



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

YARA CAROLINE DE AQUINO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CACTÁCEAS E SEU POTENCIAL PARA
APROVEITAMENTO**

PAU DOS FERROS – RN

2017

YARA CAROLINE DE AQUINO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE CACTÁCEAS E SEU POTENCIAL PARA
APROVEITAMENTO**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Kytéria Sabina
Lopes de Figueredo.

PAU DOS FERROS – RN
2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Aq Aquino, Yara Caroline
 de.
 Qualidade da água de cactáceas e seu potencial
 para aproveitamento / Yara Caroline de Aquino. -
 2017.
 51 f. : il.

 Orientadora: Kytéria Sabina Lopes de Figueredo
 Figueredo.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2017.

 1. Plantas. 2. Armazenamento de água. 3.
 Estiagem. I. Figueredo, Kytéria Sabina Lopes
 de Figueredo, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

YARA CAROLINE DE AQUINO

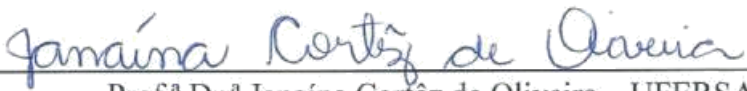
**QUALIDADE DA ÁGUA DE CACTÁCEAS E SEU POTENCIAL PARA
APROVEITAMENTO**

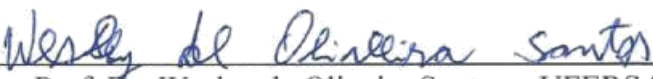
Monografia apresentada a
Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, Campus de
Pau dos Ferros para obtenção do
título de Bacharel em Ciência e
Tecnologia.

DATA DE APROVAÇÃO 17/05/2017

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Dr.^a Kytéria Sabina Lopes de Figueiredo – UFERSA,
Presidente


Prof.^a Dr.^a Janaína Cortêz de Oliveira – UFERSA
Primeiro Membro


Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos – UFERSA,
Segundo Membro

Dedico....

Este trabalho à minha tia Francisca Maria de Aquino, fonte infinita de amor, paciência e bondade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta realização.

Agradeço minha orientadora Professora Dr.^a Kytéria Figueredo, por me aceitar como orientanda, pela cobrança, apoio e dedicação durante o processo da realização deste trabalho.

Agradeço minha família que esteve sempre presente me apoiando, em especial a minha irmã Angela que esteve o tempo inteiro ao meu lado, lendo o meu trabalho, dando ideias. Sempre paciente, dedicada e otimista.

Agradeço aos meus amigos que trago desde a infância e aqueles que conquistei na universidade que sempre torceram pelo meu sucesso e que me deram suporte durante minha trajetória no decorrer do curso.

Agradeço a todos os meus professores, desde o ensino fundamental até o ensino superior. Todos foram importantes para a realização deste sonho.

Por fim, acredito que somos mais fortes e otimistas quando aqueles que amamos acreditam no nosso potencial. Obrigada a todos que acreditaram que este sonho se tornaria realidade.

“Transmita sempre o que aprendeu.”
(Mestre Yoda)

RESUMO

A escassez de água ocorre atualmente em muitas regiões do mundo e do Brasil, proporcionando as várias comunidades à convivência diária com sua falta. Diante da incerteza com relação à incidência de chuvas e altos índices de evaporação de alguns locais do Brasil, o estudo de plantas com menor necessidade hídrica e grande capacidade de armazenamento pode ser uma alternativa para essas localidades. A estiagem por ser prolongada e constante no semiárido nordestino motivou este estudo. Com o objetivo de analisar a qualidade da água de duas espécies de cactáceas, a palma (*Opuntia-ficus indica* Mill) e o mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C.), e avaliar as suas potencialidades para o aproveitamento em períodos de seca. O estudo foi realizado utilizando análise físico-químicas e microbiológicas para a avaliação da qualidade da água para o consumo humano e animal. As duas espécies apresentaram forte semelhança quanto ao armazenamento de água e comportamento das análises físico-químicas, e indicaram qualidade fora dos padrões de potabilidade para consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas. Armazenamento de água. Estiagem.

ABSTRACT

Water scarcity occurs in many regions of the world and Brazil, providing the various communities to daily coexistence with this lack. Given the uncertainty regarding the incidence of rainfall and high evaporation rates in some regions of Brazil, the study of plants with lower water requirements and high storage capacity may be an alternative for these regions. The drought for being prolonged and constant in the northeastern semi-arid region motivated this study. With the objective of analyzing the water quality of two cactaceous species, palma (*Opuntia-ficus indica* Mill) and mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C.), and to evaluate its potential for use in dry periods. The study was carried out using physicochemical and microbiological analyzes for the evaluation of water quality for human and animal consumption. The two species presented strong similarities regarding water storage and physicochemical analysis behavior, and indicated quality outside the potability standards for human consumption.

KEYWORDS: Plants. Water Storage. Drought.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Padrões de potabilidade da água.....	26
Tabela 2: Análises físico-químicas da água da palma e do mandacaru.....	40
Tabela 3: Análises microbiológicas da água da palma e do mandacaru.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Local da coleta da palma e do mandacaru	31
Figura 2: Acondicionamento e refrigeração das amostras.....	32
Figura 3: Filtragem para retirada do material orgânico	33
Figura 4: Sistema de filtração à vácuo.....	34
Figura 5: PHmêtro digital de bancada	35
Figura 6: Condutivímetro digital portátil.....	36
Figura 7: Multiparâmetro Horiba.....	37
Figura 8: Amostra da água da palma e do mandacaru, respectivamente.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Semelhança entre as espécies quanto ao armazenamento de água.....	38
Gráfico 2: Análise comparativa dos aspectos físico-químicos	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA: Agência Nacional de Águas
CAM: Crassulacean Acid Metabolism
CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO: Demanda Química de Oxigênio
EUA: Eficiência do Uso da Água
FUNASA: Fundação Nacional de Saúde
IDEC: Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
L: Litro
MAC: Metabolismo Ácido das Crassuláceas
MEC: Ministério da Educação
mg/L: Miligrama por Litro
mg/L CaCO₃: Miligramas por Litro de Carbonato de Cálcio
mg Pt Co/L: Unidade de Cor
mL: Mililitro
MMA: Ministério do Meio Ambiente
MS: Ministério da Saúde
NMP: Número Mais Provável
OD: Oxigênio Dissolvido
pH: Potencial Hidrogeniônico
SNSA: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
UT: Unidade de Turbidez
µm: Micrômetro
µS/cm: Microsiemens por Centímetro
°C: Grau Celsius
‰: Permilagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo geral.....	18
2.2. Objetivos específicos.....	18
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
3.1. Importância da água.....	19
3.1.1. O ciclo da água	19
3.2. A escassez de água	20
3.3. Plantas que acumulam água	21
3.3.1. Palma	23
3.3.2. Mandacaru	24
3.4. Parâmetros de qualidade da água para consumo	25
3.4.1. Cor	27
3.4.2. Turbidez.....	27
3.4.3. Sólidos Dissolvidos	27
3.4.4. Sabor e Odor	27
3.4.5. Condutividade Elétrica	27
3.4.6. Potencial Hidrogeniônico (pH).....	28
3.4.7. Alcalinidade.....	28
3.4.8. Dureza (Cálcio e Magnésio)	28
3.4.9. Oxigênio Dissolvido (OD).....	28
3.4.10. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	29
3.4.11. Demanda Química de Oxigênio (DQO)	29
3.4.12. Salinidade	29
3.4.13. Cloretos.....	29
3.4.14. Coliformes Totais	30
3.4.15. Coliformes Termotolerantes	30
3.4.16. Coliformes Fecais	30
4. MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1. Coleta	31
4.2. Extração da água	32

4.2.1. Filtração	32
4.3. Análises físico-químicas e microbiológicas	34
4.3.1. Análises físico-químicas	34
4.3.1.1. pH	35
4.3.1.2. Condutividade.....	35
4.3.1.3. Salinidade, turbidez, sólidos dissolvidos e oxigênio dissolvido.....	36
4.3.2. Análises microbiológicas.....	37
4.3.2.1. Coliformes totais e coliformes termotolerantes.....	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5.1. Extração da água	38
5.2. Análises físico-químicas e microbiológicas	39
6. CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

A sociedade tem demonstrado uma grande preocupação em relação à conservação dos recursos naturais. Dentre esses, a água tem ganhado destaque, uma vez que é um recurso indispensável para a manutenção da vida na Terra. E por ser essencial para diversas atividades de produção, desenvolvimento econômico e tecnológico. Contudo, as condições ambientais desfavoráveis, associadas ao crescimento populacional, a industrialização e a falta de consciência ambiental fazem com que a água tenha se tornado um bem mais escasso e consequentemente mais precioso.

O planeta Terra é composto por consideráveis massas de água. De acordo com Gewandsznajder (2010), 71% de sua superfície é coberta por água. Em torno de 97% dessa água está nos oceanos e mares, cerca de 2% está em estado sólido, e menos de 1% corresponde ao total de água doce disponível no planeta. Ainda que a água seja um recurso abundante na Terra, por intermédio da ação antrópica a água vem ao longo do tempo se tornando cada vez mais imprópria para exercer o papel de manter a vida na terra (SOUZA et al., 2014).

A escassez da água representa atualmente diversas regiões do planeta e do Brasil, proporcionando as várias comunidades à convivência diária com sua falta. No Brasil, há áreas que apresentam vulnerabilidade quanto à oferta de água, tanto no que diz respeito à quantidade quanto à qualidade. No Nordeste brasileiro, em especial na região semiárida, a criticidade hídrica advém de fatores relacionados à baixa pluviosidade e altas taxas de evapotranspiração, proporcionando baixa disponibilidade de água (ANA, 2015). Os chamados períodos de estiagem, caracteriza-se por apresentar o índice de precipitação inferior ao índice de evaporação, que provocam efeitos desastrosos, pois geram declínio econômico e modificações devastadoras no estilo de vida e bem-estar das comunidades (FAVERO e SARRIERA, 2014; FERREIRA, 2015).

Diante do baixo índice pluviométrico e alta evaporação em algumas regiões do Brasil, o estudo de plantas com menor necessidade hídrica e grande capacidade de armazenamento surge como uma alternativa para essas localidades. As plantas cactáceas constituem um bioma adaptado às condições climáticas locais, apresentando, portanto, características morfofisiológicas, anatômicas e funcionais capazes de suportar o estresse hídrico da região (SILVA, 2013). As plantas são adaptadas ao clima seco e quente e podendo desenvolver-se com pequenas quantidades de água. Essas plantas são ramificadas, podendo atingir até 6 m de altura, compostas de artículos ou segmentos carnosos superpostos uns aos outros, cobertas por

espinhos de variadas formas, dimensões e tamanhos (SANTOS et al., 2016). Davet (2005) reportou que, além de arbustivas, as cactáceas podem ser trepadeiras, árvores, epífitas ou geófitas. Dotadas de células parenquimáticas especializadas em armazenamento de água.

Neste contexto, este estudo se propôs a analisar a qualidade da água de duas espécies de cactáceas, palma (*Opuntia ficus-indica* Mill) e mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C.), e avaliar as suas potencialidades para aproveitamento em períodos de estiagem.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Estudar a qualidade da água da palma e do mandacaru, utilizando análises físico-químicas e microbiológicas e avaliar as suas potencialidades para aproveitamento no que diz respeito ao consumo humano e animal, bem como verificar suas diferenças e implicações no aspecto da qualidade.

2.2. Objetivos específicos

- Extrair água da palma e do mandacaru.
- Analisar as características físico-químicas e microbiológicas da água obtida da palma e do mandacaru.
- Comparar as características físico-químicas e microbiológicas da água obtida da palma e do mandacaru.
- Avaliar a qualidade da água obtida da palma e do mandacaru para fins de consumo humano e animal.
- Identificar os potenciais de aproveitamento da água obtida através das espécies de cactáceas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Importância da água

A água exerce papel essencial na vida e na saúde dos seres vivos, logo a sua qualidade é primordial, entretanto ela percorre um longo caminho que vai desde a nascente até chegar aos reservatórios, e ao acesso humano e animal. Em seu trajeto ela pode sofrer efeitos diversos sejam eles causados por ações antrópica ou natural (SILVA JÚNIOR, 2011).

Seguindo seu curso, a água entra em contato com as mais variadas fontes de poluição, tais como agrotóxicos provenientes de atividades relacionadas à agricultura e pecuária, resíduos provenientes de atividades domésticas, mineração, industrial, comercial e hospitalar. Tudo isso se mistura à água em seus reservatórios, uma vez que ela é capaz de dissolver sólidos como rochas e partículas radioativas, líquidos com biocidas, e gases provenientes de emissões industriais e de veículos, logo é difícil encontrar água limpa isenta de substâncias ou microrganismos que propiciem danos a diversos seres vivos (COSTA FILHO, 2006).

Neste contexto o Ministério da Saúde dispôs a Portaria nº 518/2004 com critérios e procedimentos da qualidade da água e nela apresenta uma série de definições, das quais afirma que água potável é a “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radiativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”. Visto que a água tratada, limpa e livre de impurezas proporciona a manutenção e o bem-estar da humanidade (MS, 2005).

Considerando que o equilíbrio ecológico e a saúde humana não devem ser afetados pela má qualidade da água, a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes considerando que o controle da poluição é fator determinante na prevenção da saúde e equilíbrio ecológico, fornece a classificação dos corpos de água em doces, salobras e salinas, e diretrizes ambientais para o seu enquadramento de acordo com sua qualidade em função dos usos, e fornece também parâmetros de qualidade de água e efluentes (CONAMA, 2005).

3.1.1. O ciclo da água

A dinâmica hidrológica é o processo que proporciona a mudança de estado da água e ocorre por intermédio da energia gerada pela irradiação solar. A água está em constante movimento, esse fenômeno é denominado ciclo hidrológico ou ciclo da água. A água

fornecida pela chuva, já esteve em oceanos, rios, lagos, na camada superficial dos solos e nas plantas. Para retornar à atmosfera, ela passa de estado líquido para gasoso. A evaporação provocada pela energia do Sol gera o vapor que vai constituir as nuvens, havendo as precipitações na forma de chuva, neve ou granizo, regressando aos reservatórios de água subterrânea e aquíferos (MMA; MEC; IDEC, 2005).

Em síntese, é sempre a mesma água, circulando na superfície da Terra para a atmosfera e da atmosfera para a superfície, e esse ciclo é gerado pelo calor, que evapora a água dos oceanos, rios e mares. Em algumas regiões da Terra essa evaporação acontece de maneira mais intensa, como é o caso da região semiárida nordestina, que se caracteriza “por baixos volumes pluviométricos e altas temperaturas, associados a elevados índices de evaporação, e pela ocorrência da Caatinga, vegetação adaptada à aridez do clima” (MUNIZ, 2010, p.113).

3.2. A escassez de água

Escassez em um planeta coberto por água é um paradoxo, da água existente no planeta Terra, somente uma pequena quantia é doce, e apenas 0,3% pode ser encontrada em locais de fácil acesso, como rios e lagos (BARROS; AMIN, 2008). No cenário global, o Brasil apresenta situação de conforto quanto à disponibilidade de recursos hídricos, sua média de precipitação anual é de 1.761 mm. Apesar disso, marca uma distribuição espacial desigual de água, pois varia de 500 mm (região semiárida do Nordeste) a mais de 3.000 mm (região Amazônica). As informações hidrológicas apontam que a região Norte conta com 81% dos recursos hídricos, local onde reside cerca de 5% da população total brasileira, enquanto que nas bacias junto ao Oceano Atlântico, os recursos hídricos disponíveis são de apenas 2,7% onde há maior concentração populacional, cerca de 45,5% da população total brasileira (ANA, 2013).

A sub-região mais afetada pela escassez de água no Brasil é a semiárida. Apesar dessa região ter a característica de ser o semiárido mais chuvoso do mundo, as chuvas se limitam a poucos meses e apresentam irregularidade espacial e temporal. Cerca de 90% de suas águas são desperdiçadas, pois a hidrologia depende do clima: a sub-região apresenta altos índices de evaporação; elevado escoamento superficial na forma de enxurradas; baixa absorção de água gerada pelo relevo alterado e composição de solos pedregosos e rasos e; predominância de rios intermitentes. Nessas condições, a situação de estiagem-escassez é comum de acontecer e pode se acentuar com o passar do tempo, já que o desmatamento e o aquecimento global

favorecem a irregularidade e o aumento da evaporação (SILVA, 2006; CAMPOS et al., 2013). Práticas como implantação de culturas inadequadas ao bioma, queimadas e desmatamento nas proximidades das águas foram introduzidas no semiárido no seu processo de ocupação agravando a problemática da escassez na região (SILVA, 2006).

O período de estiagem também conhecido como seca é visto como um infortúnio que destrói a agricultura e agrava a falta de acesso à água e alimentos básicos, especialmente para populações da zona rural com pouco acesso a recursos tecnológicos, provocando muitos problemas sociais e econômicos. A produção agrícola representa o sustento de diversas famílias e a cada período de estiagem o bem-estar dessas pessoas é comprometido, pois as práticas vigentes são inadequadas ao bioma da Caatinga (na língua indígena, significa “mata branca”) (SILVA, 2006; CAMPOS et al., 2013; FAVERO e SARRIERA, 2014).

A água, portanto, pode ser vista como um agente de desenvolvimento econômico e sua escassez representa um obstáculo para a economia (BARROS; AMIN, 2008). Tirando proveito desse pensamento, políticos descomprometidos, ao longo da história criaram um cenário negativo para o semiárido, de atraso econômico gerado somente pelas condições ambientais dessa sub-região (escassez hídrica e baixa capacidade produtiva dos solos) (SILVA, 2006). Com o atraso lucrativo não houve preocupação em buscar soluções para o problema, ou seja, a melhoria da qualidade de vida da grande massa foi inviabilizada. Portanto, o desconhecimento de práticas agrícolas adequadas associadas ao oportunismo de natureza política impulsiona o agravamento da crise socioambiental que se prolonga até os dias atuais (CAMPOS et al., 2013).

3.3. Plantas que acumulam água

A água tem presença constante nas plantas e é responsável pela dissolução de nutrientes e encaminhamentos às células, no qual serão absorvidos e utilizados (COSTA; SANTOS, 1999, p.84). Além de ser o principal constituinte de seus tecidos, é responsável também pelo transporte de substâncias e participa de diversas reações químicas necessárias à planta (PES; ARENHARDT, 2015). Contudo, em torno de 95% da água absorvida pela planta se perde através da transpiração, que pode ocorrer em menor proporção em caules e ramos jovens e em maior proporção nas folhas (superior a 90%) (KERBAUY, 2004).

“Por meio da fotossíntese, as plantas produzem a matéria orgânica necessária para construir seus corpos e para obter energia metabólica. A fonte de energia para a fotossíntese é a luz solar” (AMABIS; MARTHO, 2004a, p.226). “A fotossíntese utiliza como reagentes gás

carbônico (CO_2) e água (H_2O) e gera como produtos glicídios e gás oxigênio (O_2)” (AMABIS; MARTHO, 2004b, p.225). E o processo de fotossíntese possibilita a produção de alimento para as plantas e a manutenção da vida no planeta Terra. Esse processo não necessita de muitos meios para acontecer, contudo não podem faltar os componentes essenciais, que são: luz, água e dióxido de carbono.

Na manutenção da vida os seres vivos retiram e devolvem água para o ambiente. Os animais comumente devolvem por meio do suor e urina, e as plantas por meio da transpiração. Para permitir o ingresso do CO_2 , porém não há como absorver dióxido de carbono sem gerar a perda de água. Para solucionar este problema algumas plantas adaptadas a climas secos promovem a regulação temporal da abertura de seus estômatos (do grego *stoma*, boca), fechando-os de dia e abrindo-os a noite como estratégia para evitar a perda de água. Durante a noite, a temperatura cai e a taxa de evaporação tende a diminuir (AMABIS e MARTHO, 2004a, p.236; KERBAUY, 2004).

No entanto, na maioria das espécies os estômatos ficam abertos no período diurno com taxas de transpiração máximas em torno do meio-dia e com taxas mínimas durante o período noturno, momento em que seus estômatos ficam fechados (PES; ARENHARDT, 2015). Nesse processo suas taxas de transpiração aumentam, isto é, perdem grande quantidade de água (AMABIS; MARTHO, 2004a). Em caso de estresse hídrico prolongado elas mantêm seus estômatos fechados, pois isso condiciona maior potencial de água (KERBAUY, 2004).

Além do controle temporal de seus estômatos, essas plantas apresentam outras características diferenciadas das demais, no seu interior possuem reservas de água e nutrientes, que são captadas e mantidas em detrimento de sua morfofisiologia, suas raízes são profundas e espalhadas para a garantia da eficiência na captura de água nos períodos chuvosos e seus caules são suculentos em função do armazenamento dessa água, também produzem e reproduzem menos em períodos secos (SILVA, 2006; CAMPOS et al., 2013).

As plantas cactáceas são adaptadas a climas secos: apresentam tecido próprio para armazenamento de água, não apresentam folhas, mas espinhos que são pontiagudos e que tem função de protegê-las contra herbívoros e evitam também que percam água e murchem (CAVALCANTE, 2015). Para a fitopatologia essas características proporcionam resistência que é a capacidade de retardar ou suprimir o desenvolvimento de doenças e habilidade de suportar a doença sem apresentar decréscimo de produtividade (KAVAMURA, 2012).

No que diz respeito ao metabolismo fotossintético, as plantas são divididas em três grupos: C_3 , C_4 e Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC) também denominado de Crassulacean Acid Metabolism (CAM). Quanto à eficiência do uso da água (EUA), as plantas

C₃ apresentam EUA em cerca de 0,002, as C₄ de 0,004 e as plantas MAC de 0,02. É possível verificar que as plantas com metabolismo MAC possuem uma eficiência notavelmente maior. As plantas adaptadas a ambientes que apresentam limitação de disponibilidade hídrica e que fixam CO₂ no período noturno pertencem ao grupo de metabolismo MAC. Com base nisso é possível dizer que provavelmente todas as espécies de cactáceas apresentam metabolismo MAC, exclusivamente (KERBAUY, 2004).

Segundo Amabis e Martho (2004c, p.377), essas plantas são “denominadas **xeromórficas** (do grego *xeros*, seco, e *morphos*, forma, aspecto). São plantas cactáceas, como *Cereus sp.* (mandacaru e facheiro) e *Pilocereus sp.* (xiquexique), e também arbustos e árvores baixas”.

3.3.1. Palma

A palma está presente no Brasil em variados tipos e com uso acentuado na alimentação de ruminantes em tempos de secas prolongadas (SANTOS et al., 2006). No semiárido, seu cultivo é mais intensivo por consequência das suas características morfofisiológicas serem bem adaptadas ao tipo de clima dessa sub-região (SILVA et al., 2016). Cerca de 500.000 hectares de palma são cultivados no Nordeste com maior produção distribuída nos estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Rio Grande do Norte e Bahia (OLIVEIRA; JUNQUEIRA; MASCARENHAS, 2011).

A palma apesar de ser utilizada no semiárido brasileiro essencialmente na alimentação de animais, apresenta potencial para múltiplos usos: na indústria farmacêutica, de cosméticos e alimentícia (bolos, pizzas, sorvetes, biscoitos) (SILVA et al., 2016).

Um tipo de palma que constitui a flora brasileira é a *Opuntia sp.* que teve sua inserção com objetivo de hospedar a cochonilha-do-carmim, inseto que serve de matéria prima para a obtenção do carmim, um corante natural utilizado para a tintura de roupas, cosméticos, alimentos e medicamentos, porém resultou em um investimento malsucedido. Mais tarde, passou a ser utilizada como forragem para animais. Seu fruto é comestível, mas ainda é pouco aceito na alimentação humana do brasileiro (ALVES et al., 2008).

Atualmente, os tipos de palma cultivados em larga escala no Brasil são: *Opuntia ficus-indica* Mill caracterizada por ser graúda e arredondada e *N. cochenillifera* caracterizada por ser miúda e doce (OLIVEIRA; JUNQUEIRA; MASCARENHAS, 2011).

A *Opuntia ficus-indica* Mill foi inserida no Brasil no início do século XX, trazida do México. Teve sua inserção objetivando o cultivo do inseto cochonilha-do-carmim

(ALBUQUERQUE et al., 2010). A depender da época apresenta flores e frutos. É uma planta com ciclo de vida longo e resistente, constituída de raízes, caules carnudos e espinhos (MARTINS, 2011). Possui no seu interior a mucilagem que condiciona a retenção de líquido e, portanto, uma resistência maior a temperaturas altas. Essa planta pode ser encontrada em regiões com pouca disponibilidade hídrica, ou seja, em regiões áridas e semiáridas (MAGALHÃES, 2009). Nesse sentido, as condições limitantes à sobrevivência da palma são: muita umidade, baixas temperaturas e carência de nutrientes (VILLASEÑOR, 2008).

Outro fator que interrompe o desenvolvimento dessa planta é a ação da praga cochonilha (inseto picador-sugador), suas colônias espalham-se nos artigos e raquetes e passam a sugar seiva. Durante o processo, abrem orifícios que possibilitam a entrada de microrganismos, podendo gerar a morte da planta. Os roedores também representam pragas para a palma, pois destroem a planta durante a alimentação (SANTOS et al., 2006).

Em outros países a palma apresenta usos que vão além da alimentação de ruminantes, constituindo também a alimentação humana, como é o caso do México. Na Ásia a palma também é utilizada como medicamento natural (COSTA, 2007).

Diante do exposto, é possível dizer que a palma tem potencial para ser utilizada em vários setores, com diversas funções tais como: alimento, seja legume ou fruta, como forragem para animais, como matéria prima para a produção de doces, bebidas alcoólicas, medicamentos, cosméticos, suplementos alimentares, na indústria da construção civil, têxtil (é usada como substrato para a produção de carmim de cochonilha – corantes naturais) e energia (produção de biogás). Seu cultivo também pode evitar a desertificação já que ajuda a conservar o solo protegendo-o da erosão hídrica e eólica (VILLASEÑOR, 2008).

3.3.2. Mandacaru

O *Cereus jamacaru* D.C. popularmente conhecido por mandacaru, cardeiro e jamacaru, pertence à família das cactáceas e é nativa da vegetação da Caatinga. É uma planta resistente e normalmente se desenvolve em solos pedregosos (SILVA; ALVES, 2009). Mas é capaz de crescer em vários outros lugares, até mesmo em telhados de casas da zona rural (ALVES; ALVES; PEREIRA, 2016). Esta cactácea pode ser encontrada em vários estados brasileiros: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA; ALVES, 2009).

Trata-se de uma planta indispensável para a conservação da biodiversidade do bioma, pois além de conservar o solo, o mandacaru e seus frutos servem de alimento para diversos animais (CAVALCANTI; RESENDE, 2007).

O mandacaru possui o caule coberto por espinhos fortes e compridos que desaparecem com o envelhecimento. Conta com estrutura colunar, muitas ramificações próximas ao topo e coloração verde (podendo ser claro ou escuro). Seu tronco com o passar do tempo modifica a coloração (passando de verde para marrom). A abertura da sua flor indica a proximidade de chuva e é branca, se abre à noite servindo de alimento para morcegos. Seu fruto nasce grudado ao caule, é grande, com casca vermelha quando maduro, possui muitas sementes (de cor preta) e muita mucilagem, a polpa é adocicada servindo de alimento para humanos e animais (ALBUQUERQUE et al., 2010; CAVALCANTE, 2015).

As raízes do mandacaru possuem a capacidade de absorver grande quantidade de água dos lençóis freáticos e seu tronco possui uma película grossa que evita a perda desse líquido, caracterizando-a como uma planta resistente com capacidade de captar e reter grande quantidade de água. Por este motivo essa planta é capaz de se desenvolver em regiões de clima seco e com deficiência hídrica (ALVES; ALVES; PEREIRA, 2016).

Além de compor a alimentação de ruminantes o mandacaru possui muitas outras utilidades, com destaque na indústria farmacêutica por consequência de suas propriedades medicinais, pois pode ser utilizado como anti-inflamatório, em tratamentos de doenças como diabetes, sífilis, cálculos vesiculares, problemas uretrais. Pode ser utilizada também na indústria da construção civil e para ornamentação de ambientes (ALVES; ALVES; PEREIRA, 2016).

O mandacaru também pode ter aproveitamento na indústria de bebidas pois, apresenta potencialidade na produção de fermento (ALMEIDA et al., 2011).

3.4. Parâmetros de qualidade da água para consumo

A qualidade da água não está somente vinculada a fatores estéticos, pois nem sempre uma água com boa aparência está isenta de microrganismos patogênicos e substâncias tóxicas. Para tanto é necessária uma avaliação baseada em parâmetros de qualidade, que representam as suas características físicas, químicas e biológicas (ALMEIDA, 2013).

A NBR 9.896/93 estabelece as seguintes definições: Água para o Consumo Humano: água destinada a ingestão pelos seres humanos e que possui características benéficas ao conjunto de fenômenos biológicos, físicos e químicos essenciais à vida; deve, assim, estar em

conformidade com os parâmetros biológicos, físicos e químicos, normalmente fixados em padrões de potabilidade, tornando-a apta ao consumo humano; Água Potável: Água de qualidade ao consumo humano, que deve satisfazer aos padrões de potabilidade.

A água para consumo humano no Brasil é regulamentada segundo a Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que estabelece os padrões de potabilidade para água de acordo com a tabela 1. A água potável deve ter sabor e odores agradáveis isto é, não objetáveis, ter baixas unidades de cor aparente e turbidez, ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes (em 100 ml) e não conter substâncias químicas em concentrações que possam causar mal à saúde humana.

Tabela 1: Padrões de potabilidade da água.

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (com NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Coliformes fecais	NMP	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	NMP	Ausência em 100 ml
Cor aparente	mg PtCo/L	15
Dureza	mg/L CaCO ₃	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável
Gosto	-	Não objetável
PH	-	6,0 a 9,5
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Fonte: Ministério da Saúde – Portaria nº 2.914 de 2011.

Cada parâmetro utilizado tem um significado e influência na avaliação da qualidade da água, e alguns dos principais serão brevemente descritos no texto que se segue.

3.4.1. Cor

A água é naturalmente incolor. Alterações dessa característica podem ser causados por fatores naturais ou antrópicos (SNSA, 2007). A cor da água é gerada pela presença de sólidos dissolvidos que interferem na passagem da luz. A cor faz parte do padrão de potabilidade, mas não está necessariamente relacionada com a contaminação. Pode ser classificada como cor real ou cor aparente (que pode ser incrementada pela turbidez), e a diferença entre elas é dada pelo tamanho das partículas, aquelas com diâmetro maior que 1,2 μm causam turbidez, a cor real é, portanto, isenta de turbidez (PIVELI, 2017).

3.4.2. Turbidez

A turbidez é uma medida que representa a quantidade de interferentes que promovem um aspecto escuro no fluido e dificultam que a luz o penetre (SPERLING, 2005).

3.4.3. Sólidos Dissolvidos

Os sólidos dissolvidos são partículas muito pequenas (de diâmetro inferior a $10^{-3} \mu\text{m}$) que não são capazes de ser captados na filtração, ou seja, permanecem em solução (MS, 2006).

3.4.4. Sabor e Odor

A fonte que mais se destaca na produção de sabor e odor na água é a decomposição da matéria orgânica gerada pelos microrganismos. Águas com excesso de matéria orgânica terá também excesso de nutrientes, nessas condições há o desenvolvimento abundante de algas que utilizam de nutrientes para se desenvolverem, deste modo há também produção excessiva de sabor e odor. Para os sentidos humanos a água pura não deve produzir a sensação de sabor e odor (PIVELI, 2017).

3.4.5. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água representa a sua dificuldade ou facilidade de transportar corrente elétrica. Uma alta concentração iônica na solução facilita a condução da

corrente elétrica. Águas naturais apresentam teores que variam de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MS, 2006).

3.4.6. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH expressa a concentração de íons hidrogênio (H^+) e indica o estado de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua faixa pode variar de 0 a 14: para um pH inferior a 7 as condições são ácidas, para um pH igual a 7 as condições são de neutralidade e para pH superior a 7 as condições são básicas. No que diz respeito à saúde pública, este parâmetro não apresenta riscos, contando que seu valor não seja muito alto ou muito baixo (SPERLING, 2005).

3.4.7. Alcalinidade

Alcalinidade é a medida atribuída a um sistema aquoso, que representa a sua capacidade em neutralizar ácidos, ou seja, íons hidrogênio (H^+). Em outras palavras, representa a sua capacidade de temperamento: predisposição resistiva à mudança de pH. Os principais causadores da alcalinidade na água são hidróxidos (OH^-), bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos (CO_3^{2-}). É importante inferir que uma água com valor alto de pH pode ter alcalinidade baixa e vice-versa (GARCEZ, 2004).

3.4.8. Dureza (Cálcio e Magnésio)

A dureza é uma característica que se relaciona com a concentração de cátions multimetálicos na água. É frequentemente associada a presença de íons cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}), possui duas classificações: dureza carbonato e dureza não carbonato. A dureza carbonato (associada a HCO_3^- e CO_3^{2-}) corresponde à alcalinidade e é sensível ao calor, podendo causar precipitações se exposta a altas temperaturas, já a dureza não carbonato (associada principalmente a Cl^- e SO_4^{2-}) corresponde as demais formas (SPERLING, 2005).

3.4.9. Oxigênio Dissolvido (OD)

O Oxigênio Dissolvido corresponde a medida da concentração de oxigênio retido na água. A quantidade de OD presente na água pode variar e seu equilíbrio é dependente da

temperatura e pressão atmosférica. O aumento da solubilidade do oxigênio é inversamente proporcional a diminuição da temperatura e altitude, e vice-versa (FUZINATTO, 2009; SCHNEIDER et al., 2012).

3.4.10. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio consiste em um ensaio feito em laboratório durante um período de cinco dias a uma temperatura de 20°C utilizando microrganismos aquáticos para fazer a decomposição da matéria orgânica e é o responsável por estabelecer a quantidade de oxigênio demandada para o processo. Neste caso, quando a DBO for alta a quantidade de OD vai ser baixa e a quantidade de matéria orgânica vai ser alta (SCHNEIDER et al., 2012).

3.4.11. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A demanda química de oxigênio consiste em um ensaio parecido com o da demanda bioquímica de oxigênio, com uma diferença principal: para fazer a oxidação da matéria orgânica e estabelecer a quantidade de oxigênio demandada para o processo faz-se uso de um agente químico forte, como o dicromato de potássio, além disso o ensaio é realizado em um período mais curto (CETESB, 2009).

3.4.12. Salinidade

Salinidade é a propriedade que representa a quantidade de sais dissolvidos na água. E esta quantidade de sais caracteriza o tipo da água. Se a salinidade for igual a ou inferior a 0,5‰ a água é doce, se a salinidade for superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ a água é salobra, se a salinidade for igual ou superior a 30‰ a água é salina (CONAMA, 2005).

3.4.13. Cloretos

O cloreto (como íon Cl^-) tem presença em esgotos domésticos, despejos industriais e até mesmo em águas naturais. Os cloretos não são ofensivos à saúde humana, mas sofrem rejeição por apresentarem sabor salgado quando excessivamente presentes na água consumida (GARCEZ, 2004).

3.4.14. Coliformes Totais

Os coliformes totais são bactérias do grupo coliforme, podem ser bactérias ambientais e de origem fecal, isto é, que existem no trato intestinal de animais de sangue quente ou no solo e na vegetação. São capazes de fermentar lactose e produzir ácido, gás e aldeído por um prazo de 24-48 horas à temperatura de $35,0 \pm 0,5$ °C (LIBÂNIO, 2008; FUNASA, 2013).

3.4.15. Coliformes Termotolerantes

Este grupo de bactérias recebe esta denominação, pois são capazes de fermentar lactose em temperatura elevada ($44,5 \pm 0,2$ °C) por um prazo de 24 horas, tem predominância do gênero *Escherichia*, e em menor quantia, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* (LIBÂNIO, 2008).

3.4.16. Coliformes Fecais

Organismos patogênicos de origem fecal associados à água tem como indicador a bactéria *Escherichia coli*, que difere das outras bactérias termotolerantes pela capacidade de produzir a enzima β -glucorinidase (LIBÂNIO, 2008).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo configura-se em analisar a qualidade da água de duas espécies de cactáceas, a palma graúda e o mandacaru, com a finalidade de comparar as características da água das espécies e avaliar suas potencialidades para aproveitamento, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas da água.

4.1. Coleta

O primeiro procedimento realizado foi a retirada das espécies do seu habitat, conforme a figura 1. Logo após procedeu-se a pesagem das plantas em balança convencional, tanto para a obtenção do valor aproximado do rendimento do líquido, quanto para fins comparativos entre as plantas analisadas.

Figura 1: Local da coleta da palma e do mandacaru.



Fonte: Autores, 2017.

4.2. Extração da água

A extração do líquido ocorreu no local da coleta. Para a realização deste procedimento, primeiramente, foram retirados os espinhos, em seguida a retirada da casca, por fim, a compressão manual do miolo para a obtenção do líquido. Para a extração utilizou-se luvas a fim de não haver contato das mãos com as amostras, evitando contaminantes. Após a extração, o líquido foi colocado em garrafas novas, devidamente esterilizadas e identificadas, e, acondicionadas em caixa conservante de isopor com gelo para preservação das amostras, como pode ser observado na figura 2. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA Campus de Pau dos Ferros para realização das análises.

Figura 2: Acondicionamento e refrigeração das amostras.



Fonte: Autores, 2017.

4.2.1. Filtração

No laboratório as amostras foram submetidas às filtrações, que foram realizadas em duas etapas: A primeira através de uma peneira da marca a bronzinox telas metálicas e

sintéticas Ltda. (ABERTURA – 150 μm ; MALHA – 100; CAIXILHO – INOX 8” x 2”; PGB – 319593), de acordo com a figura 3, para a retirada do material orgânico em suspensão.

Figura 3: Filtragem para retirada do material orgânico.



Fonte: Autores, 2017.

A segunda etapa de filtragem foi realizada em um sistema de filtração à vácuo, em que foram utilizados: kitassato (vidraria com duas saídas), funil de buchner (equipamento de porcelana, espécie de peneira), papel de filtro e bomba à vácuo. De acordo com o arranjo apresentado na figura 4.

Figura 4: Sistema de filtração à vácuo.



Fonte: Autores, 2017.

4.3. Análises físico-químicas e microbiológicas da água

Os parâmetros utilizados nas análises foram os mais significativos e associados aos padrões de potabilidade da água, tais como, pH, salinidade, turbidez, sólidos dissolvidos, condutividade elétrica, sabor, odor, cor, oxigênio dissolvido, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

Os valores adotados para o tratamento dos dados foram a média de três análises, isto é, cada parâmetro foi submetido a três análises e o valor adotado para o estudo foi a média entre eles.

4.3.1. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas após a filtração do material em laboratório.

4.3.1.1. pH

As análises de pH foram realizadas com pHmêtro digital de bancada acoplado a um eletrodo, modelo JK-PHM-005 da marca JKI®, conforme a figura 5, trata-se de um aparelho de fácil manuseio e rápida leitura. Para a leitura foram utilizados 100 mL de cada uma das amostras de água das espécies.

Figura 5: PHmêtro digital de bancada.



Fonte: Autores, 2017.

4.3.1.2. Condutividade

Para a determinação da condutividade utilizando-se 100 mL de cada uma das amostras de água das espécies. A análise foi realizada com condutivímetro digital portátil (modelo CD-860 da marca Instrutherm), verifica-se na figura 6.

Figura 6: Condutivímetro digital portátil.

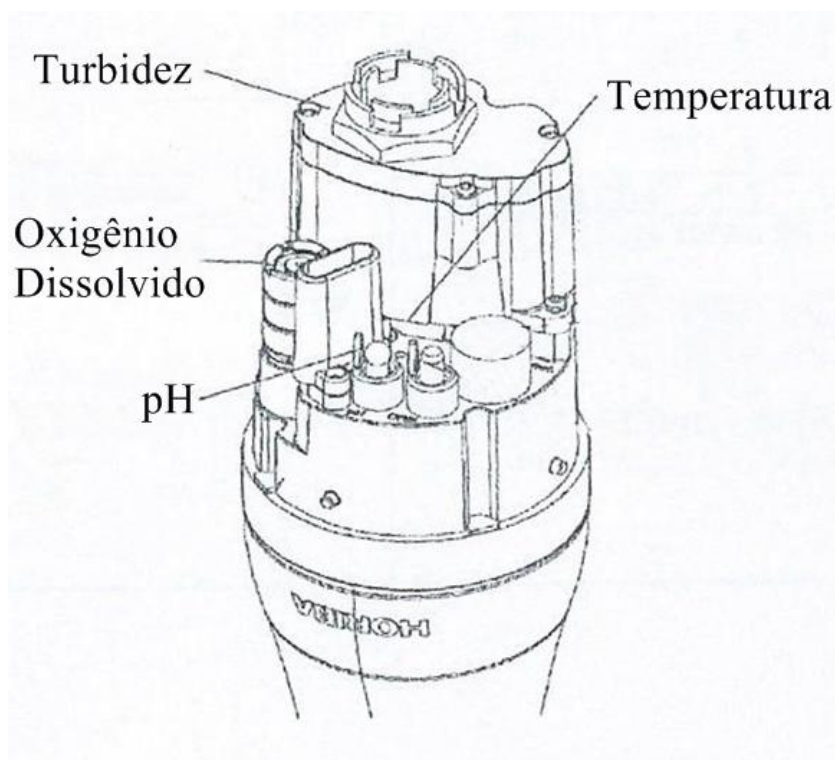


Fonte: Autores, 2017.

4.3.1.3. Salinidade, turbidez, sólidos dissolvidos e oxigênio dissolvido

As análises de salinidade, turbidez, sólidos dissolvidos e oxigênio dissolvido foram realizadas utilizando 1L da amostra, com o medidor Multiparâmetro Horiba (modelo U – 5000), conforme a figura 7. Esse aparelho possui sensores distribuídos, que quando submerso no líquido permite a leitura de vários parâmetros, tais como, temperatura, pH, potencial de redução da oxidação, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e salinidade.

Figura 7: Multiparâmetro Horiba.



Fonte: Manual Horiba, 2017.

4.3.2. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram enviadas ao Centro de Análises Clínicas e Imunológicas de Mossoró – CACIM, por não ser possível a realização no laboratório da UFERSA campus Pau dos Ferros.

4.3.2.1. Coliformes totais e coliformes termotolerantes

De acordo com o CACIM, as análises de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas utilizando substratos cromogênio definidos (ONPG-MUG) – Colilert de acordo com o Standart Methods.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

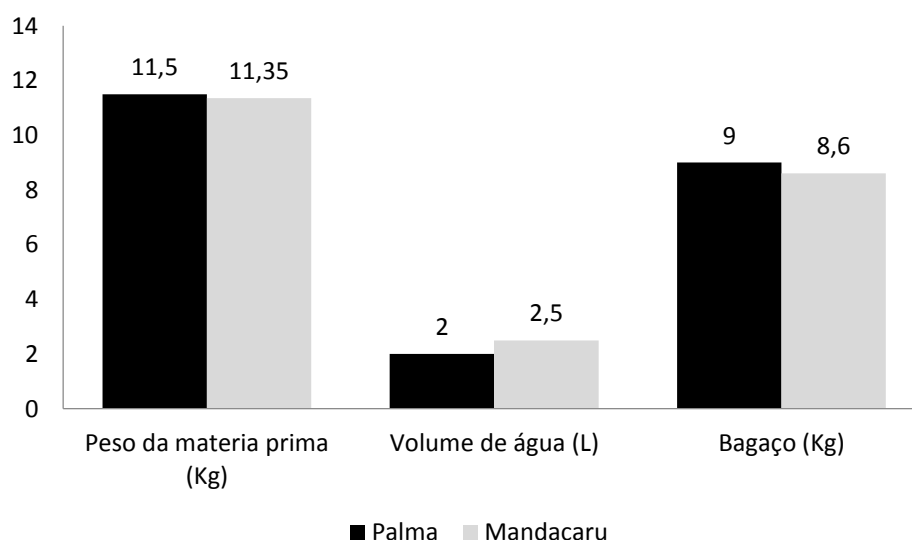
Os resultados obtidos das amostras de água das espécies de cactáceas foram compilados a partir da média das análises físico-químicas e microbiológicas para a avaliação da qualidade da água no que diz respeito ao consumo humano e animal, bem como foi verificado suas semelhanças e implicações no aspecto da qualidade. Os valores obtidos poderão ser verificados em gráficos e tabelas a seguir.

5.1. Extração da água

Os resultados obtidos na fase da extração são apresentados no gráfico 1, que ressalta a semelhança quanto ao armazenamento de água entre as espécies de cactáceas ao comparar os valores entre as categorias peso da matéria-prima, volume de água obtida na extração e o bagaço, visto que o peso da matéria-prima para a extração do líquido foi de 11,5 kg para a palma e 11,35 kg para o mandacaru, bem como o volume de água extraído que correspondeu 2 L para a palma e 2,5 L para o mandacaru, o peso do bagaço representou 9 kg para a palma e 8,6 kg para o mandacaru. Esse comportamento pode ser explicado pela proximidade das características morfofisiológicas das duas espécies e adaptabilidade destas quanto a capacidade de armazenamento de água.

O mandacaru apresentou maior quantidade de água e menor quantidade de bagaço quando comparado com a palma, esse fato pode ser explicado pela dificuldade no processo extração da água, provavelmente muito líquido ficou retido no bagaço da palma.

Gráfico 1: Semelhança entre as espécies quanto ao armazenamento de água.

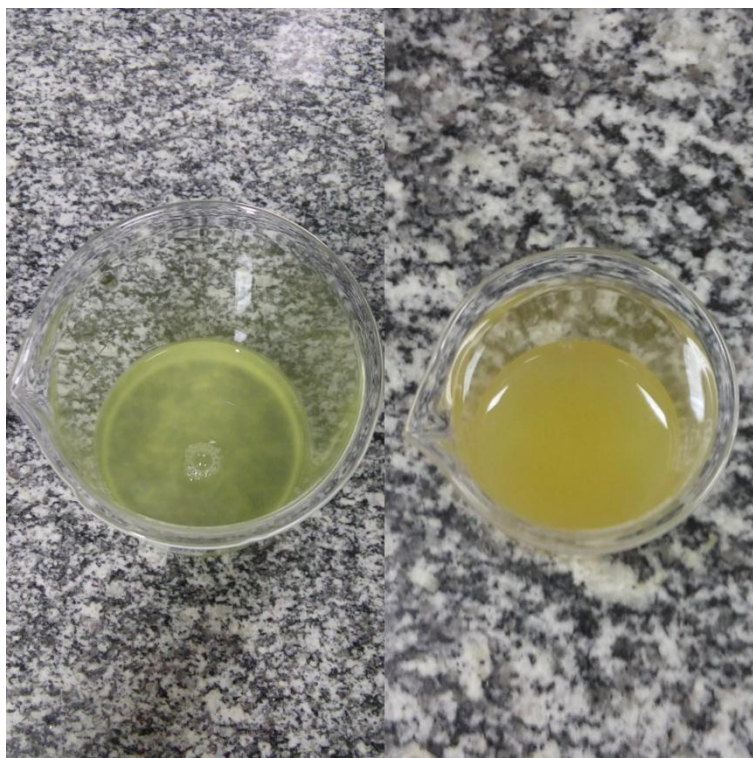


Após a extração da água das cactáceas, o subproduto foi gerado, popularmente conhecido como bagaço. Esse poderá ser utilizado na alimentação de ruminantes, como uma alternativa econômica que também reduz impactos ambientais (MENEGETTI; DOMINGUES, 2008). Outra prática que poderá ser aplicada é o uso como adubo orgânico. Esse pode ser obtido por um processo simples e barato de compostagem, processo natural de decomposição orgânica. Com uso adequado das técnicas, resulta em vários benefícios para o solo (CARMO; SAMPAIO, 2009).

5.2. Análises físico-químicas e microbiológicas

As amostras de água extraídas das duas espécies apresentaram coloração verde amarelada, e aspecto viscoso quando comparadas a água no seu aspecto natural e não apresentaram odor desagradável. Observou-se que tanto a água da palma quanto do mandacaru apresentaram cor verde amarelada, no entanto, a da palma em tons mais claros e a do mandacaru em tons mais escuros. Isso pode ser verificado nas figura 8. A coloração e o aspecto viscoso apresentados nas amostras estão associados ao material orgânico uma vez que as mesmas foram extraídas dos tecidos vegetais. A água das duas espécies não apresentaram sabor.

Figura 8: Amostra da água da palma e do mandacaru, respectivamente.



Fonte: Autores, 2017.

Portanto, no aspecto sabor as amostras de água das espécies estudadas estão em conformidade com os padrões de referência, entretanto, nos aspectos cor e odor, estas amostras não estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde para padrões de potabilidade para consumo humano. Visto que de acordo com o padrão estabelecido a água deve ser isenta de cor, sabor e odor.

Os resultados obtidos por meio das análises físico-químicas da água das duas espécies estão dispostos na tabela 2.

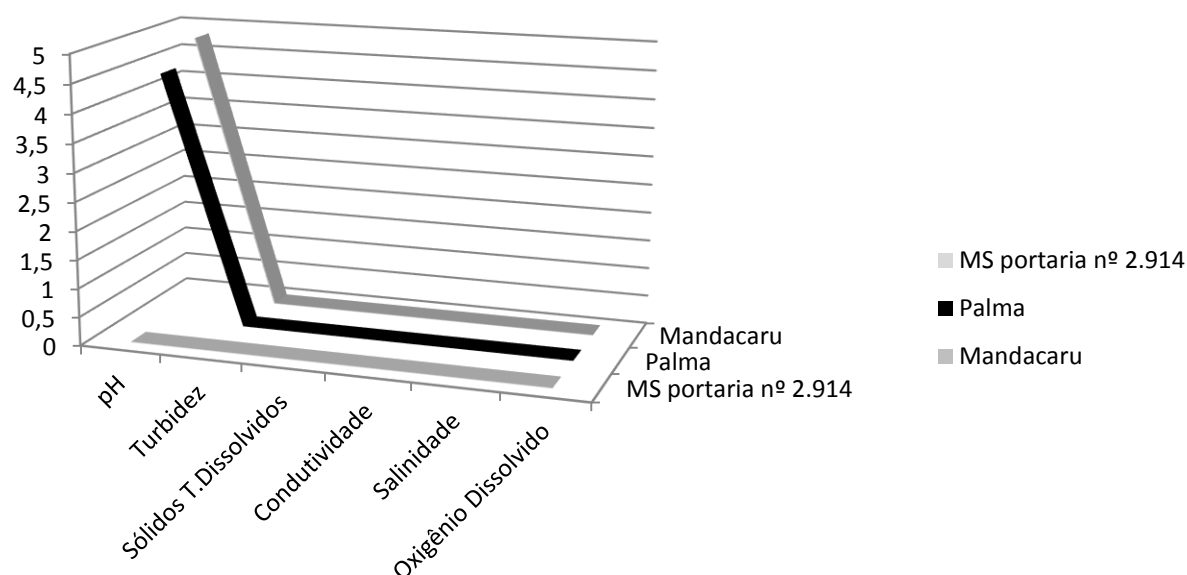
Tabela 2: Análises físico-químicas da água da palma e do mandacaru.

Espécies cactáceas	pH	Turbidez	Sólidos Dissolvidos	Condutividade Elétrica	Salinidade	Oxigênio Dissolvido
Palma	4,4	287 UT	3.960 mg/L	9.430 $\mu\text{S/cm}$	$3,6 \times 10^{-9} \text{‰}$	9,15 mg/L
Mandacaru	4,8	225 UT	4.590 mg/L	7.200 $\mu\text{S/cm}$	$4,0 \times 10^{-9} \text{‰}$	4,61 mg/L
Valor de Referência	6,0 a 9,5	5 UT	1.000 mg/L	10 a 100 $\mu\text{S/cm}$	$\leq 0,5 \text{‰}$	$\geq 6 \text{ mg/L}$

Fonte: Autores, 2017.

De acordo com os dados dispostos na tabela 2 foi possível verificar que os valores de pH das duas espécies foram inferiores ao que é permitido por padrões de potabilidade, indicando um teor ácido. Com relação a turbidez, sólidos dissolvidos e condutividade elétrica foi possível atestar que as amostras estavam com valores acima do permitido. Os valores de salinidade das amostras de água das espécies em estudo, mostraram um comportamento dentro dos padrões de referência. Com relação a concentração de oxigênio dissolvido apenas o mandacaru mostrou um comportamento fora dos padrões de referência.

Gráfico 2: Análise comparativa dos aspectos físico-químicos.



Os resultados comparativos entre as características físico-químicas da água das duas espécies de cactáceas podem ser observados no gráfico 2. Foi possível observar que as amostras de água de palma e mandacaru apresentaram comportamento similar para os ensaios físico-químicos realizados, entretanto, quando comparados com os valores de referência estabelecidos pela portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, observou-se um comportamento dissimilar com valores que flutuam entre menores ou maiores que os limites estabelecidos.

Os resultados obtidos por meio das análises microbiológicas da água das duas espécies estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3: Análises microbiológicas da água da palma e do mandacaru.

Espécies cactáceas	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
Palma	5,1 NMP/100mL	Ausência em 100mL
Mandacaru	23 NMP/100mL	23 NMP/100mL
Valor de Referência	Ausência em 100mL	Ausência em 100mL

Fonte: Autores, 2017.

De acordo com os dados dispostos na tabela 3 foi possível verificar que a amostra da água da palma apresentou ausência em 100 mL para coliformes termotolerantes, este

resultado está dentro do valor permitido. Nas demais análises, as duas amostras apresentaram contaminação. Portanto, as amostras de água das duas espécies de cactáceas não atenderam aos limites estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, pois a mesma estabelece que a simples presença de bactérias desse grupo em água, a torna imprópria para consumo humano. Essas bactérias são encontradas normalmente no intestino de homens e animais e a presença delas na água leva a crer que a mesma teve contato com matéria orgânica em decomposição. Para as amostras analisadas, isso pode ser elucidado uma vez que a coleta e extração das amostras foi realizada no sítio Lagoa Nova, área de manejo de bovinos.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar que a água das duas espécies analisadas não estavam dentro dos padrões de referência para a potabilidade, entretanto, esta água que é rica em nutrientes e pode ser utilizada na fertirrigação, que de acordo com Borges et al. (2006), consiste na fertilização de plantas. A técnica combina água e nutrientes, tornando-a enriquecida, formando um meio propício à nutrição, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

6. CONCLUSÕES

Nesse estudo foi possível atestar que a água extraída das duas espécies analisadas, a palma e o mandacaru, possuem mecanismos de reserva de água com forte semelhança, uma vez que utilizando quantidades de matéria-prima equivalente obteve-se um volume extraído de água e de subproduto bem próximo.

Considerando os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água das espécies de cactáceas, a Palma e o, Mandacaru mostraram comportamento semelhante mas fora dos limites estabelecidos pela Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde para padrões de potabilidade.. Sendo possível concluir que a água armazenada das duas espécies de cactáceas estudadas é inadequada para o consumo humano.

Apesar da água da palma e do mandacaru não estarem adequadas com os padrões de potabilidade para consumo humano, não há registro de malefícios proveniente da sua utilização, pois de acordo com a cultura nordestina o sertanejo faz uso dessa água, assim ela apresenta grande potencial para consumo animal e fertirrigação, além de durante o processo de extração da água gerar subprodutos que podem ser utilizados como alimentação animal e adubo orgânico.

As características das espécies identificadas nesse estudo podem servir de guia para o direcionamento de estudos futuros da água de outras espécies. Pois temos um longo caminho a percorrer na busca de alternativas para o problema da escassez de água potável, já que a água é um elemento essencial à vida, e sua disponibilidade e qualidade são fatores decisivos para o desenvolvimento e manutenção da vida.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de et al. **Caatinga - biodiversidade e qualidade de vida**. Recife: UFRPE, 2010.

ALMEIDA, Jaqueline Colvara de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) –Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

ALMEIDA, Mércia Melo de et al. Estudo cinético e caracterização da bebida fermentada do *Cereus jamacaru* P. DC. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p.176-183, abr./jun. 2011.

ALVES, Hirisdiane Bezerra; ALVES, Hirisleide Bezerra; PEREIRA, Fábio Rodrigo Araújo. Características Fitoterápicas do *Cereus Jamacaru*: cacto típico da Caatinga. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONIDIS, 2016. p. 1-11.

ALVES, Marta Assunção et al. Fruto de palma [*Opuntia ficus-indica* (L) Miller, Cactaceae]: morfologia, composição química, fisiologia, índices de colheita e fisiologia pós-colheita. **Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, Hermosillo, v. 9, n. 1, p.16-25, 2008.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das células**. São Paulo: Moderna, 2004b. 1 v.

_____. **Biologia das populações**. São Paulo: Moderna, 2004c. 3 v.

_____. **Biologia dos organismos**. São Paulo: Moderna, 2004a. 2 v.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9.896: Poluição das águas: Terminologia**. Rio de Janeiro, 1993.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 4, n. 1, p.75-108, jan./abr. 2008.

BORGES, Ana Lúcia et al. **Fertirrigação da Bananeira**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa, 2006. 8 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 84).

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf. Acesso em: 10 fev. 2017.

_____. **Encarte Especial sobre a Crise Hídrica**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/docs/crisehidrica.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2013. 150 p.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Portaria Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, DF: MS, 2005. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. Acesso em: 09 fev. 2017.

_____. Portaria Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: MS, 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 09 fev. 2017.

_____. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF: MS, 2006. 212 p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 10 mar. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério da Educação (MEC), Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC). **Consumo Sustentável: Manual de educação.** Brasília: Consumers International, MMA, MEC, IDEC, 2005. 160 p.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Qualidade da água e padrões de potabilidade - abastecimento de água:** guia do profissional em treinamento - nível 2. Belo Horizonte: ReCESA, 2007. 80 p.

CAMPOS, Carlos Humberto et al. **Convivência com o semiárido brasileiro:** Autonomia e Protagonismo Social. Brasília: IABS, 2013.

CARMO, Tiago Vinícius Batista do; SAMPAIO, Regynaldo Arruda. Aproveitamento de resíduos alimentares do restaurante universitário na produção de adubo orgânico para uso na arborização do campus. **Revista Brasileira de Agroecologia**, São José, v. 4, n. 2, p.2982-2985, nov. 2009.

CAVALCANTE, Arnóbio. **Cactos do Semiárido do Brasil.** Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2015. 26 p.

CAVALCANTI, Nilton de Brito; RESENDE, Geraldo Milanez de. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.),

facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webw. ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* Britton & Rose). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p.28-35, jan./mar. 2007.

COSTA FILHO, Ubirajara Andrade. **Análise comparativa dos indicadores de impureza e de qualidade da água nos períodos de seca e de cheia: estudo de caso do Ribeirão João Leite e do Rio Meia Ponte em Goiânia - Goiás**. 2006. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2006.

COSTA, Marcus Roberto Góes Ferreira. **Palma forrageira na alimentação animal**. 2007. 11 f. Parte do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

COSTA, Maria de La Luz M.; SANTOS, Magaly T. dos. **Vivendo Ciências**. São Paulo: FTD, 1999.

DAVET, Aline. **Estudo fitoquímico e biológico do cacto - Cereus jamacaru De Candolle, Cactaceae**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FAVERO, Eveline; SARRIERA, Jorge Castellá. Impactos da Seca no Bem-Estar Psicológico de Agricultores Familiares do Sul do Brasil. **Trends In Psychology/ Temas em Psicologia**, Cascavel, v. 22, n. 4, p.809-822, 28 abr. 2014. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v22n4/v22n04a11.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2017.

FERREIRA, L. K. R. et al. Aplicação de Índices de Quantificação de Secas no Brasil: Revisão Exploratória. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 12., 2015, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: CNMA, 2015. p. 1-7.

FUZINATTO, Cristiane Funghetto. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o**

índice de qualidade de água. 2009. 243 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltado para análises de águas e esgotos sanitário e industrial.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. Ciências: **O planeta Terra.** 3. ed. São Paulo: Ática, 2010.

KAVAMURA, Vanessa Nessner. **Bactérias associadas às cactáceas da Caatinga: promoção de crescimento de plantas sob estresse hídrico.** 2012. 244 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 2004. 452 p.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2. ed. Campinas: Átomo, 2008.

MAGALHÃES, Ana Cristina Tinôco Verçosa de. **Estudo de fibras vegetais, mucilagem de cactos e gesso em componentes construtivos.** 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MANUAL HORIBA. **Multi Water Quality Checker U-5000 Series.** Campinas: Alkahest, 2017.

MARTINS, Susana Cristina da Costa. **Avaliação do potencial biológico de Opuntia ficus-indica (Figueira da Índia).** 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2011.

MENEGHETTI, Cristiane de Cássia; DOMINGUES, José Luiz. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, São Paulo, v. 5, n. 2, p.512-536, mar./abr. 2008. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/536_MAR2008.pdf. Acesso em: 03 abr. 2017.

MUNIZ, Ana Carolina Ferreira et al. **Geografia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

OLIVEIRA, E. A.; JUNQUEIRA, S. F.; MASCARENHAS, R. J. Caracterização físico-química e nutricional do fruto da palma (*Opuntia fícus indica* L. Mill) cultivada no sertão do sub-médio São Francisco. **HOLOS**, Rio Grande do Norte, v. 3, n. 27, p.113-119, jun. 2011.

PES, Luciano Zucuni; ARENHARDT, Marlon Hilgert. **Fisiologia Vegetal**. Santa Maria: Colégio Politécnico da UFSM, 2015. 81 p.

PIVELI, Roque Passos. **Curso: "Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos"**: Aula 5: Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor. Disponível em: www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=731. Acesso em: 09 abr. 2017.

SANTOS, Djalma Cordeiro dos et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (opuntia e nopalea) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48 p.

SANTOS, Dyego da Costa et al. Principais Cactáceas de Ocorrência no Semiárido Brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONIDIS, 2016. p.1 – 12.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2009. Disponível em:

<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>.

Acesso em: 03 abr. 2017.

SCHNEIDER, Vania Elisabete et al. **Ampliação da rede de monitoramento qualitativo das bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul**. Caxias do Sul: Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, 2012.

SILVA, Cibele Maria Alves da. **Metabólitos secundários de plantas do semiárido de Pernambuco – uma inovação no controle de fitopatógenos**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA JÚNIOR, Luciano Gomes da. **Ação antrópica no entorno das nascentes e os impactos sobre a saúde humana: o caso do município de Belo Jardim-PE, Brasil**. 2011. 46 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2011.

SILVA, Leirson Rodrigues da; ALVES, Ricardo Elesbão. Caracterização físico-química de frutos de “mandacaru”. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 2, p.199-205, abr./jun. 2009.

SILVA, Maria José Silveira da et al. Palma forrageira: uma alternativa socioeconômica para o semiárido. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 1., 2016, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONAPESC, 2016. p. 1 – 6.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate à seca e a convivência com o Semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. 2006. 298 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SOUZA, Juliana Rosa de *et al.* A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica**

do PRODEMA, Fortaleza, v. 8, n. 1, p.26-45, abr. 2014. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/viewArticle/217>. Acesso em: 10 fev. 2017.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VILLASEÑOR, Myrna Alicia Abraján. **Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible**. 2008. 212 f. Tese (Doutorado)—Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2008.