonópole (Mn3)	Alto Santo (Mn4)	Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	Iracema (Mn6)	Jaguaretama (Mn7)	Milhã (Mn8)	Pereiro (Mn9)	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	Vetor Prioridade
Jaguaribe (Mn1)	1,000	5,000	3,000	3,000	7,000	5,000	1,000	7,000	7,000	9,000	0,252
Jaguaribara (Mn2)	0,200	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,200	3,000	3,000	5,000	0,065
Solonópole (Mn3)	0,333	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	0,333	5,000	5,000	7,000	0,129
Alto Santo (Mn4)	0,333	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	0,333	5,000	5,000	7,000	0,129
Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	0,143	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,143	1,000	1,000	3,000	0,030
Iracema (Mn6)	0,200	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,200	3,000	3,000	5,000	0,065
Jaguaretama (Mn7)	1,000	5,000	3,000	3,000	7,000	5,000	1,000	7,000	7,000	9,000	0,252
Milhã (Mn8)	0,143	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,143	1,000	1,000	3,000	0,030
Pereiro (Mn9)	0,143	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,143	1,000	1,000	3,000	0,030
S. J. do Jaguaribe (Mn10)	0,111	0,200	0,143	0,143	0,333	0,200	0,111	0,333	0,333	1,000	0,016
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,427$			IC = 0,047		RC = 0,032					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 46 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.

	Jaguaribe (Mn1)	Jaguaribara (Mn2)	Solonópole (Mn3)	Alto Santo (Mn4)	Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	Iracema (Mn6)	Jaguaretama (Mn7)	Milhã (Mn8)	Pereiro (Mn9)	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	Vetor Prioridade
Jaguaribe (Mn1)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Jaguaribara (Mn2)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Solonópole (Mn3)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Alto Santo (Mn4)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0,250
Iracema (Mn6)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Jaguaretama (Mn7)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Milhã (Mn8)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
Pereiro (Mn9)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
S. J. do Jaguaribe (Mn10)	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,083
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,000$			IC = 0,000		RC = 0,000					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 47 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe-CE.

	Jaguaribe (Mn1)	Jaguaribara (Mn2)	Solonópole (Mn3)	Alto Santo (Mn4)	Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	Iracema (Mn6)	Jaguaretama (Mn7)	Milhã (Mn8)	Pereiro (Mn9)	S. J. do Jaguaribe (Mn10)	Vetor Prioridade
Jaguaribe (Mn1)	1,000	3,000	5,000	5,000	1,000	3,000	5,000	0,333	0,200	0,333	0,091
Jaguaribara (Mn2)	0,333	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000	3,000	0,200	0,143	0,200	0,045
Solonópole (Mn3)	0,200	0,333	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	0,143	0,111	0,143	0,021
Alto Santo (Mn4)	0,200	0,333	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	0,143	0,111	0,143	0,021
Dep. Irap. Pinheiro (Mn5)	1,000	3,000	5,000	5,000	1,000	3,000	5,000	0,333	0,200	0,333	0,091
Iracema (Mn6)	0,333	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000	3,000	0,200	0,143	0,200	0,045
Jaguaretama (Mn7)	0,200	0,333	1,000	1,000	0,200	0,333	1,000	0,143	0,111	0,143	0,021
Milhã (Mn8)	3,000	5,000	7,000	7,000	3,000	5,000	7,000	1,000	0,333	1,000	0,174
Pereiro (Mn9)	5,000	7,000	9,000	9,000	5,000	7,000	9,000	3,000	1,000	3,000	0,318
S. J. do Jaguaribe (Mn10)	3,000	5,000	7,000	7,000	3,000	5,000	7,000	1,000	0,333	1,000	0,174
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,533$			IC = 0,059		RC = 0,040					

Fonte: Autor (2018).

APÊNDICE VII - Matriz de comparação pareada entre as alternativas (Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú)

Tabela 48 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.

	Morada Nova (Mn1)	Quixeramobim (Mn2)	Mombaça (Mn3)	Banabuiú (Mn4)	Boa viagem (Mn5)	Itatira (Mn6)	Madalena (Mn7)	Mons. Tabosa (Mn8)	Quixadá (Mn9)	Senador Pompeu (Mn10)	Vetor Prioridade	
Morada Nova (Mn1)	1,000	1,000	3,000	7,000	3,000	7,000	7,000	7,000	0,333	5,000	0,176	
Quixeramobim (Mn2)	1,000	1,000	3,000	7,000	3,000	7,000	7,000	7,000	0,333	5,000	0,176	
Mombaça (Mn3)	0,333	0,333	1,000	5,000	1,000	5,000	5,000	5,000	0,200	3,000	0,094	
Banabuiú (Mn4)	0,143	0,143	0,200	1,000	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,023	
Boa viagem (Mn5)	0,333	0,333	1,000	5,000	1,000	5,000	5,000	5,000	0,200	3,000	0,094	
Itatira (Mn6)	0,143	0,143	0,200	1,000	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,023	
Madalena (Mn7)	0,143	0,143	0,200	1,000	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,023	
Mons. Tabosa (Mn8)	0,143	0,143	0,200	1,000	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,023	
Quixadá (Mn9)	3,000	3,000	5,000	9,000	5,000	9,000	9,000	9,000	1,000	7,000	0,319	
Senador Pompeu (Mn10)	0,200	0,200	0,333	3,000	0,333	3,000	3,000	3,000	0,143	1,000	0,050	
$\lambda_{\text{máx}} = 10,538$		IC = 0,060			RC = 0,040							

Fonte: Autor (2018).

Tabela 49 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.

	Morada Nova (Mn1)	Quixeramobim (Mn2)	Mombaça (Mn3)	Banabuiú (Mn4)	Boa viagem (Mn5)	Itatira (Mn6)	J Madalena (Mn7)	Mons. Tabosa (Mn8)	Quixadá (Mn9)	Senador Pompeu (Mn10)	Vetor Prioridade	
Morada Nova (Mn1)	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	0,333	0,333	3,000	0,200	1,000	0,058	
Quixeramobim (Mn2)	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	0,333	0,333	3,000	0,200	1,000	0,058	
Mombaça (Mn3)	0,200	0,200	1,000	0,111	0,333	0,143	0,143	0,333	0,111	0,200	0,016	
Banabuiú (Mn4)	5,000	5,000	9,000	1,000	7,000	3,000	3,000	7,000	1,000	5,000	0,247	
Boa viagem (Mn5)	0,333	0,333	3,000	0,143	1,000	0,200	0,200	1,000	0,200	0,200	0,029	
Itatira (Mn6)	3,000	3,000	7,000	0,333	5,000	1,000	1,000	7,000	0,333	3,000	0,129	
Madalena (Mn7)	3,000	3,000	7,000	0,333	5,000	1,000	1,000	7,000	0,333	3,000	0,129	
Mons. Tabosa (Mn8)	0,333	0,333	3,000	0,143	1,000	0,200	0,200	1,000	0,200	0,200	0,029	
Quixadá (Mn9)	5,000	5,000	9,000	1,000	7,000	3,000	3,000	7,000	1,000	5,000	0,247	
Senador Pompeu (Mn10)	1,000	1,000	5,000	0,200	3,000	0,333	0,333	3,000	0,200	1,000	0,058	
$\lambda_{\text{máx}} = 10,491$		IC = 0,055			RC = 0,037							

Fonte: Autor (2018).

Tabela 50 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.

	Morada Nova (Mn1)	Quixeramobim (Mn2)	Mombaça (Mn3)	Banabuiú (Mn4)	Boa viagem (Mn5)	Itatira (Mn6)	J Madalena (Mn7)	Mons. Tabosa (Mn8)	Quixadá (Mn9)	Senador Pompeu (Mn10)	Vetor Prioridade
Morada Nova (Mn1)	1,000	0,333	5,000	3,000	3,000	5,000	1,000	1,000	0,200	1,000	0,089
Quixeramobim (Mn2)	3,000	1,000	7,000	5,000	5,000	7,000	3,000	3,000	0,333	3,000	0,190
Mombaça (Mn3)	0,200	0,143	1,000	0,333	0,333	1,000	0,200	0,200	0,111	0,200	0,020
Banabuiú (Mn4)	0,333	0,200	3,000	1,000	1,000	3,000	0,333	0,333	0,143	0,333	0,040
Boa viagem (Mn5)	0,333	0,200	3,000	1,000	1,000	3,000	0,333	0,333	0,143	0,333	0,040
Itatira (Mn6)	0,200	0,143	1,000	0,333	0,333	1,000	0,200	0,200	0,111	0,200	0,020
Madalena (Mn7)	1,000	0,333	5,000	3,000	3,000	5,000	1,000	1,000	0,200	1,000	0,089
Mons. Tabosa (Mn8)	1,000	0,333	5,000	3,000	3,000	5,000	1,000	1,000	0,200	1,000	0,089
Quixadá (Mn9)	5,000	3,000	9,000	7,000	7,000	9,000	5,000	5,000	1,000	5,000	0,334
Senador Pompeu (Mn10)	1,000	0,333	5,000	3,000	3,000	5,000	1,000	1,000	0,200	1,000	0,089
$\lambda_{m\acute{a}x} = 10,458$		IC = 0,051			RC = 0,034						

Fonte: Autor (2018).

Tabela 51 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km2)”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.

	Morada Nova (Mn1)	Quixeramobim (Mn2)	Mombaça (Mn3)	Banabuiú (Mn4)	Boa viagem (Mn5)	Itatira (Mn6)	J Madalena (Mn7)	Mons. Tabosa (Mn8)	Quixadá (Mn9)	Senador Pompeu (Mn10)	Vetor Prioridade
Morada Nova (Mn1)	1,000	0,333	3,000	5,000	1,000	7,000	5,000	7,000	3,000	5,000	0,173
Quixeramobim (Mn2)	3,000	1,000	5,000	7,000	3,000	9,000	7,000	9,000	5,000	7,000	0,317
Mombaça (Mn3)	0,333	0,200	1,000	3,000	0,333	5,000	3,000	5,000	1,000	3,000	0,088
Banabuiú (Mn4)	0,200	0,143	0,333	1,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,041
Boa viagem (Mn5)	1,000	0,333	3,000	5,000	1,000	7,000	5,000	7,000	3,000	5,000	0,173
Itatira (Mn6)	0,143	0,111	0,200	0,333	0,143	1,000	0,333	1,000	0,200	0,333	0,020
Madalena (Mn7)	0,200	0,143	0,333	1,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,041
Mons. Tabosa (Mn8)	0,143	0,111	0,200	0,333	0,143	1,000	0,333	1,000	0,200	0,333	0,020
Quixadá (Mn9)	0,333	0,200	1,000	3,000	0,333	5,000	3,000	5,000	1,000	3,000	0,088
Senador Pompeu (Mn10)	0,200	0,143	0,333	1,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,333	1,000	0,041
$\lambda_{m\acute{a}x} = 10,491$		IC = 0,055			RC = 0,037						

Fonte: Autor (2018).

Tabela 52 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.

	Morada Nova (Mn1)	Quixeramobim (Mn2)	Mombaça (Mn3)	Banabuiú (Mn4)	Boa viagem (Mn5)	Itatira (Mn6)	Madalena (Mn7)	Mons. Tabosa (Mn8)	Quixadá (Mn9)	Senador Pompeu (Mn10)	Vetor Prioridade
Morada Nova (Mn1)	1,000	1,000	0,333	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0,138
Quixeramobim (Mn2)	1,000	1,000	0,333	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0,138
Mombaça (Mn3)	3,000	3,000	1,000	5,000	3,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	0,294
Banabuiú (Mn4)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049
Boa viagem (Mn5)	1,000	1,000	0,333	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0,138
Itatira (Mn6)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049
Madalena (Mn7)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049
Mons. Tabosa (Mn8)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049
Quixadá (Mn9)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049
Senador Pompeu (Mn10)	0,333	0,333	0,200	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,049
$\lambda_{\text{máx}} = 10,121$			IC = 0,013			RC = 0,009					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 53 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Banabuiú-CE.

	Morada Nova (Mn1)	Quixeramobim (Mn2)	Mombaça (Mn3)	Banabuiú (Mn4)	Boa viagem (Mn5)	Itatira (Mn6)	Madalena (Mn7)	Mons. Tabosa (Mn8)	Quixadá (Mn9)	Senador Pompeu (Mn10)	Vetor Prioridade
Morada Nova (Mn1)	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	0,333	3,000	3,000	0,143	0,333	0,069
Quixeramobim (Mn2)	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	0,333	3,000	3,000	0,143	0,333	0,069
Mombaça (Mn3)	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	0,333	3,000	3,000	0,143	0,333	0,069
Banabuiú (Mn4)	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	0,200	1,000	1,000	0,111	0,200	0,028
Boa viagem (Mn5)	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	0,200	1,000	1,000	0,111	0,200	0,028
Itatira (Mn6)	3,000	3,000	3,000	5,000	5,000	1,000	5,000	5,000	0,200	1,000	0,146
Madalena (Mn7)	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	0,200	1,000	1,000	0,111	0,200	0,028
Mons. Tabosa (Mn8)	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	0,200	1,000	1,000	0,111	0,200	0,028
Quixadá (Mn9)	7,000	7,000	7,000	9,000	9,000	5,000	9,000	9,000	1,000	5,000	0,391
Senador Pompeu (Mn10)	3,000	3,000	3,000	5,000	5,000	1,000	5,000	5,000	0,200	1,000	0,146
$\lambda_{\text{máx}} = 10,522$			IC = 0,058			RC = 0,039					

Fonte: Autor (2018).

APÊNDICE VIII - Matriz de comparação pareada entre as alternativas (Sub-bacia Hidrográfica do Salgado)

Tabela 54 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Crato (Mn1)	Barbalha (Mn2)	M. Velha (Mn3)	Aurora (Mn4)	Baixio (Mn5)	Barro (Mn6)	Brejo Santo (Mn7)	Caririaçu (Mn8)	Cedro (Mn9)	Icó (Mn10)	Vetor Prioridade
Crato (Mn1)	1,000	3,000	7,000	5,000	9,000	5,000	3,000	5,000	5,000	3,000	0,294
Barbalha (Mn2)	0,333	1,000	5,000	3,000	7,000	3,000	1,000	3,000	3,000	1,000	0,142
Missão Velha (Mn3)	0,143	0,200	1,000	0,333	3,000	0,333	0,200	0,333	0,333	0,200	0,028
Aurora (Mn4)	0,200	0,333	3,000	1,000	5,000	1,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,059
Baixio (Mn5)	0,111	0,143	0,333	0,200	1,000	0,200	0,143	0,200	0,200	0,143	0,016
Barro (Mn6)	0,200	0,333	3,000	1,000	5,000	1,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,059
Brejo Santo (Mn7)	0,333	1,000	5,000	3,000	7,000	3,000	1,000	3,000	3,000	1,000	0,142
Caririaçu (Mn8)	0,200	0,333	3,000	1,000	5,000	1,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,059
Cedro (Mn9)	0,200	0,333	3,000	1,000	5,000	1,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,059
Icó (Mn10)	0,333	1,000	5,000	3,000	7,000	3,000	1,000	3,000	3,000	1,000	0,142
$\lambda_{\max} = 10,311$			IC = 0,035			RC = 0,023					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 55 – Comparações das alternativas em relação ao critério “População”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Ipaumirim (Mn11)	Jardim (Mn12)	J. Norte (Mn13)	L. da M. (Mn14)	Mauriti (Mn15)	Milagres (Mn16)	Penaforte (Mn17)	Porteiras (Mn18)	Umari (Mn19)	V. Alegre (Mn20)	Vetor Prioridade
Ipaumirim (Mn11)	1,000	0,333	0,111	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	0,200	0,028
Jardim (Mn12)	3,000	1,000	0,143	1,000	0,333	1,000	3,000	3,000	3,000	0,333	0,069
Juazeiro Do Norte (Mn13)	9,000	7,000	1,000	7,000	5,000	7,000	9,000	9,000	9,000	5,000	0,391
L. da Mangabeira (Mn14)	3,000	1,000	0,143	1,000	0,333	1,000	3,000	3,000	3,000	0,333	0,069
Mauriti (Mn15)	5,000	3,000	0,200	3,000	1,000	3,000	5,000	5,000	5,000	1,000	0,146
Milagres (Mn16)	3,000	1,000	0,143	1,000	0,333	1,000	3,000	3,000	3,000	0,333	0,069
Penaforte (Mn17)	1,000	0,333	0,111	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	0,200	0,028
Porteiras (Mn18)	1,000	0,333	0,111	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	0,200	0,028
Umari (Mn19)	1,000	0,333	0,111	0,333	0,200	0,333	1,000	1,000	1,000	0,200	0,028
Várzea Alegre (Mn20)	5,000	3,000	0,200	3,000	1,000	3,000	5,000	5,000	5,000	1,000	0,146
$\lambda_{\max} = 10,522$			IC = 0,058			RC = 0,039					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 56 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Crato (Mn1)	Barbalha (Mn2)	M. Velha (Mn3)	Aurora (Mn4)	Baixio (Mn5)	Barro (Mn6)	Brejo Santo (Mn7)	Caririaçu (Mn8)	Cedro (Mn9)	Icó (Mn10)	Vetor Prioridade
Crato (Mn1)	1,000	3,000	1,000	5,000	5,000	5,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,126
Barbalha (Mn2)	0,333	1,000	0,333	3,000	3,000	3,000	0,143	1,000	0,333	1,000	0,056
Missão Velha (Mn3)	1,000	3,000	1,000	5,000	5,000	5,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,126
Aurora (Mn4)	0,200	0,333	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,200	0,333	0,024
Baixio (Mn5)	0,200	0,333	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,200	0,333	0,024
Barro (Mn6)	0,200	0,333	0,200	1,000	1,000	1,000	0,111	0,333	0,200	0,333	0,024
Brejo Santo (Mn7)	5,000	7,000	5,000	9,000	9,000	9,000	1,000	7,000	5,000	7,000	0,379
Caririaçu (Mn8)	0,333	1,000	0,333	3,000	3,000	3,000	0,143	1,000	0,333	1,000	0,056
Cedro (Mn9)	1,000	3,000	1,000	5,000	5,000	5,000	0,200	3,000	1,000	3,000	0,126
Icó (Mn10)	0,333	1,000	0,333	3,000	3,000	3,000	0,143	1,000	0,333	1,000	0,056
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,488$			IC = 0,054			RC = 0,036				

Fonte: Autor (2018).

Tabela 57 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Renda Média”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Ipaumirim (Mn11)	Jardim (Mn12)	J. Norte (Mn13)	L. da M. (Mn14)	Mauriti (Mn15)	Milagres (Mn16)	Penaforte (Mn17)	Porteiras (Mn18)	Umari (Mn19)	V. Alegre (Mn20)	Vetor Prioridade
Ipaumirim (Mn11)	1,000	0,333	0,200	0,200	0,333	0,143	1,000	3,000	1,000	3,000	0,041
Jardim (Mn12)	3,000	1,000	0,333	0,333	1,000	0,200	3,000	5,000	3,000	5,000	0,088
Juazeiro Do Norte (Mn13)	5,000	3,000	1,000	1,000	3,000	0,333	5,000	7,000	5,000	7,000	0,173
L. da Mangabeira (Mn14)	5,000	3,000	1,000	1,000	3,000	0,333	5,000	7,000	5,000	7,000	0,173
Mauriti (Mn15)	3,000	1,000	0,333	0,333	1,000	0,200	3,000	5,000	3,000	5,000	0,088
Milagres (Mn16)	7,000	5,000	3,000	3,000	5,000	1,000	7,000	9,000	7,000	9,000	0,317
Penaforte (Mn17)	1,000	0,333	0,200	0,200	0,333	0,143	1,000	3,000	1,000	3,000	0,041
Porteiras (Mn18)	0,333	0,200	0,143	0,143	0,200	0,111	0,333	1,000	0,333	1,000	0,020
Umari (Mn19)	1,000	0,333	0,200	0,200	0,333	0,143	1,000	3,000	1,000	3,000	0,041
Várzea Alegre (Mn20)	0,333	0,200	0,143	0,143	0,200	0,111	0,333	1,000	0,333	1,000	0,020
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,491$			IC = 0,055			RC = 0,037				

Fonte: Autor (2018).

Tabela 58 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Crato (Mn1)	Barbalha (Mn2)	M. Velha (Mn3)	Aurora (Mn4)	Baixio (Mn5)	Barro (Mn6)	Brejo Santo (Mn7)	Caririaçu (Mn8)	Cedro (Mn9)	Icó (Mn10)	Vetor Prioridade
Crato (Mn1)	1,000	1,000	5,000	7,000	5,000	7,000	3,000	9,000	5,000	7,000	0,264
Barbalha (Mn2)	1,000	1,000	5,000	7,000	5,000	7,000	3,000	9,000	5,000	7,000	0,264
Missão Velha (Mn3)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	3,000	0,333	5,000	1,000	3,000	0,071
Aurora (Mn4)	0,143	0,143	0,333	1,000	0,333	1,000	0,200	3,000	0,333	1,000	0,032
Baixio (Mn5)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	3,000	0,333	5,000	1,000	3,000	0,071
Barro (Mn6)	0,143	0,143	0,333	1,000	0,333	1,000	0,200	3,000	0,333	1,000	0,032
Brejo Santo (Mn7)	0,333	0,333	3,000	5,000	3,000	5,000	1,000	7,000	3,000	5,000	0,145
Caririaçu (Mn8)	0,111	0,111	0,200	0,333	0,200	0,333	0,143	1,000	0,200	0,333	0,017
Cedro (Mn9)	0,200	0,200	1,000	3,000	1,000	3,000	0,333	5,000	1,000	3,000	0,071
Icó (Mn10)	0,143	0,143	0,333	1,000	0,333	1,000	0,200	3,000	0,333	1,000	0,032
$\lambda_{\text{máx}} = 10,429$		IC = 0,048				RC = 0,032					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 59 – Comparações das alternativas em relação ao critério “IDH-m”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Ipaumirim (Mn11)	Jardim (Mn12)	J. Norte (Mn13)	L. da M. (Mn14)	Mauriti (Mn15)	Milagres (Mn16)	Penaforte (Mn17)	Porteiras (Mn18)	Umari (Mn19)	V. Alegre (Mn20)	Vetor Prioridade
Ipaumirim (Mn11)	1,000	0,333	0,111	0,333	1,000	0,200	0,143	0,200	1,000	0,200	0,022
Jardim (Mn12)	3,000	1,000	0,143	1,000	3,000	0,333	0,200	0,333	3,000	0,333	0,048
Juazeiro Do Norte (Mn13)	9,000	7,000	1,000	7,000	9,000	5,000	3,000	5,000	9,000	5,000	0,339
L. da Mangabeira (Mn14)	3,000	1,000	0,143	1,000	3,000	0,333	0,200	0,333	3,000	0,333	0,048
Mauriti (Mn15)	1,000	0,333	0,111	0,333	1,000	0,200	0,143	0,200	1,000	0,200	0,022
Milagres (Mn16)	5,000	3,000	0,200	3,000	5,000	1,000	0,333	1,000	5,000	1,000	0,101
Penaforte (Mn17)	7,000	5,000	0,333	5,000	7,000	3,000	1,000	3,000	7,000	3,000	0,198
Porteiras (Mn18)	5,000	3,000	0,200	3,000	5,000	1,000	0,333	1,000	5,000	1,000	0,101
Umari (Mn19)	1,000	0,333	0,111	0,333	1,000	0,200	0,143	0,200	1,000	0,200	0,022
Várzea Alegre (Mn20)	5,000	3,000	0,200	3,000	5,000	1,000	0,333	1,000	5,000	1,000	0,101
$\lambda_{\text{máx}} = 10,542$		IC = 0,060				RC = 0,040					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 60 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Crato (Mn1)	Barbalha (Mn2)	M. Velha (Mn3)	Aurora (Mn4)	Baixio (Mn5)	Barro (Mn6)	Brejo Santo (Mn7)	Caririaçu (Mn8)	Cedro (Mn9)	Icó (Mn10)	Vetor Prioridade
Crato (Mn1)	1,000	5,000	5,000	3,000	7,000	3,000	5,000	5,000	3,000	0,333	0,196
Barbalha (Mn2)	0,200	1,000	1,000	0,333	3,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,143	0,039
Missão Velha (Mn3)	0,200	1,000	1,000	0,333	3,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,143	0,039
Aurora (Mn4)	0,333	3,000	3,000	1,000	5,000	1,000	3,000	3,000	1,000	0,200	0,096
Baixio (Mn5)	0,143	0,333	0,333	0,200	1,000	0,200	0,333	0,333	0,200	0,111	0,019
Barro (Mn6)	0,333	3,000	3,000	1,000	5,000	1,000	3,000	3,000	1,000	0,200	0,096
Brejo Santo (Mn7)	0,200	1,000	1,000	0,333	3,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,143	0,039
Caririaçu (Mn8)	0,200	1,000	1,000	0,333	3,000	0,333	1,000	1,000	0,333	0,143	0,039
Cedro (Mn9)	0,333	3,000	3,000	1,000	5,000	1,000	3,000	3,000	1,000	0,200	0,096
Icó (Mn10)	3,000	7,000	7,000	5,000	9,000	5,000	7,000	7,000	5,000	1,000	0,339
	λ_{máx} = 10,420			IC = 0,047			RC = 0,031				

Fonte: Autor (2018).

Tabela 61 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Área (km²)”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Ipaumirim (Mn11)	Jardim (Mn12)	J. Norte (Mn13)	L. da M. (Mn14)	Mauriti (Mn15)	Milagres (Mn16)	Penaforte (Mn17)	Porteiras (Mn18)	Umari (Mn19)	V. Alegre (Mn20)	Vetor Prioridade
Ipaumirim (Mn11)	1,000	0,200	1,000	0,143	0,111	0,200	1,000	1,000	1,000	0,143	0,025
Jardim (Mn12)	5,000	1,000	5,000	0,333	0,200	1,000	5,000	5,000	5,000	0,333	0,098
Juazeiro Do Norte (Mn13)	1,000	0,200	1,000	0,143	0,111	0,200	1,000	1,000	1,000	0,143	0,025
L. da Mangabeira (Mn14)	7,000	3,000	7,000	1,000	0,333	3,000	7,000	7,000	7,000	1,000	0,179
Mauriti (Mn15)	9,000	5,000	9,000	3,000	1,000	5,000	9,000	9,000	9,000	3,000	0,322
Milagres (Mn16)	5,000	1,000	5,000	0,333	0,200	1,000	5,000	5,000	5,000	0,333	0,098
Penaforte (Mn17)	1,000	0,200	1,000	0,143	0,111	0,200	1,000	1,000	1,000	0,143	0,025
Porteiras (Mn18)	1,000	0,200	1,000	0,143	0,111	0,200	1,000	1,000	1,000	0,143	0,025
Umari (Mn19)	1,000	0,200	1,000	0,143	0,111	0,200	1,000	1,000	1,000	0,143	0,025
Várzea Alegre (Mn20)	7,000	3,000	7,000	1,000	0,333	3,000	7,000	7,000	7,000	1,000	0,179
	λ_{máx} = 10,497			IC = 0,055			RC = 0,037				

Fonte: Autor (2018).

Tabela 62 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Crato (Mn1)	Barbalha (Mn2)	M. Velha (Mn3)	Aurora (Mn4)	Baixio (Mn5)	Barro (Mn6)	Brejo Santo (Mn7)	Caririaçu (Mn8)	Cedro (Mn9)	Icó (Mn10)	Vetor Prioridade
Crato (Mn1)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Barbalha (Mn2)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Missão Velha (Mn3)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Aurora (Mn4)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Baixio (Mn5)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Barro (Mn6)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Brejo Santo (Mn7)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Caririaçu (Mn8)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Cedro (Mn9)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Icó (Mn10)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,000$			IC = 0,000			RC = 0,000				

Fonte: Autor (2018).

Tabela 63 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Número de lojas que vendem agrotóxicos”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Ipaumirim (Mn11)	Jardim (Mn12)	J. Norte (Mn13)	L. da M. (Mn14)	Mauriti (Mn15)	Milagres (Mn16)	Penaforte (Mn17)	Porteiras (Mn18)	Umari (Mn19)	V. Alegre (Mn20)	Vetor Prioridade
Ipaumirim (Mn11)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Jardim (Mn12)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Juazeiro Do Norte (Mn13)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
L. da Mangabeira (Mn14)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Mauriti (Mn15)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Milagres (Mn16)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Penaforte (Mn17)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Porteiras (Mn18)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Umari (Mn19)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
Várzea Alegre (Mn20)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,100
	$\lambda_{\text{máx}} = 10,000$			IC = 0,000			RC = 0,000				

Fonte: Autor (2018).

Tabela 64 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Crato (Mn1)	Barbalha (Mn2)	M. Velha (Mn3)	Aurora (Mn4)	Baixio (Mn5)	Barro (Mn6)	Brejo Santo (Mn7)	Caririaçu (Mn8)	Cedro (Mn9)	Icó (Mn10)	Vetor Prioridade
Crato (Mn1)	1,000	1,000	5,000	9,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	9,000	0,293
Barbalha (Mn2)	1,000	1,000	5,000	9,000	7,000	9,000	5,000	7,000	9,000	9,000	0,293
Missão Velha (Mn3)	0,200	0,200	1,000	5,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	5,000	0,106
Aurora (Mn4)	0,111	0,111	0,200	1,000	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	0,023
Baixio (Mn5)	0,143	0,143	0,333	3,000	1,000	3,000	0,333	1,000	3,000	3,000	0,054
Barro (Mn6)	0,111	0,111	0,200	1,000	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	0,023
Brejo Santo (Mn7)	0,200	0,200	1,000	5,000	3,000	5,000	1,000	3,000	5,000	5,000	0,106
Caririaçu (Mn8)	0,143	0,143	0,333	3,000	1,000	3,000	0,333	1,000	3,000	3,000	0,054
Cedro (Mn9)	0,111	0,111	0,200	1,000	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	0,023
Icó (Mn10)	0,111	0,111	0,200	1,000	0,333	1,000	0,200	0,333	1,000	1,000	0,023
$\lambda_{\text{máx}} = 10,550$			IC = 0,061			RC = 0,041					

Fonte: Autor (2018).

Tabela 65 – Comparações das alternativas em relação ao critério “Densidade demográfica”. Sub-bacia Hidrográfica do Salgado-CE.

	Ipaumirim (Mn11)	Jardim (Mn12)	J. Norte (Mn13)	L. da M. (Mn14)	Mauriti (Mn15)	Milagres (Mn16)	Penaforte (Mn17)	Porteiras (Mn18)	Umari (Mn19)	V. Alegre (Mn20)	Vetor Prioridade
Ipaumirim (Mn11)	1,000	1,000	0,143	3,000	1,000	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,057
Jardim (Mn12)	1,000	1,000	0,143	3,000	1,000	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,057
Juazeiro Do Norte (Mn13)	7,000	7,000	1,000	9,000	7,000	7,000	5,000	5,000	9,000	7,000	0,391
L. da Mangabeira (Mn14)	0,333	0,333	0,111	1,000	0,333	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,024
Mauriti (Mn15)	1,000	1,000	0,143	3,000	1,000	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,057
Milagres (Mn16)	1,000	1,000	0,143	3,000	1,000	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,057
Penaforte (Mn17)	3,000	3,000	0,200	5,000	3,000	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	0,139
Porteiras (Mn18)	3,000	3,000	0,200	5,000	3,000	3,000	1,000	1,000	5,000	3,000	0,139
Umari (Mn19)	0,333	0,333	0,111	1,000	0,333	0,333	0,200	0,200	1,000	0,333	0,024
Várzea Alegre (Mn20)	1,000	1,000	0,143	3,000	1,000	1,000	0,333	0,333	3,000	1,000	0,057
$\lambda_{\text{máx}} = 10,408$			IC = 0,045			RC = 0,030					

Fonte: Autor (2018).