



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICO-QUÍMICA E ANALÍTICA

CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO COM HABILITAÇÃO INDUSTRIAL

DIEGO HENRIQUE NASCIMENTO DA ROCHA

**AVALIAÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM CORPOS
HÍDRICOS CEARENSES**

FORTALEZA

2015

DIEGO HENRIQUE NASCIMENTO DA ROCHA

**AVALIAÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM CORPOS
HÍDRICOS CEARENSES**

Monografia apresentada ao Curso de Química Bacharelado do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Helena Becker

FORTALEZA

2015

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)

- R572a Rocha, Diego Henrique Nascimento da.
Avaliação da demanda química de oxigênio (DQO) em corpos hídricos cearenses / Diego Henrique Nascimento da Rocha. – 2017.
24 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Helena Becker.
1. Dicromato de potássio. 2. Oxidação. 3. Espectrofotometria. I. Título.

CDD 540

DIEGO HENRIQUE NASCIMENTO DA ROCHA

**AVALIAÇÃO DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) EM CORPOS
HÍDRICOS CEARENSES**

Monografia apresentada ao Curso de Química Bacharelado do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em 05/02/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Helena Becker
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ªMs. Maria do Socorro Pinheiro da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Ms. Miguel Paulo Rodrigues Neto
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)

A Deus.

A minha mãe Denise Rocha e família.

A minha namorada Aline Maia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus pelas oportunidades, até aqui, alcançadas.

A Prof^ª. Dr^ª. Helena Becker e a mestranda Socorro Pinheiro pela ajuda na construção, desenvolvimento e orientação deste trabalho.

Ao grupo LAQUIM e LAQA por toda ajuda, parceria e desenvolvimento do trabalho.

A COGERH, representada pelo Miguel Rodrigues Neto, por contribuir com as amostras para o estudo aqui realizado e pela participação na banca.

RESUMO

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um dos parâmetros mais utilizados para a observação da biodegradabilidade de despejos provenientes de esgotos sanitários e industriais e também em águas brutas como de rios, lagos e açudes. Sua grande finalidade é ajudar no monitoramento de sistemas aeróbios de esgotos; em águas brutas sua finalidade é indicar a possibilidade de fonte de contaminação orgânica e na previsão de diluições de amostras que irão ser analisadas por Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A DQO consiste no fato de que a maioria dos compostos orgânicos conseguem ser oxidados por agentes oxidantes fortes em condições ácidas e pelo controle de tempo e temperatura da reação. O agente oxidante mais indicado é o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) devido sua elevada capacidade de oxidar uma grande variedade de substâncias orgânicas, de maneira quase completa, em dióxido de carbono (CO_2) e água. Visando-se o estudo de corpos hídricos cearenses por este parâmetro, foram analisadas cerca de 29 amostras de águas advindas de 10 corpos hídricos localizados no estado do Ceará. Dentro de todas as amostras analisadas, a amostra oriunda do Riacho Pacoti (3) apresentou o maior valor de DQO de $94,75 \pm 4,64$ mg O_2/L indicando uma alta possibilidade de fonte de contaminação orgânica que dificultará seu tratamento nas estações de tratamento. Já a amostra do açude Gavião apresentou o menor valor de DQO de $10,58 \pm 3,48$ mg O_2/L entre as amostras analisadas. Foi realizado também uma inter comparação entre o método aplicado no Laboratório de Química Ambiental (LAQA) localizado na Universidade Federal do Ceará (UFC) com outro método aplicado em um laboratório externo, onde foram selecionadas duas amostras, uma do açude Gavião e a outra do açude Sítios Novos e aplicado o método matemático conhecido como teste t, o qual mostrou que as duas metodologias, apesar de terem dado valores distintos, foi classificado como semelhantes (t calculado menor do que o t tabelado).

Palavra-chave: DQO, oxidação, dicromato de potássio, corpos hídricos, contaminação orgânica.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Reagentes, solventes e soluções usadas na Demanda Química de Oxigênio (DQO)17
Tabela 2 - Valores dos pontos da curva de calibração: comprimento de onda 445nm19
Tabela 3 - Resultado do DQO nas amostras juntamente com o tratamento estatístico21
Tabela 4 - Comparação entre os resultados de DQO deste trabalho com outro laboratório22

LISTA DA FIGURA

Figura 1 - Curva padrão de DQO20
--------------------------------	---------

LISTA DE ABREVEATURAS

UFC	Universidade Federal do Ceará
LAQA	Laboratório de Análises de Águas
LAQUIM	Laboratório de Análises Ambientais
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio

SUMÁRIO

1 Introdução	11
2 Objetivo	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivo específico	12
3 Fundamentos Teóricos	13
4 Materiais e Equipamentos	17
4.1 Preparo de soluções	17
4.2 Curva de calibração.....	18
4.3 Estudo Experimental	18
4.3.1 Construção da Curva Padrão de DQO	18
5 Resultados e Discussão	19
5.1 Análise de corpos hídricos cearenses com quantidades de DQO distintas	19
5.2 Comparação deste método de DQO com o método de DQO aplicado em outro laboratório.....	22
6 Conclusões	23
Referências Bibliográficas.....	24

1 INTRODUÇÃO

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um método que oxida compostos orgânicos dissolvidos na água através da oxidação química com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio fortemente ácido e em condições controladas como a temperatura e o tempo de reação. O resultado obtido no teste de DQO é considerado um parâmetro indispensável na caracterização da qualidade de esgotos domésticos e efluentes industriais e também é aplicado tanto na determinação da carga orgânica em estações de tratamento como na avaliação da eficiência do processo de tratamento, obtendo-se assim os níveis de poluição orgânica nos recursos hídricos naturais, como lagoas, açudes e rios.

Os corpos hídricos cearenses são monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) aonde a mesma, com o intuito de avaliar a qualidade destas águas, faz uso de vários parâmetros, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO). Ambos os métodos estimam, de forma indireta, o teor de matéria orgânica através do consumo do oxigênio nas amostras, porém, na DBO, o tempo reacional é de aproximadamente 5 dias, enquanto que na DQO o resultado é obtido na hora. Outra vantagem do DQO é que, através dele, pode-se prever as diluições das amostras na análise de DBO.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

- Implementar o método da Demanda Química de Oxigênio (DQO) espectrofotométrico para identificar de forma indireta a quantidade de matéria orgânica total (MOT) existente em águas brutas.

2.2 Objetivo Específico

- Quantificar de forma indireta o teor de matéria orgânica total (MOT) através do método do DQO espectrofotométrico em corpos hídricos cearenses;
- Comparar os resultados obtidos por esta metodologia com outro método de DQO aplicado em um laboratório externo;
- Analisar a viabilidade da implementação deste método de DQO no Laboratório de Análises Químicas (LAQUIM) localizado no Departamento de Química Analítica e Físico-química existente na Universidade Federal do Ceará.

3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O material orgânico presente nos ambientes aquáticos é comumente subdividido em duas frações: particulada e dissolvida, onde a separação pode ser realizada por filtração da amostra com membranas. O material orgânico particulado (MOP) compreende o material detrital em suspensão na água e a biomassa do fitoplâncton e dos microrganismos presentes. Uma parte dos organismos zooplanctônicos de maior tamanho, que possui uma movimentação mais ativa, é geralmente pouco representada por escapar do equipamento de coleta. O material orgânico dissolvido (MOD) é principalmente constituído por biopolímeros (polipeptídeos, polissacarídeos) e substâncias húmicas. Os produtos metabólicos excretados pelos organismos (oligopeptídeos, aminoácidos e ácidos orgânicos de baixo peso molecular) são frequentemente encontrados em baixas concentrações, por serem rapidamente associados principalmente pelos microrganismos (CARMOUZE, 1994).

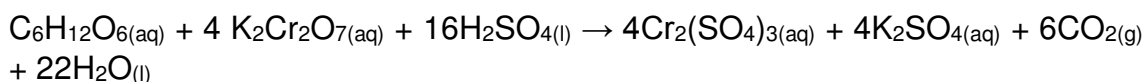
A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro que mede a quantidade de matéria orgânica, entretanto, não determina a concentração de substâncias orgânicas específicas e individuais, mas sim o consumo de oxigênio do conjunto de compostos orgânicos na água através de reações químicas de oxidação de diversos compostos orgânicos presentes, sem a intervenção de microrganismos, por isso trata-se de uma medida indireta do teor de matéria orgânica na amostra (POHLING, 2009).

A DQO de uma amostra de água ou esgoto é determinada através da oxidação dos compostos orgânicos dissolvidos com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Pelo fato de ser uma oxidação química, na DQO todo o material existente na amostra (biodegradável ou não) é oxidado, dessa forma os resultados de DQO são maiores ou iguais aos resultados de DBO. O nitrogênio orgânico se converte, nas condições do teste, em íons amônio ou dependendo da estrutura dos compostos de nitrogênio orgânico em nitrogênio elementar ou nitrato. O oxigênio consumido pela conversão dos compostos orgânicos é expresso em $mg O_2 L^{-1}$.

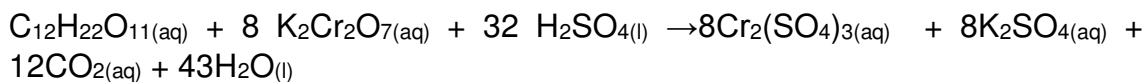
O agente oxidante ($K_2Cr_2O_7$) atinge de 95-100% do valor teórico de oxidação. Compostos alifáticos de cadeia linear e os hidrocarbonetos aromáticos não são completamente oxidáveis, os compostos de cadeia linear são oxidados mais facilmente com a adição de sulfato de prata (Ag_2SO_4), que age como catalisador, mas não acelera a oxidação dos hidrocarbonetos aromáticos (POHLING, 2009).

Alguns exemplos de reações de compostos orgânicos com $K_2Cr_2O_7$ seguem abaixo:

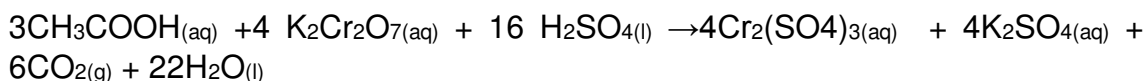
1 Glicose



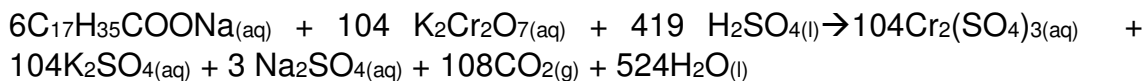
2 Sacarose



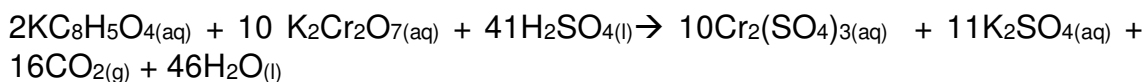
3 Ácido Acético



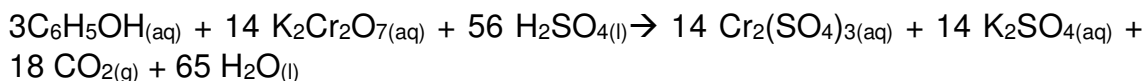
4 Sabão (Estearato de sódio)



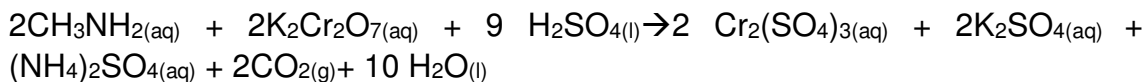
5 Biftalato de potássio



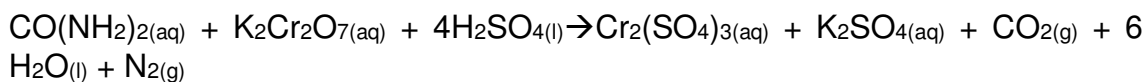
6 Fenol



7 Metilamina



8 Ureia



A ocorrência natural de compostos orgânicos em águas naturais (rios, açudes e lagoas) pode ser gerada pela decomposição de vegetais (folhas, galhos) e animais. Na decomposição de materiais vegetais são formados ácidos húmicos e fúlvicos que, provavelmente, provêm da decomposição da lignina ($C_{10}H_{13}O_3$). Os ácidos formam sais solúveis, através da quelatização com metais dissolvidos na água e assim conferem a ela uma cor amarelada transparente, embora não representem riscos diretos à saúde, não são recomendados na água para consumo humano devido ao seu sabor amargo. A determinação de DQO pelo método espectrofotométrico pode ser dividida em dois (POHLING,2009):

a) Faixa baixa: (< 90 mg O₂/L)

O consumo do dicromato de potássio adicionado é determinado espectrofotometricamente, através da medição da intensidade da coloração remanescente do dicromato de potássio em 445nm no espectrofotômetro, por uma curva de calibração a partir do biftalato de potássio; a curva de calibração é linear e decrescente, pois os íons dicromato estão diminuindo durante a reação com o aumento da concentração de compostos orgânicos oxidáveis.

b) Faixa alta: (90 a 900 mg O₂/L)

O material orgânico na amostra é oxidado e o cromo VI do $K_2Cr_2O_7$ é reduzido para cromo III nas mesmas proporções. A coloração alaranjada muda gradativamente para verde, de acordo com a concentração do material orgânico. O íon cromo III absorve fortemente na faixa espectrométrica de 600nm, onde a absorção do dicromato é aproximadamente zero; a leitura é feita por uma curva de calibração a partir do biftalato de potássio, onde a curva é linear e crescente.

As principais vantagens da DQO espectrofotométrica são:

- O resultado da análise é obtida no máximo em 3 horas;
- É utilizado um catalisador, o sulfato de prata, que otimiza a oxidação do dicromato;
- Serve como referência para as diluições do DBO.

Dentre os interferentes desta metodologia, destacam-se as espécies inorgânicas, tais como: cloretos, iodetos, sulfetos, sulfitos e nitritos. Além da DQO existem outras metodologias para determinação da matéria orgânica total (MOT), podendo destacar-se a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Oxibilidade com Permanganato de Potássio (Permanganometria)(POHLING,2009).

A oxidabilidade com permanganato de potássio (Permanganometria) determina a oxidabilidade de compostos orgânicos numa amostra de água utilizando o permanganato de potássio (KMnO_4) como agente oxidante em meio ácido ou alcalino; a intensidade da oxidação depende dos tipos de compostos orgânicos, concentração do oxidante, tempo e temperatura da reação. O grau de oxidação em amostras de esgoto doméstico fica em torno de 25% do total dos compostos orgânicos, por causa da baixa capacidade de oxidação, o método não é aplicado em águas residuais, apenas em águas naturais.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um bioensaio que indica o consumo de oxigênio por organismos vivos (principalmente bactérias) enquanto utilizam a matéria orgânica, em condições similares aquelas que ocorrem na natureza. A amostra é preparada em garrafas específicas para DBO, as quais são incubadas por 5 dias a 20°C , na ausência da luz. A concentração de oxigênio é determinada através de técnica química ou eletroquímica no início e no final do período de incubação, a diferença é utilizada para cálculo da DBO.

4 MATERIAIS e EQUIPAMENTOS

Para a elaboração do trabalho aqui descrito foram utilizados somente reagentes com alto grau de pureza analítico e água ultrapura (água produzida no sistema de purificação mili-Q).

As pesagens foram feitas usando a balança de precisão analítica digital da marca DENVER INSTRUMENT.

Para a obtenção dos espectros UV-VIS foi utilizado o espectrofotômetro UV-Vis Perkin Elmer, modelo Lambda 25, tendo como fonte de radiação a lâmpada de halogênio tungstênio e cubetas de quartzo de 1 cm de caminho óptico e feixe duplo.

A chapa utilizada no aquecimento para realizar a digestão é da marca TECNAL modelo TE-0851.

Tubos de vidro.

Bloco digestor.

4.1 Preparo de soluções

Todas as soluções foram preparadas a partir dos seus respectivos reagentes de grau analítico, os quais foram dissolvidos em água ultrapura e aferidas para seus respectivos volumes. Todos os reagentes juntamente com suas fórmulas moleculares, concentrações e as marcas dos produtos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Reagentes, solventes e soluções usadas na Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Nomenclatura dos reagentes	Fórmula molecular	Concentração	Marca do produto
Dicromato de potássio	$K_2Cr_2O_7$	$7 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$	VETEC
Sulfato de prata	Ag_2SO_4	$0,018 \text{ mol L}^{-1}$	VETEC
Biftalato de potássio	$KC_8H_5O_4$	425 mg L^{-1}	VETC
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	14 mol L^{-1}	SYNTH

Para a lavagem das vidrarias foi usada uma solução de ácido sulfúrico 20%.

4.2 Curva de calibração

A curva foi construída a partir da solução estoque de biftalato de potássio com seis pontos, cujas as concentrações foram: 0; 60; 120; 180; 240 e 300 mg L⁻¹ de DQO.

4.3 Estudo Experimental

4.3.1 Construção da Curva Padrão de DQO

A curva foi construída a partir de seis concentrações distintas (0; 60; 120; 180; 240; e 300 mg L⁻¹) obtidas através da solução referência. Para cada padrão foi acrescentado um volume específico da solução referência a uma série de balões volumétricos de 50 mL e o volume final completado com água destilada. Em seguida, foram transferidos 5 mL de cada solução, anteriormente preparada, para tubos de vidro. Logo após, nestes tubos, acrescentou-se 5 mL da solução digestora e 10 mL da solução catalítica, recobrando-os com funis e os aquecendo em um bloco digestor sob a temperatura de 140-150°C por 2 horas. Após o resfriamento a temperatura ambiente, cada ponto foi lido no comprimento de onda de 445 nm em cubetas de quartzo de 1 cm de caminho óptico no espectrofotômetro UV-VIS da PERKIN ELMER.

Para as amostras foi seguido o mesmo procedimento da construção da curva, diferindo apenas no fato que foi utilizado 5 mL de amostra e toda a análise foi realizada em duplicata.

Todas as amostras aqui analisadas foram coletadas pelos técnicos da COGERH e mantidas sobre refrigeração, até o momento da análise, no Laboratório de Química Ambiental (LAQA) localizado na Universidade Federal do Ceará (UFC).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises de corpos hídricos cearenses com quantidades de DQO distintas;

Foram analisadas amostras de águas advindas da Bacia Hidrográfica Metropolitana do Ceará para a aplicação do estudo do DQO em águas brutas.

No entanto, antes de aplicar o método nas amostras, foi realizada a construção de uma curva padrão de DQO a fim de se obter a equação da reta bem como o seu coeficiente de correlação. A curva foi lida no comprimento de onda de 445nm, pois as amostras são águas naturais e estão na faixa baixa de DQO (< 90 mg O₂ L). O gráfico da curva encontra-se na Figura 1.

Tanto os limites de quantificação (LQ) como os de detecção (LD) foram calculados a partir da média da absorbância de seis brancos. Na Tabela 2 encontram-se os valores de LQ e LD para a curva, bem como o coeficiente de variação (CV), a média e o desvio padrão (S). Os cálculos destes parâmetros foram feitos pelas formulas abaixo:

$$LQ = 10S/b \text{ e } LD = 3S/b$$

Onde: S = desvio padrão dos brancos

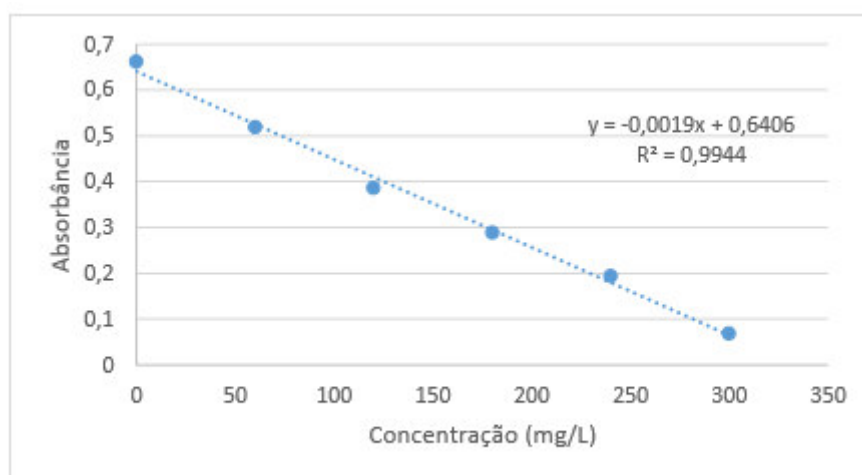
b = coeficiente angular da curva de calibração

Tabela 2: Valores dos pontos da curva de calibração: comprimento de onda 445nm

Pontos	Abs.	LQ*	LD*	CV (%)*	Média*	S*
0 mg L ⁻¹	0,661	5,75	1,73	0,17	0,6593	1,105.10 ⁻³
60 mg L ⁻¹	0,518	-----	-----	-----	-----	-----
120 mg L ⁻¹	0,386	-----	-----	-----	-----	-----
180 mg L ⁻¹	0,288	-----	-----	-----	-----	-----
240 mg L ⁻¹	0,193	-----	-----	-----	-----	-----
300 mg L ⁻¹	0,069	-----	-----	-----	-----	-----

***Todos estes dados tem como referência os brancos.**

Figura 1: Curva padrão de DQO



Com a obtenção da equação da reta pela curva, foi realizado a aplicação do método nas amostras apresentadas na Tabela 3, onde há também o desvio padrão das duplicatas, o coeficiente de variação (CV%) e o limite de confiança da média(μ).

O limite de confiança da média foi calculado pela formula abaixo:

$$\mu = b \pm ts/\sqrt{n}$$

Onde: b= média das amostras

t= valor do t student tabelado

s = desvio padrão das amostras

n= quantidade de amostras analisadas

Tabela 3: Resultado do DQO nas amostras juntamente com o tratamento estatístico

Amostras	Desvio Padrão	CV (%)	μ^*(DQO mg O₂L⁻¹)
Aracoiaba (71H ₃)	1,04	4,99	20,83±4,64
Aracoiaba (71H ₄)	1,82	7,51	24,22±8,12
Aracoiaba (71H ₂)	0,78	2,91	26,82±3,48
Aracoiaba (71H ₁)	1,30	4,00	32,55±5,80
Canal do Trabalhador (98H ₃)	1,30	7,03	18,49±5,80
Canal do Trabalhador(98H ₁)	1,56	8,09	19,27±6,96
Canal do Trabalhador(98H ₂)	1,56	7,49	20,83±6,96
Cauhipe (80H ₁)	0,78	2,91	26,82±3,48
Cauhipe (80H ₂)	1,82	6,66	27,34±8,13
Gavião (86H ₁)	0,78	7,30	10,58±3,48
Gavião (86H ₂)	0,52	3,57	14,58±2,32
Gavião (32H ₁)	1,04	6,44	16,14±4,64
Gavião (33H ₁)	1,04	6,24	16,66±4,64
Itapebussu (82H ₂)	0,78	4,22	18,49±3,48
Itapebussu (82H ₁)	1,30	5,15	25,26±5,80
Lagoa do Catu (65H ₁)	1,56	2,70	48,47±1,16
Lagoa do Catu (65H ₂)	1,04	1,71	57,81±6,96
Lagoa do Catu (65H ₃)	1,04	1,90	60,94±4,64
Maranguapinho (85H ₂)	1,04	1,90	54,69±4,64
Maranguapinho (85H ₁)	1,56	2,77	56,25±6,96
Riacho Pacoti (75H ₂)	2,60	3,06	84,89±11,61
Riacho Pacoti (75H ₁)	1,30	1,50	86,72±5,80
Riacho Pacoti (75H ₃)	1,04	1,11	94,75±4,64
Sítios Novos (30H ₁)	3,90	5,37	72,65±17,41
Sítios Novos (31H ₂)	1,82	2,50	72,65±8,13
Tijuquinha (95H ₂)	2,08	8,15	25,52±9,29
Tijuquinha (95H ₁)	2,08	7,68	27,08±9,29
Tijuquinha (63H ₂)	1,04	3,22	32,29±4,64
Tijuquinha(63H ₁)	2,86	8,14	35,15±12,77

*O t de student utilizado foi o de 90%(6,314).

Conforme a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) número 357 águas doces provenientes de rios, riachos e açudes são classificados na classe 2.

Ao se analisar todas estas amostras pertencente a está classe, constata-se que a amostra do Riacho Pacoti(3), com um teor de DQO de $94,75 \pm 4,64 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$, aparentemente, está dando indícios de que sofreu contaminação orgânica. Isto significa que está água possivelmente precisará de mais tempo na estação de tratamento de água da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) para o seu uso no abastecimento das cidades e/ou ser usada para outro tipo de finalidade. Já as amostras provenientes do Gavião, do Itapebussu e do Canal do Trabalhador, aparentemente, apresentaram níveis de DQO baixos em comparação com as demais localidades aqui estudadas.

5.2 Comparação deste método de DQO com o método de DQO aplicado em outro laboratório

Tabela 4: Comparação entre os resultados de DQO deste trabalho com outro laboratório

Amostras	Método 1*	Método 2*	Diferença (met 2- met 1)	Média	Desvio Padrão
Gavião	16,11	19	2,89	16,84	19,728
Sítios Novos	73,21	104	30,79	-----	-----

*O método 1 foi aplicado neste trabalho. Já no método 2 está relacionado ao DQO determinado em outro laboratório.

Para constatar se os dois métodos aplicados em laboratórios distintos foram semelhantes ou não, foi utilizado o método estatístico do teste t. O t calculado foi igual a 1,207 e o t tabelado, que foi usado nesta metodologia, foi de 6,314 para um nível de confiança de 90% com 1 grau de liberdade, ou seja, há menos do que 90% de chance de que os dois resultados de DQO sejam diferentes.

A fórmula a qual obteve-se o t calculado encontra-se logo abaixo:

$$t \text{ calculado} = (|m\acute{e}dia \text{ dos m\acute{e}todos}| / \text{Desvio padr\~{a}o dos m\acute{e}todos}) \cdot \sqrt{n}$$

Onde: n= é o número de amostras que foram usadas no método.

6 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi realizado a análise de DQO pelo método espectrofotométrico, onde foram analisadas aproximadamente 29 amostras de 10 corpos hídricos cearenses, dentre estes, foram selecionadas duas amostras com o menor e o maior valor de DQO. Conforme os resultados obtidos, o açude Gavião apresentou o menor valor de DQO ($10,58 \pm 3,48 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$), podendo indicar uma baixa contaminação por matéria orgânica oriunda do meio externo, assim o tempo de duração de seu tratamento nas estações de tratamento de água da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) poderá ser menor para seu uso nos abastecimentos de cidades. Já a amostra do Riacho Pacoti obteve o maior valor de DQO ($94,75 \pm 4,64 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$), este resultado pode indicar a possibilidade de uma fonte de contaminação orgânica no trecho selecionado do corpo hídrico em questão, ocasionando mais tempo ou processos durante seu tratamento nas estações de tratamento de água da CAGECE para o abastecimento das cidades.

Outro estudo realizado foi o da comparação entre o método realizado no Laboratório de Química Ambiental (LAQA), localizado no Departamento de Química Analítica e Físico-Química (DQAFQ) da Universidade Federal do Ceará com um laboratório externo, foram selecionadas duas amostras, uma do Gavião e a outra do Sítios Novos e aplicada as metodologias de cada laboratório. Os resultados encontrados de DQO para a amostra do açude Gavião foram de $16,11 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ no método do LAQA e no método do laboratório externo foi de $19 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$; já na amostra do Sítios Novos foram de $73,21 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ no método do LAQA e $104 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ no laboratório externo. Para verificar se os valores de DQO das duas metodologias estão semelhantes ou não se aplicou o tratamento estatístico do teste t e verificou-se que os valores de DQO das metodologias possuem a probabilidade de 90% de estarem próximas, apesar dos valores serem bem distintos.

Como a metodologia aplicada neste trabalho foi obtida com sucesso nas amostras de corpos hídricos e a comparação entre os métodos foram semelhantes, sabendo-se da importância deste método, a DQO, cogitasse a possibilidade de implementar esta análise no Laboratório de Análises Químicas (LAQUIM) nas análises dos recursos hídricos feitas no laboratório em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: APHA, 2005.

Anuário de Monitoramento Quantitativo dos Açudes Gerenciados pela Cogerh 2009: Estado do Ceará. Fortaleza: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, 2009. Disponível em < <http://portal.cogerh.com.br/servicos/downloads/anuarios-de-monitoriamento/anuario-de-monitoramento-2009/Anuario-2009.pdf/view?searchterm=anu%C3%A1rio> > , acesso em: 12 Mar, 2013.

BRASIL, Resolução nº 357, de 18 de Março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CARMOUZE, Jean Pierre, 1994-O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. -ed. Edgar Blucher LTDA: FAPESP;

ESTEVES, Francisco de Assis, 1950-Fundamentos de Limnologia/Francisco de Assis Esteves. - 2.ed.-Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

GRANER. Determinação da demanda química de oxigênio em águas por espectrofotometria simultânea dos íons cromo(III) e dicromato-Eclética Química.

HARRIS, Daniel C. Análise química quantitativa. Tradução Jairo Bordinhão...[et al.]. Editora LTC, Rio de Janeiro. 2008.

POHLING, Rolf Reações químicas na análise de água, Rolf Pohling.-Fortaleza: Março, 2009.