

**Unidade de Tecnologias
Integradas
para Conservação
de Recursos Hídricos**



**José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
Dermeval Araújo Furtado
Paulo Roberto Megna Francisco**

***Unidade de Tecnologias
Integradas
para Conservação de
Recursos Hídricos***

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFCG

U58 Unidade de tecnologias integradas para conservação de recursos hídricos /
José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, Dermeval Araújo Furtado,
Paulo Roberto Megna Francisco (organizadores). — Campina
Grande: Egraf, 2015.

129 p.: il. color.

ISBN: 978-85-60307-12-8

1. Recursos Hídricos. 2. Uso da Terra. 3. Tratamento de Água. 4.
Produção Agrícola. I. Baracuh, José Geraldo de Vasconcelos. II.
Furtado, Dermeval Araújo. III. Francisco, Paulo Roberto Megna.
IV. Título.

CDU 81'33

Organizadores

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
Dermeval Araújo Furtado
Paulo Roberto Megna Francisco

***Unidade de Tecnologias
Integradas
para Conservação de
Recursos Hídricos***

1.a Edição
Campina Grande-PB
Epgraf
Janeiro de 2015

Realização



Apoio



Livro confeccionado com recursos oriundos do CNPq referente ao Edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - Nº 27/2008

Revisão, Editoração e Arte da Capa:
Paulo Roberto Megna Francisco

Créditos da imagem da capa: Silvana Fernandes Neto

1.a Edição

1ª. Impressão (2015): 1.000 exemplares

Epgraf
Av. Assis Chateaubriand, 2840
Distrito Industrial - Campina Grande – PB

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	12
<i>ESTUDO FISIAGRÁFICO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA RIACHO FUNDO, PARAÍBA, BRASIL.....</i>	12
CAPÍTULO II.....	22
<i>CONFLITO DE USO DA TERRA EM UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....</i>	22
CAPÍTULO III.....	34
<i>CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA RIACHO FUNDO/PB.....</i>	34
CAPÍTULO IV.....	43
<i>TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA EM TANQUES EVAPORÍMETROS PARA REUSO NA AGRICULTURA</i>	43
CAPÍTULO V.....	52
<i>TRATAMENTO DE ÁGUA DE LAVANDERIA PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO SEMIÁRIDO</i>	52
CAPÍTULO VI.....	58
<i>UNIDADES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA CONTROLADA NO SEMIÁRIDO PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA</i>	58
CAPÍTULO VII.....	68
<i>CULTIVO DE MARACUJÁ COM ÁGUA CINZA TRATADA PELAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA CONTROLADA.....</i>	68
CAPÍTULO VIII.....	75
<i>FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA <i>a</i> DE CULTURAS CULTIVADAS EM TANQUES EVAPORÍMETROS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....</i>	75
CAPÍTULO IX.....	82

<i>UMA SUB-ROTINA PARA SIMULAR REÚSO DE ÁGUA NA CALCULADORA ESTENDIDA DA PEGADA HÍDRICA.....</i>	<i>82</i>
<i>CAPÍTULO X.....</i>	<i>90</i>
<i>PEGADA HÍDRICA CONSUNTIVA NA MICROBACIA RIACHO FUNDO- MUNICÍPIO DE CABACEIRAS-PB</i>	<i>90</i>
<i>CAPÍTULO XI.....</i>	<i>103</i>
<i>ECO RESIDÊNCIA RURAL.....</i>	<i>103</i>
<i>CAPÍTULO XII.....</i>	<i>108</i>
<i>LIVROS DIDÁTICOS E A TEMÁTICA AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA ESCOLA CLÓVIS PEDROSA CABACEIRAS/PB.....</i>	<i>108</i>
<i>CAPÍTULO XIII</i>	<i>126</i>
<i>CARTILHA E MÍDIA DA UNIDADE DE TECNOLOGIAS INTEGRADAS PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS</i>	<i>126</i>
<i>Curriculum dos Autores e Organizadores.....</i>	<i>127</i>

APRESENTAÇÃO

A Engenharia e a área tecnológica do país, como um todo, sempre estiveram atentas às demandas de nossa população. Um dos mais vertiginosos enfrentamentos da atualidade está relacionado à conservação de recursos hídricos, tema caro aos pesquisadores e aos profissionais ligados ao Sistema Confea/Crea. Hoje mais difundido em torno das agruras enfrentadas pelo estado mais rico do país, o tema ainda afeta diretamente a vida de milhões de habitantes da região Nordeste, de onde provém esta obra abrangente, que descortina, em linguagem técnica, porém acessível, aspectos científicos valiosos para a redução desta problemática em nosso país.

Para 2015, o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) já tem aprovada a realização de um seminário, em que receberá alguns dos pesquisadores presentes neste livro “*Unidade de Tecnologias Integradas para Conservação dos Recursos Hídricos*”, entre outros importantes nomes do cenário tecnológico nacional. Dessa maneira, buscamos contribuir ainda mais com este debate essencial para a garantia de direitos elementares da população brasileira e para o avanço da discussão em torno da sustentabilidade.

Fruto de um projeto financiado pelo CNPq, a obra busca implantar e disseminar técnicas multidisciplinares, sustentáveis, de baixo custo e com ênfase no uso e conservação de solo, aproveitamento da água e da preservação ambiental na microbacia hidrográfica do Ribeira, município de Cabaceiras-PB, contribuindo para desenvolver um conjunto de técnicas de convivência de uma pequena unidade rural, viabilizando a produção nas condições do semiárido.

Um de seus organizadores e seu idealizador, o professor José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, representa as instituições de ensino do grupo Agronomia, no plenário do Confea. Portanto, tenho a honra de conviver de perto com a experiência científica e acadêmica do professor da Universidade Federal de Campina Grande. Sua colaboração com o Sistema tem sido extensa, notadamente diante da Comissão de Educação e Atribuição Profissional do Conselho e na criação e organização do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (Contecc), cuja primeira edição, no mês de agosto de 2014, foi um dos principais méritos da Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia (Soea), em Teresina-PI.

Este conjunto de artigos científicos, que reúne pesquisadores, em grande parte nordestinos e não apenas ligados à área tecnológica, originou-se do desejo do professor e conselheiro federal de implantar e testar essas tecnologias, trazendo a público os resultados destas pesquisas e promovendo a integração da academia com o agricultor, o pecuarista e os demais usuários

destas informações testadas e comprovadas. Captação, conservação e utilização da água e conservação dos recursos naturais estão entre os temas estudados. E com base nas análises desses pesquisadores e alunos sobre o desenvolvimento da região semiárida brasileira, Baracuhy agregou sua experiência acadêmica aos demais autores Dermeval Araújo Furtado, Paulo Roberto Megna Francisco e Aline Costa Ferreira e outros pesquisadores para compor, em 13 capítulos, um documento científico orientado para o presente e para o futuro de nosso país.

Este livro tem o objetivo de ser divulgado livremente por meio da internet a todos que tiverem interesse. Ao aceitar este honroso convite para apresentá-lo, desejamos sua ampla leitura e difusão, na expectativa de que seus conhecimentos contribuam com as novas pesquisas de tecnologias voltadas à conservação dos recursos hídricos.

Eng. Civ. José Tadeu da Silva
Presidente do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea)

INTRODUÇÃO

O nordeste brasileiro é uma região Semiárida, com 24,6 milhões de habitantes, sendo o semiárido mais populoso do mundo. Foi uma das primeiras regiões de colonização, cuja função foi de fornecer a alimentação e animais de tração para a região litoral que em outrora explorava a cana-de-açúcar. Teve, portanto, suas riquezas naturais extraídas durante aproximadamente os últimos cinco séculos.

As metodologias usadas pelos colonizadores eram principalmente de uma agricultura temperada e, durante todos esses anos, poucas tecnologias foram desenvolvidas para as condições semiáridas, acarretando em um empobrecimento do meio ambiente e, em alguns casos, na exaustão completa do solo e de visível processo final de desertificação.

A falta de condições de convivência como um fenômeno natural denominado “seca” levou milhões de nordestinos a migrarem para as grandes cidades.

Durante algumas décadas, os principais programas de governo sempre tiveram a característica de combate à seca, como o que criou o principal órgão governamental para definir e executar as políticas para o setor, que foi o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS). Decerto um fenômeno natural não pode ser vencido com obras de engenharia. Esse paradigma também orientou pesquisas e conteúdos acadêmicos, fazendo uma geração de profissionais longe da realidade e da possibilidade de instrumentar um desenvolvimento sustentável.

Há apenas algumas décadas foram iniciadas, na contramão dessa linha, pesquisas voltadas para a convivência com a seca. Algumas universidades do nordeste, com a contribuição da EMBRAPA-CPTSA, começaram a disponibilizar resultados do seu trabalho para uma pequena agricultura do semiárido, como no caso particular a Universidade Federal de Campina Grande. Essa universidade através de uma equipe multidisciplinar e com financiamento de órgãos de fomento, como CNPQ, BNB e FUNASA, passaram a pesquisar práticas de convivência com a seca, seja em campo, laboratório ou na orientação de dissertações e teses.

O domínio destas tecnologias, já testadas em vários locais do Estado, é o que se pretende reunir e aplicar em uma única bacia hidrográfica, com as características de semiárido e habitada por pequenos agricultores.

Portanto este livro destaca as principais ações do pequeno agricultor da região semiárida para conviver com um clima, onde o déficit hídrico é uma regra, de forma que reunida em uma pequena bacia hidrográfica, um conjunto de metodologias que amenizam a adversidade climática e viabilizam uma atividade agrícola sustentável.

A ênfase destes capítulos referem-se principalmente a captação, conservação e racionalização dos recursos hídricos, tendo como principais objetivos a aplicação de tecnologias de baixo custo, acessível a um agricultor de uma pequena unidade rural no semiárido e por ele aplicado, e utilizado, promovendo a sua recuperação e adequação em termos hídricos.

O livro aponta ainda o caminho para a “seca” na gestão de recursos hídricos que assola o país e mostra a boa prática da engenharia que é o estudo para a materialização de uma ideia, de um sonho em realidade consistindo na arte de desenvolver cenários, formulando soluções para satisfazer necessidades humanas respeitando o planeta.

A publicação será uma fonte de consulta para alunos da área tecnológica e profissionais que desejem aprimorar a visão sobre as águas do estado brasileiro.

Eng. Civil Marcelo Gonçalves Nunes de Oliveira Morais
Coordenador da CAIS (Confea)

ESTUDO FISIAGRÁFICO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA RIACHO FUNDO, PARAÍBA, BRASIL

*Silvana Fernandes Neto
José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
Pedro Dantas Fernandes
Vera Lucia Antunes de Lima*

Introdução

O conhecimento das características do meio físico e suas interações, perante as múltiplas intervenções do homem sobre o ambiente, possibilitam uma compreensão e interpretação das correlações existentes, bem como viabilizam estudos e estratégias ou planejamentos, que direcionam a um convívio harmônico. Deste modo, os possíveis problemas existentes e adversidades podem ser amenizados, promovendo assim, a sustentabilidade.

Nesse sentido, uma unidade de pesquisa, gestão e planejamento, que integra e incorpora elementos tanto naturais como sociais é a bacia hidrográfica. Suas características físicas constituem elementos que permitem a avaliação e compreensão de seu comportamento hidrológico. Ao se estabelecer relações entre os elementos físicos, indiretamente podem-se determinar novos dados, que levem a tal concepção. Christofolletti (1999) enfatiza que as análises de aspectos relacionados à drenagem, relevo e geologia podem levar à compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local.

Dentro deste contexto, o presente estudo objetiva uma caracterização fisiográfica da microbacia hidrográfica Riacho Fundo, localizada no município de Cabaceiras/PB, a fim de compreender os processos físicos existentes e suas interações, através da perspectiva quantitativa, visando o planejamento ambiental, gestão e conservação dos recursos naturais. A avaliação das propriedades físicas de uma microbacia pode definir a natureza de um sistema de drenagem e com isso esclarecer questões acerca da morfogênese e morfodinâmica da paisagem.

Materiais e Métodos

Área de estudo

A microbacia hidrográfica do Riacho Fundo, localiza-se na porção central do estado da Paraíba, ao norte do município de Cabaceiras, na posição

de 7°25'36" lat. Sul e 36°20'18" long. Oeste, no cariri paraibano, mesorregião da Borborema. Distancia-se aproximadamente 66 km da cidade de Campina Grande e 199 km da capital João Pessoa.

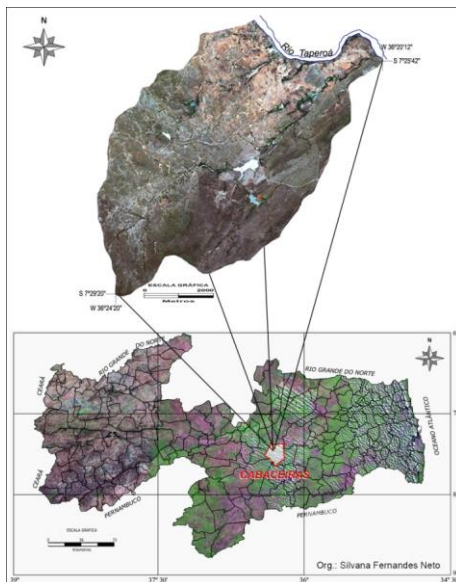


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

Cabaceiras, por situar no semiárido do nordeste brasileiro, sofre com questões climatológicas e é considerado o município onde ocorre menor índice pluviométrico médio anual do país, mas com belezas naturais exuberantes.

O clima predominante na região, de acordo com CPRM (2005), é do tipo tropical chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro. O regime pluviométrico é marcado pela irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço, com uma precipitação média anual de 323.8 mm (Fernandes Neto, 2013) e uma taxa de evapotranspiração potencial (ETP) anual em 1302 mm (Leite et al., 2011). A região é marcada por uma vegetação composta pela presença de caatinga hiperxerófila, de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo.

Por se tratar de uma área com relevo suave a ondulado, a pedologia predominante é composta de associações de solos Litólicos Eutróficos, Vertissolos e minerais ou Bruno Não cálcico, ou seja, solos pouco profundos, com textura argilosa ou arenosa, média cascalhenta, com substrato de gnaiss

e granito e afloramentos rochosos, principalmente em forma de lajedos. Nas partes baixas dos terrenos, próximas a rios e riachos, também ocorrem os Planossolos, com textura média/argilosa, imperfeitamente drenados, moderadamente ácidos e com problemas de sais.

A microbacia do Riacho Fundo abrange uma área de 3757.89ha, sendo afluente da sub-bacia do rio Taperoá, que desemboca no Açude Público Epitácio Pessoa (Boqueirão), sendo este um dos principais reservatórios do Estado, tendo suas águas, destinadas principalmente, para o abastecimento humano.

Materiais Utilizados

O material utilizado, constou de um conjunto de dados cartográficos obtidos a partir da carta topográfica SB.24-Z-D-III (Boqueirão), de escala 1:100.000, elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do Exército, e do Modelo Digital de Elevação (MDE) da imagem Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponível no site <http://srtm.csi.cgiar.org/selection/listImages.asp>, que serviram de base para a elaboração do estudo da rede de drenagem e relevo. Também, o mapa geológico da CPRM – Programa Geologia do Brasil, Folha SB.24-Z-D-III, Boqueirão de escala 1:1.000.000 do ano de 2012. Ainda, foi utilizado a imagem do satélite QuickBird, desenvolvido pela DigitalGlobe, com resolução espacial de 0,61 metros, datada de set./2009, que auxiliou no estudo da rede de drenagem, bem como na interpretação do uso atual do solo. Esta imagem foi adquirida via projeto Edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - Nº 27/2008-2.

Para a realização dos mapeamentos e interpolação dos dados geográficos, provindos da carta topográfica, imagem de satélite, radar e de campo, via Sistema de Posicionamento Global (GPS), buscou-se auxílio da tecnologia de Geographic Information System (GIS) IDRISI for Windows, desenvolvido pela Faculdade de Geografia da Clark University (Eastmann, 1999) e do Autodesk Map 2004.

Ainda, em todo o processo de desenvolvimento do estudo, foram realizadas diversas visitas em campo, para coleta e convalidação de dados e informações.

Procedimentos Metodológicos

Para a descrição fisiográfica da microbacia foi embasada em estudos desenvolvidos por autores como Horton (1945), Strahler (1952), Christofolletti (1974) e Villela e Mattos (1975), Beltrame (1994), Rocha

(1997) e Baracuhy (2001). Assim, para o desenvolvimento do estudo, foram realizados levantamentos bibliográficos e seguido um roteiro metodológico, concomitante a cada fase de elaboração do mesmo.

A delimitação da microbacia foi determinada a partir do processo de vetorização com o uso do menu Digitize do SIG Idrisi, sob análise do comportamento das curvas de nível e das linhas divisoras de águas, ligando pontos mais altos do relevo. Criou-se um plano de informação (PI) para o vetor limite da área e posteriormente calculou-se a área e o perímetro da mesma, utilizando-se do menu Gis Analysis –Database Query – Área e Perím.

O diagnóstico da rede de drenagem foi obtido a partir da análise da carta topográfica em conjunto a interpretação da imagem de satélite Quickbird. Cabe destacar, que a época do ano (data da imagem) na região, é considerada período de seca, onde muitos cursos d'água, açudes e barreiros, não apresentam água. Primeiramente foi realizado um mapeamento geral de toda a rede de drenagem existente, utilizando-se menu Digitize, sendo armazenados, os dados vetoriais, em PIs diferenciados para posterior processamento. Em seguida foram definidos parâmetro: hierarquia fluvial, padrão de drenagem, coeficiente de compacidade, fator forma, comprimento dos canais e densidade de drenagem.

O estudo geológico-geomorfológico predominante na área teve como base o mapa geológico da CPRM (2012) em conjunto, trabalho de campo. O mesmo apresenta os diferentes tipos de rochas e estruturas que compõem o substrato rochoso do meio físico, em conjunto as formas de relevo encontradas.

Quando aos usos das terras da microbacia, foi obtido a partir da interpretação da imagem do satélite QuickBird, georreferenciada com o uso do SIG IDRISI. Para a correção geométrica da imagem no momento do georreferenciamento da mesma, foram utilizados pontos de controle com coordenadas do sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84, adquiridas em campo com equipamento de GPS.

A classificação dos usos foi realizada a partir da interpretação visual dos alvos sobre imagem de satélite em tela do computador. Para tanto, foram definidas as classes dos diferentes usos e coberturas, observando-se aspectos como textura, forma, cor e brilho (Pinheiro e Kux, 2005). Através do o módulo Digitize, foram extraídos os dados de usos em PIs diferenciados, sendo posteriormente rasterizados no módulo Raster e quantificadas suas áreas, a partir do menu Gis Analysis –Database Query – Área.

Em campo, com o auxílio da imagem de satélite impressa, do aparelho de GPS e câmera fotográfica foram convalidados os dados e alvos espectrais

de usos, registrados pontos de conferências, obtidos registros fotográficos, entre outras observações.

Resultados e Discussão

Caracterização Hidrográfica

A microbacia hidrográfica onde foi desenvolvido o estudo, pertence à sub-bacia do Rio Taperoá, que, por sua vez, compõe a malha hídrica da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, uma das mais importantes do Estado da Paraíba. É constituída por um conjunto de 4 microbacias sequentes, denominadas a partir da jusante a montante do Taperoá em: microbacia hidrográfica Riacho Fundo; Ribeira; Varjota e Curtume (Figura 2).

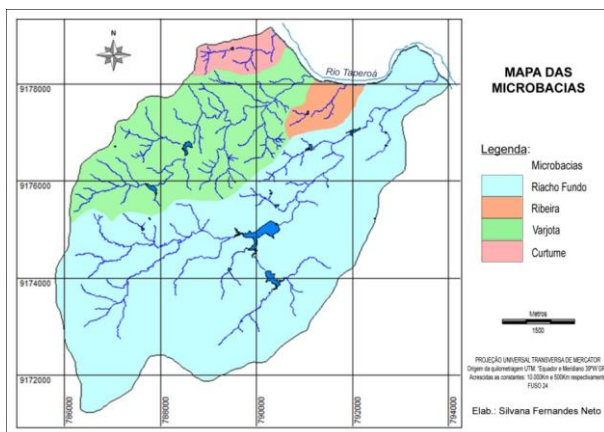


Figura 2. Disposição da rede de drenagem que compõem a microbacia hidrográfica Riacho Fundo.

Em conjunto, as quatro áreas que compõem a denominada microbacia hidrográfica Riacho Fundo, drenam uma superfície total de 3.757,89 ha ou 37,58 km², com um perímetro de 27,83 km de extensão.

A direção predominante das drenagens principais da microbacia estendem-se no sentido SW-NE. Essa direção pode estar relacionada ao forte controle estrutural, que provavelmente está associado às fraturas desenvolvidas por reativações tectônicas que controlam o próprio desenvolvimento da mesma.

Com relação ao padrão de drenagem predominante, ou seja, a disposição espacial ou geométrica das drenagens (Cunha, 1995), a microbacia

apresenta o tipo dendrítico-retangular. Este por sua vez, corresponde ao conjunto de canais superficiais e vias de escoamento interno, que podem estar submetidos ao controle estrutural e ao tipo de rocha de origem, que oferecem resistência relativamente uniforme a erosão.

Conforme hierarquia de drenagem de Strahler, a microbacia apresenta um grau de ramificação de 4ª ordem, levando-se em conta os cursos d'água principais e incluindo os córregos intermitentes, marcados pela esculturação do relevo. Considera-se que, quanto mais ramificada a rede, mais eficiente à drenagem (Vilela e Matos, 1975).

Dos 183 canais fluviais da microbacia, 89% são efêmeros, ou seja, 163 canais, com dominância de primeira e segunda ordem, apresentando um comprimento médio de 392.3 metros. O restante, sendo de apenas 11% são intermitentes, dispostos no baixo curso, que em geral, escoam durante as estações de chuvas, transportando todo tipo de deflúvio.

A determinação da densidade de drenagem (Dd) fornece uma avaliação do potencial da microbacia hidrográfica, em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, conseqüentemente, conduz a uma ação maior ou menor dos processos erosivos atuantes refletindo na degradação ambiental.

A partir dessa perspectiva, identificou-se na microbacia um comprimento total dos cursos d'água de 81651.76 metros distribuídos em uma área de 3757.89 ha, representando uma densidade de drenagem de 21,7m/ha. Esse valor refere-se a um alto volume de escoamento superficial, sobre um terreno de baixa permeabilidade. Christofolletti (1974) ressalta que em terrenos onde há dificuldades para a infiltração das águas, há melhores possibilidades para a esculturação de canais e, portanto, a densidade de drenagem tende a ser mais elevada, como é o caso da microbacia Riacho Fundo.

Pode-se dizer que a densidade de drenagem sofre influencia direta do comportamento hidrológico das rochas, pois onde a capacidade de infiltração é relativamente menor, ocorre um maior escoamento superficial, conseqüentemente maior densidade. Isso gera, ainda, possibilidade de esculturação dos canais, bem como a atuação de processos erosivos.

Analisando o coeficiente de compacidade (Kc) da microbacia, se obteve o valor equivalente a 1.27, em conjunto ao índice de forma (Ic), de 0.61. Trata-se de uma área que apresenta características pouco propícias a enchentes, pois com seu formato alongado, ocorre menor tempo de concentração da água, sob o canal principal, no período chuvoso. Ainda, aliado a uma densidade de drenagem (Dd) de 21.7 m/ha, evidencia uma área medianamente drenada, conforme classificação de Beltrame (1994). O

escoamento na microbacia, por estar associado a terrenos pouco permeáveis reflete na maior ação erosiva da água.

O formato da bacia influencia o tempo de concentração, ou seja, o tempo que a água leva dos limites da bacia para chegar à saída, seu exutório (Vilela e Matos, 1975). Nesse caso, pode-se dizer que a tendência a enchentes é menor, ao contrário se a microbacia apresentasse uma forma mais circular.

Caracterização Geológica-Geomorfológica

A região onde se encontra a microbacia em estudo está sobre a faixa de Domínio da Zona Transversal, composta por rochas do embasamento cristalino, sendo ígneas plutônicas e metamórficas. Essas rochas caracterizam-se por sua impermeabilidade, que marcam terrenos, facilitando o escoamento superficial, podendo originar cheias de crescimento repentino. As rochas que compõem a microbacia são muito antigas, 88,2% de toda a área, são do Paleoproterozóico (PP) (idade entre 2300 a 2050 Ma), da unidade litoestratigráfica Complexo Floresta, composto basicamente por ortognaisses TTGs (Brito Neves et. al., 2001), caracterizando a presença de um relevo plano a suave-ondulado.

O restante, 11,8% da área, dominando as partes mais elevadas, as rochas são do Neoproterozóico (NP) (idade entre 635 a 542 Ma), da unidade litoestratigráfica Suíte Intrusiva Triunfo, com litologias compostas por clinopiroxênio - quartzo - alcalifeldspato sienitos (Lages e Marinho, 2012), marcando a presença de um relevo ondulado, compondo um morrote, o qual determina o ponto mais alto da microbacia que atinge uma altitude 661 metros.

A microbacia é marcada pela presença de uma linha de falha, com direção NE-SW, a qual caracteriza a própria Província da Borborema, denominada de Zona de Cisalhamento Transcorrente, ou Z.C. Cabaceiras (Lages e Marinho, 2012). Nessas falhas, ocorrem corpos de diopsídios mármores associados à biotita-ortognaisses com intercalações de metamáficas, granada paragnaisses e metapiroxenitos (Marinho et. al., 2008).

O Riacho Fundo, devido ao forte controle estrutural que abate a microbacia, encontra-se encaixado nessa zona de cisalhamento. Essas falhas são de extrema importância para a região, pois contribuem para o abastecimento do lençol freático. Salientam Singhal e Gupta (1999) que em rochas cristalinas, o principal meio de ocorrência de águas subterrâneas é dado por intermédio do manto de intemperismo e descontinuidades, ou seja, juntas, falhas e planos de foliação.

Observa-se que nas proximidades dessa linha de falha na microbacia, possui dois poços públicos com reservatórios, que servem de fonte de

abastecimento de água para a população local. Esses poços estão altamente vulneráveis a contaminação, devido ao número de residências, bem como de pequenos curtumes e fabriquetas de couros existentes nas proximidades.

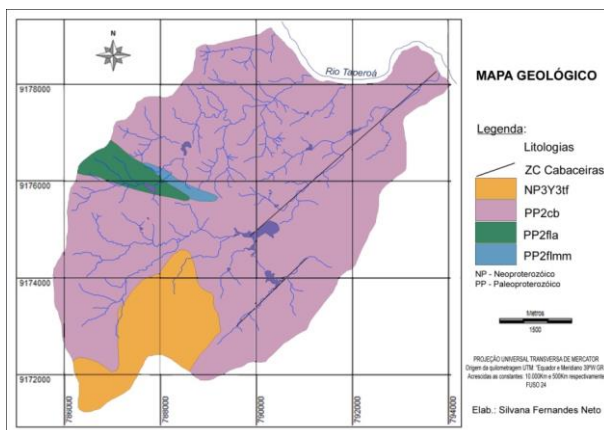


Figura 3. Mapa Geológico da microbacia Riacho Fundo.

O processo de saneamento nessas construções é praticamente inexistente, os esgotos e resíduos tanto domésticos como os demais provindos do processamento do couro das pequenas oficinas são lançados a céu aberto ou queimados. No período das chuvas, pelo processo de lixiviação, os dejetos acabam atingindo as partes mais baixas do terreno, as áreas de acumulação, e com isso, podendo ocasionar a contaminação desse pequeno aquífero, tão importante para a região.

Considerações Finais

A análise e interpretação dos dados fisiográficos da microbacia hidrográfica Riacho Fundo permitiram concluir que a mesma possui fatores como forma alongada, que evidenciam menor risco de cheias, em condições normais de precipitação anual.

Mas os parâmetros de drenagem, como a densidade de 21.7m/ha, retrataram o alto volume de escoamento superficial sobre um terreno de baixa permeabilidade, ocasionando maior esculturação dos canais devido à ação dos processos erosivos, provocando assim, assoreamento das drenagens nas partes mais baixas do terreno.

A microbacia é composta por rochas muito antigas, do embasamento cristalino, muitas vezes aflorantes e um relevo suave ondulado. Com isso, há

grandes dificuldades de infiltração, o que confirmam os fatores de densidade de drenagem alta e a ação erosiva sobre as drenagens.

O Riacho Fundo encontra-se encaixado numa zona de falha, devido ao forte controle estrutural existente na região. Essa falha contribui para o abastecimento do lençol freático, sendo um dos principais pontos de ocorrência de água subterrânea da microbacia, mas que vem correndo grandes riscos de contaminação, devido à poluição ambiental ocasionada pelos dejetos provindos de residências e de pequenas fabricas de couro, que são lançados a céu aberto por muitos moradores das proximidades.

A microbacia Riacho Fundo encontra-se localizada na região semiárida paraibana, onde o regime pluviométrico é marcado pela irregularidade de chuvas, tanto no tempo como no espaço. O cenário de escassez hídrica baliza um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e até mesmo, à subsistência da população. Assim, é eminente a necessidade de adoção de medidas de planejamento e gestão, tanto por parte do poder publico, como da população em geral, que venham a contribuir com alternativas para o desenvolvimento sustentável da região.

Referencias Bibliográficas

BARACUHY, J. G. de V. Manejo integrado de microbacias hidrográficas no semiárido nordestino: Estudo de um caso. 2001. 297 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB.

BELTRAME, A. V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BRITO NEVES B.B., CAMPOS NETO M.C., VAN SCHMUS W.R., FERNANDES T.M.G.; SOUZA S.L. O terreno Alto-Moxotó no leste da Paraíba (Maciço Caldas Brandão). Revista Brasileira de Geociências. 2001. 31(2): 185–194.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, 149p.

_____. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Ed. Edgard Blücher. 1999.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cabaceiras, estado da Paraíba. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

EASTMAN, J. R. Guide To GIS and Image Processing: IDRISI 32. 1. ed., Clark Labs, Clark University, Worcester, USA, 1999.

FERNANDES NETO, S. Zoneamento Geoambiental em Microbacia Hidrográfica do Semiárido Paraibano. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2013. 121f.: il.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin Geological Society of America*. v.56, 1945, p. 275-370.

LAGES, G. A.; MARINHO, M. S. Programa Geologia do Brasil - PGB. Boqueirão. Folha SB.24-Z-D-III. Estado da Paraíba. Mapa Geológico. Recife: CPRM, 2012, 1 mapa, colorido, 94,03x70,32cm. Escala 1:100.000

LEITE, M. M; ALVES, T. L. B; FARIAS, A. A de. Classificação Climática e Aptidões Agroclimáticas de Culturas para Cabaceiras/Paraíba/Brasil. 2011. Disponível em: <sic2011.com/sic/arq/95463817025319546381702.pdf>. Acesso em: julho de 2012.

MARINHO, M. S.; LAGES, G. A; CRUZ, R. F; MEDEIROS, V. C. Aspectos de campo e petrográficos de diopsídio-mármore da região de Cabaceiras-Boqueirão (PB). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44., 26-31 out. 2008, Curitiba, PR. Anais. Curitiba, PR: SBG, 2008.

PINHEIRO, E.S.; KUX, H.J.H. Imagens QuickBird aplicada ao mapeamento do uso e cobertura da terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. In: BLASCHKE, T.; KUX, H.J.H. Sensoriamento Remoto e SIG avançados: Novos sensores métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p.263-286.

ROCHA, J.S.M. da. Manual de projetos ambientais. Santa Maria; Imprensa Universitária, 1997, 423p.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, 1952. p. 1117-1142.

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.

**CONFLITO DE USO DA TERRA EM UMA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO**

*Silvana Fernandes Neto
Geórgia Karênia Rodrigues Martins Marsicano de Melo
José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy*

Introdução

A questão ambiental sob diferentes condições é sem dúvida, o tema muito discutido e polêmico da atualidade, tendo ultrapassado os limites da comunidade científica. A forma predatória como ocorre a relação homem/natureza tem gerado profundos debates sob o ponto de vista da melhoria da qualidade de vida do planeta e chamado a atenção dos planejadores, que cada vez mais, incluem em seus planos políticos medidas de proteção ao meio ambiente.

O planejamento é o trabalho de preparação de qualquer empreendimento humano, seja de previsão ou de solução de nossos problemas. Nele, estabelecem-se estratégias e metas para se alcançar, superar ou resolver determinada situação ou dificuldade (Lemos, 1999). Uma corrente do planejamento que tem tido sua importância aumentada com a intensificação das relações homem/meio é o planejamento ambiental.

Um instrumento de planejamento muito utilizado para manter a qualidade ambiental como um todo, num contexto da valorização das áreas naturais, é a delimitação de espaços ambientalmente protegidos conforme dispõe a Lei 6.938/81, no art. 9º, inciso VI, cuja criação baseia-se em geral nas características físicas de uma determinada área. A Convenção Internacional da Diversidade Biológica define, no seu art. 2º, área protegida como a "área definida geograficamente, que é destinada, ou regulamentada, e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação" (FARIAS et al., 2013). Tais espaços previstos constitucionalmente por força do disposto no art. 225, §1º, III da Constituição Federal, não foram definidos de forma específica, cabendo ao legislador infraconstitucional regulamentar o comando da Carta Magna. Alguns destes espaços estão atualmente delimitados pelas Leis 9.985/00 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e na Lei 12.651/12, através das áreas de preservação

permanente, das quais trataremos com mais profundidade, tendo em vista a relação com o objetivo do trabalho.

No Brasil a primeira tentativa de delimitar áreas de preservação surge no final do século XIX com a proposta de criação de parques nacionais. Em 1934, com a promulgação do Código Florestal criam-se também as Florestas Nacionais e as Florestas Protetoras.

As áreas de preservação permanente são propostas apenas em 1965 com a alteração do código florestal, que passa a delimitá-las. Em 2002 a Resolução nº 303 do CONAMA, em seu Art. 2º e 3º dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

O Código Florestal sofreu alterações mais uma vez através da Lei 12.651/12 que cuidou mais em adequar a norma jurídica a situações já existentes e que careciam de adaptação no contexto atual. A grande controvérsia existente se referiu justamente às áreas de reserva legal e as de preservação permanente haja vista que o que o texto atual previu foi regularizar situações preexistentes que conflitavam com a legislação até então vigente. Assim, no tocante as áreas de preservação permanente, a lei nova veio mais com o fito de regularizar a situação de quem estava em conflito com ela. Isso ocorreu, em grande parte porque o uso e ocupação nessas áreas sempre ocorreram de forma desordenada, causando a deterioração do meio, fazendo surgir os chamados conflitos de uso da terra.

Ocorre, no entanto, que quando tratamos de definir as áreas de preservação permanente de cursos d'água perenes, não há tanta dificuldade. Contudo, quando partimos para definir essas mesmas áreas para os cursos intermitentes esbarramos nas situações de ordem prática. Nesses cursos boa parte do ano há seca, como, inclusive, ocorre na área objeto do presente estudo. Associado a esse problema, existe a ocupação desordenada do solo, cuja ação antrópica tem repercussão decisiva para o desgaste dos recursos ambientais.

Nesta perspectiva, o presente trabalho tem por objetivo realizar um mapeamento do uso e ocupação da terra, das áreas de preservação permanente e a das áreas de conflitos de usos da microbacia hidrográfica Riacho Fundo, que se localiza no município de Cabaceiras/PB, região do semiárido do nordeste brasileiro. Para tanto, será levado em consideração o Novo Código Florestal que estabelece parâmetros, definições e limites referentes às APP's subsidiando dessa forma, posteriores ações que levem à fiscalização e o monitoramento ambiental dessas áreas.

Materiais e Métodos

Caracterização geral da área

A microbacia hidrográfica Riacho Fundo encontra-se situada no município de Cabaceiras, Estado da Paraíba, a 66 km da cidade de Campina Grande, e 199 km da capital João Pessoa entre as coordenadas de 7°25'42" a 7°29'20" de latitude Sul e 36°20'12" a 36°24'20" de longitude Oeste de Greenwich, no Cariri paraibano, mesorregião da Borborema.

Cabaceiras, por situar no semiárido do nordeste brasileiro, sofre com questões climatológicas e é considerada o município onde ocorre menor índice pluviométrico médio anual do país, mas com belezas naturais exuberantes. O clima predominante na região, de acordo com CPRM (2005), é do tipo tropical chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro. O regime pluviométrico é marcado pela irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço, com uma precipitação média anual de 323.8 mm (Fernandes Neto, 2013) e uma taxa de evapotranspiração potencial (ETP) anual em 1.302mm (Leite et al., 2011).

A região é marcada por uma vegetação composta pela presença de caatinga hiperxerófila, de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo. Por se tratar de uma área com relevo suave a ondulado, a pedologia predominante é composta de associações de solos Litólicos Eutróficos, Vertissolos e minerais ou Bruno Não-cálcico, ou seja, solos pouco profundos, com textura argilosa ou arenosa, média cascalhenta, com substrato de gnaiss e granito e afloramentos rochosos, principalmente em forma de lajedos. Nas partes baixas dos terrenos, próximas a rios e riachos, também ocorrem os Planossolos, com textura média/argilosa, imperfeitamente drenados, moderadamente ácidos e com problemas de sais.

A microbacia do Riacho Fundo abrange uma área de 3757.89 ha, sendo afluente da sub-bacia do rio Taperoá, que desemboca no Açude Público Eptácio Pessoa (Boqueirão), sendo este um dos principais reservatórios de água do Estado, com uso destinado principalmente para o abastecimento humano.

Materiais Utilizados

O material utilizado, constou de um conjunto de dados cartográficos obtidos a partir da carta topográfica SB.24-Z-D-III (Boqueirão), de escala 1:100.000, elaborada pela Diretoria de Serviços Geográficos do Ministério do Exército e da imagem Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponível no site <http://srtm.csi.cgiar.org/selection/listImages.asp>, que

serviram de base para a elaboração do estudo da rede de drenagem e do relevo. Também, o mapa geológico do Programa Geologia do Brasil, folha SB.24-Z-D-III, Boqueirão de escala 1:1.000.000 do ano de 2012.

Ainda, foi utilizado a imagem do satélite QuickBird, desenvolvido pela DigitalGlobe, com resolução espacial de 0,61 metros, datada de set./2009, que auxiliou no estudo da rede de drenagem, bem como na interpretação do uso atual do solo. Esta imagem foi adquirida via projeto Edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - Nº 27/2008-2.

Para a realização dos mapeamentos e interpolação dos dados geográficos, provindos da carta topográfica, imagem de satélite, radar e de campo, via Sistema de Posicionamento Global (GPS), buscou-se auxílio da tecnologia de Geographic Information System (GIS) IDRISI for Windows, desenvolvido pela Faculdade de Geografia da Clark University (Eastmann, 1999) e do Autodesk Map 2004. Ainda, em todo o processo de desenvolvimento do estudo, foram realizadas diversas visitas em campo, para coleta e convalidação de dados e informações.

Procedimentos Metodológicos

Mapeamento do Uso da Terra

Quando aos usos das terras da microbacia, foram obtidos a partir da interpretação da imagem do satélite QuickBird, georreferenciada com o uso do SIG IDRISI. Para a correção geométrica da imagem, foram utilizados pontos de controle com coordenadas do sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84, Fuso 24, adquiridas em campo com equipamento de Sistema de Posicionamento Global (GPS).

A classificação dos usos foi realizada a partir da interpretação visual dos alvos sobre imagem de satélite em tela do computador. Para tanto, foram definidas as classes dos diferentes usos e coberturas, observando-se aspectos como textura, forma, cor e brilho (Pinheiro & Kux, 2005).

Através do o módulo Digitize, foram extraídos os dados referentes aos usos separadamente em PIs diferenciados, sendo posteriormente rasterizados no módulo Raster e quantificadas suas áreas, a partir do menu Gis Analysis – Database Query – Área.

Os usos com suas características individualizadas foram: Vegetação rala: caatinga hiperxerófila rala, composta por vegetação herbácea e arbustiva; Vegetação densa: caatinga densa, composta por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea; Corpos d'água: laminas d'água, sendo açudes/barreiros; Área agrícola: áreas com a presença de algum tipo de agricultura, ou preparadas para o cultivo; Área erodida: áreas com presenças

de processo erosivo e ravinas; Afloramento rochoso: presença de material rochoso em superfície; Edificações: áreas com algum tipo de construções; Estradas: vias de acessos, sendo estradas/caminhos.

Em campo, com o auxílio da imagem de satélite impressa, aparelho de GPS e câmera fotográfica foram convalidados alvos espectrais de usos, registrados pontos de conferências, obtidos registros fotográficos, entre outras observações.

Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APP's)

Consoante dispôs o art. 3º, II da Lei 12651/12 são áreas de preservação permanente “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.” As áreas de preservação permanente são as que a própria lei dispõe ou aquelas que sejam declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, consoante disposto nos artigos 4º e 6º desta Lei.

Dentro da classificação prevista na lei atual para as áreas de preservação permanente, temos no art. 4º, inciso I que são APP's as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; (b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; (c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º.

No Código Florestal anterior, Lei 4771/65, a classificação era a mesma, exceto no que se refere ao nível através do qual seria calculada a medição da APP, tendo em vista que a lei anterior previa a partir do nível mais alto, enquanto a atual estabelece desde a borda da calha do leito regular. Para determinar as áreas de preservação permanente na microbacia, foi seguida as determinações da legislação ambiental vigente, já descritas neste estudo.

Para a elaboração do mapa das áreas de APP's foi utilizado apenas a rede de drenagem, composta basicamente por cursos intermitentes, pois a área apresenta relevo plano a suave ondulado, salvo na porção a montante que possui um morrote, cuja altitude atinge 661 metros, mas que suas vertentes não ultrapassam a 20% de inclinação.

Em torno da rede de drenagem, foi delimitada uma faixa marginal contínua (buffer) de 30 metros para ambos os lados e de 50 metros nas nascentes e açudes. Esses limites encontram-se fundamentados na Lei Federal nº 12651 de 2012, que delibera o Novo Código Florestal (NCF) e define Área de Preservação Permanente (APP)

Mapeamento das Áreas de Conflitos de Usos

De acordo com Oliveira (2003), conflitos de uso da terra são “todas as formas de uso em desacordo com sua real aptidão, fazendo com que ocorra alteração sensível no meio natural, causando prejuízo ao rendimento produtivo deste”. Normalmente, as bibliografias especializadas no assunto costumam salientar que esses conflitos são provenientes do uso indevido da terra, gerado por problemas como: poluição, devastação das matas, uso de encostas íngremes, erosão e alteração do clima.

O levantamento do uso da terra em determinado espaço é de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização espacial. Atualmente, há um interesse crescente com relação às informações sobre o uso da terra e do solo, para atender à necessidade de expansão e melhoria das obras de infraestrutura e planejamento do meio sócio espacial.

Dessa forma, as informações para um planejamento do espaço requerem a atualização constante dos registros de uso da terra e suas tendências. O desenvolvimento tecnológico, relacionado com os avanços proporcionados pela informática, especialmente na cartografia, propicia a elaboração de documentos cartográficos e sensoriais, ampliando em ritmo acelerado a obtenção de dados referentes a fenômenos ocorrentes na superfície terrestre e à distribuição espacial dos elementos e variáveis de interesse para a análise ambiental (Lohmann & Cassol, 2002).

À partir do cruzamento das informações das áreas de preservação permanente e dos usos da terra da microbacia, obteve-se a definição das áreas de Usos Conflitantes de acordo com a legislação vigente.

Os conflitos de uso da terra são provenientes da utilização em desacordo com a capacidade da área, ou seja, uso incorreto, conforme legislação vigente. Para identificação das áreas de conflito de uso, realizou-se a técnica da classificação cruzada, disponível no SIG IDRISI. Para tanto, com o uso do módulo Overlay, foi possível realizar o cruzamento dos dados, obtendo-se as áreas que estão sendo utilizadas em desacordo com a legislação.

As áreas ocupadas com mata nativa, açudes (lâmina d'água) e drenagens (córregos), foram considerados como área em de uso adequado. As áreas ocupadas com solo exposto, agricultáveis, estradas e edificações, foram

consideradas com uso conflitante, ou seja, em desacordo com a legislação vigente.

Resultados e Discussão

Uso da Terra

A vegetação da caatinga, na região semiárida do Nordeste brasileiro, vem enfrentando sérios problemas, em virtude da exploração da lenha para o abastecimento de padarias, carvoarias, olarias, fábricas em geral, madeireiras, consumo doméstico, limpezas de áreas para cultivo e exploração pecuária. Esses problemas, aliados à deficiência hídrica e a conflitos de usos existentes, acabam agravando, ainda mais, a vulnerabilidade natural do ambiente, como no caso da microbacia em estudo.

A microbacia Riacho Fundo apresenta uma área total de 3.757,89 hectares, distribuídos em oito classes de usos: vegetação rala e densa, áreas agrícolas e erodidas, corpos d'água, afloramentos, edificações e estradas, conforme representação no mapa de uso e ocupação das terras da microbacia (Tabela 1).

Tabela 1. Quantificação do uso da terra na microbacia Riacho Fundo

Classificação	Área (ha)	%
Vegetação Rala	1990.20	52.96
Vegetação Densa	1499.66	39.91
Corpos d'água	32.81	0.87
Área agrícola	88.15	2.35
Área erodida	31.96	0.85
Afloramento rochoso	88.46	2.35
Edificações	2.87	0.08
Estradas	23.80	0.63
Total	3757.89	100.00

A área coberta por vegetação (rala e densa) corresponde aos fragmentos florestais nativos da região e ocupa 92.87% da área total da microbacia, distribuídas predominantemente na porção do médio e alto curso. O predomínio dessa vegetação nessas áreas pode ser devido a baixa densidade de população residente e também por possuir uma grande propriedade rural particular que utiliza suas terras para criação extensiva de gado.

Salienta-se o papel importantíssimo para o ambiente, que é da cobertura vegetal, pois permitem a proteção dos solos contra a ação dos

processos erosivos, diminuindo a velocidade do escoamento superficial, facilitando a infiltração das águas, entre outros fatores.

No baixo curso da microbacia, há o predomínio da ocupação com atividades agrícolas, pois as áreas pertencem a pequenos produtores rurais que utilizam suas terras para cultivos de subsistência. Ainda é nesse setor que concentra parte dos açudes existentes, devido às formações geológicas predominantes, que são de rochas cristalinas. Esses açudes, em período de estiagem prolongada, comum na região, secam por completo.

Áreas de Preservação Permanente (APP's)

As áreas de preservação permanente foram estabelecidas a partir do Novo Código Florestal, com o objetivo de identificar a existência de usos inadequados que podem estar causando danos drenagens da microbacia.

A área, por estar inserida na região mais seca do Brasil, onde a média anual das chuvas atinge apenas 323,8 mm, sobre terrenos cristalinos, que a infiltração das águas é prejudicada, ocasionando maior fluxo de escoamento superficial e ação dos processos erosivos, reflete na rede de drenagem, composta por uma densidade de 21,7 m/ha, o que retrata um alto volume de escoamento superficial. Isso ocasiona maior esculturação dos canais, devido à ação dos processos erosivos, provocando assim, assoreamento das drenagens nas partes mais baixas dos terrenos.

A rede de drenagem predominante na microbacia e também na região é constituída basicamente por canais efêmeros e intermitentes, com nascentes não perenes. Isso justifica o porquê não foram calculadas as áreas de preservação nas nascentes, pois tanto pela antiga Lei 4771/65 como pelo Novo Código Florestal, Lei 12651/2012, não prevê APP em nascentes que não sejam perenes. Assim, temos um impasse na Lei, talvez por ser generalizada para um país que possui sete biomas e 78 eco regiões - unidade básica para o planejamento das prioridades de conservação da biodiversidade nacional (IBAMA, 2003), e que não foram consideradas suas particularidades para definição da nova Lei.

Assim, levando em consideração a Lei 4771/65, as áreas definidas como de preservação ambiental levavam em consideração "as faixas marginais de qualquer curso d'água natural", ou seja, incluía todos os cursos. Pela nova Lei, a 12.651/2012, temos que considerar áreas de APP's "as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros".

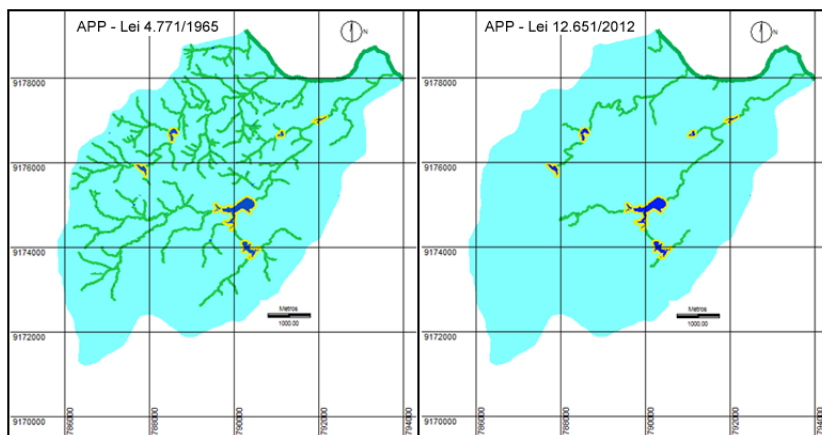
Nesse particular, Antunes (2013), critica o tratamento dado na proteção das APP's nas margens dos cursos d'água intermitentes, haja vista que, segundo esta autora a inexistência de um modelo específico para a

proteção das áreas de preservação permanente ao redor destes cursos d'água que têm um regime hídrico peculiar, vêm acarretando muitos problemas de ordem jurídica já que os órgãos de controle ambiental têm aplicado sanções pela ocupação das margens mesmo no período de estiagem.

Assim, é possível observar que em nossa microbacia de estudo e região, praticamente não se tem área de preservação ao longo das drenagens, ou reduziu significativamente, como pode ser observado na Tabela 2, Figura 1 e 2 que seguem.

Tabela 2. Quantificação das áreas de preservação permanentes conforme Leis ambientais

APP	Lei 4.771/1965		Lei 12.651/2012	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
30m ao longo das drenagens	464.95	12.37	101.21	2.69
50m ao redor dos açudes	47.62	1.27	47.62	1.27
100m ao longo do Rio	50.63	1.35	50.79	1.35
Total	563.20	14.99	199.62	5.31



Figuras 1 e 2. Redução das Áreas de Preservação Permanente conforme legislação ambiental.

Levando-se em consideração a legislação federal atual, apenas 5,31% da área total da microbacia que é de 3757,89 hectares, são consideradas Área de Preservação Permanente. Destas áreas a maior parte, 152,00 hectares estão ao longo dos cursos d'água e rio e 1,27%, ou seja, 47,65 hectares pertencem às áreas ao redor dos açudes.

A classificação das áreas de APP's, mesmo que ocupando uma porção restrita da microbacia, apresenta significativa importância para a conservação do solo, da água e da biodiversidade da mesma, conforme enfatiza Pinto et al. (2005).

Conflitos de Uso da Terra

As informações obtidas a partir do cruzamento dos dados referentes ao uso e ocupação das terras e das áreas de preservação permanentes possibilitaram a identificação das áreas que estão sendo ocupadas inadequadamente, sendo estas denominadas áreas de conflitos de uso conforme Tabela 3.

Tabela 3. Quantificação das áreas de usos conflitantes, conforme Legislação ambiental.

Usos	APP Dren (30m) (ha)	APP Açudes (50m) (ha)	APP Rio (100m) (ha)	Uso em APP (ha)	% do Total Área
Vegetação Rala	41,01	37,90	20,26	99,17	2,64
Vegetação Densa	47,96	6,38	12,17	66,51	1,77
Áreas agrícolas	3,87	1,78	17,08	22,73	0,60
Áreas erodidas	5,74	0,07	0,10	5,91	0,16
Afloramento rochoso	2,39	1,36	0,88	4,63	0,12
Edificações	-	-	0,12	0,12	0,00
Estradas	0,24	0,13	0,18	0,55	0,01
Total	101,21	47,62	50,79	199,62	5,31

É possível observar que a ocupação conflitante predomina ao longo dos cursos d'água, ou seja, em 101,21 hectares, que deveriam predominar apenas a presença de vegetação ou mata ciliar, ocorre também a áreas cultivadas (agrícolas), erodidas, afloramentos rochosos, edificações e estradas. A presença da mata ciliar ao longo das drenagens contribui de forma significativa para a contenção dos solos, evitando processos erosivos e assoreamentos de açudes e drenagens nos períodos chuvosos.

O cultivo agrícola nessas áreas é comum, pois a presença de solo de aluvião e com certa umidade, tornam atrativo para o cultivo, em se tratando de uma região semiárida.

As áreas erodidas, também são feições marcantes na microbacia, ocupando 5,74 hectares ao longo das áreas destinadas a preservação, refletindo o problema ambiental existente, ocasionado tanto por questões

naturais, pelo processo de lixiviação no período das chuvas, como pela ação antrópica, quando cultivadas sem uso do manejo correto do solo.

Os resultados demonstram o não cumprimento da Legislação referente ao uso e ocupação do solo, em 0,89% da microbacia, evidenciando assim a necessidade de elaboração de um plano de recomposição da vegetação dessas áreas, uma vez que o uso incorreto do solo reflete diretamente na quantidade e qualidade de água encontrada na microbacia hidrográfica, bem como no combate a ação dos processos erosivos.

Conclusões e Recomendações

O estudo do uso do solo a partir da imagem de satélite de alta resolução permitiu uma visão ampla e ao mesmo tempo detalhada da área. A vegetação nativa, devido a exploração de madeira, muito comum na região para fabricação de carvão, vem sofrendo alterações ao longo dos anos, deixando o solo cada vez mais descoberto, vulnerável a ação dos processos erosivos.

A área de preservação permanente total representa 5.31% da área total da microbacia onde, 0.89% encontram-se sob usos conflitantes. De acordo com esses dados, evidencia-se o descumprimento da legislação e a necessidade de recomposição florestal dessas áreas com vegetação nativa.

Sendo assim, é evidente a importância de se realizar estudos que visem à identificação, recuperação das áreas destinadas a preservação, pois as mesmas são de suma importância para manutenção de espécies e preservação e conservação da vida. Salienta-se ainda, que deveriam permanecer reservadas, sem implantação de lavoura ou qualquer outro tipo de atividade, favorecendo a manutenção dos ecossistemas.

Referencias Bibliográficas

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cabaceiras, estado da Paraíba. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

EASTMAN, J. R. Guide To GIS and Image Processing: IDRISI 32. 1. ed., Clark Labs, Clark University, Worcester, USA, 1999.

FERNANDES NETO, S. Zoneamento Geoambiental em Microbacia Hidrográfica do Semiárido Paraibano. Tese (Doutorado em Recursos

Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2013. 121f.: il.

LEITE, M. M; ALVES, T. L. B; FARIAS, A. A de. Classificação Climática e Aptidões Agroclimáticas de Culturas para Cabaceiras/Paraíba/Brasil. 2011. Disponível em: <sic2011.com/sic/arq/95463817025319546381702.pdf>. Acesso em: julho de 2012.

LEMONS, A. P. N. Planejamento e Gerenciamento da Exploração dos Recursos Naturais. In: CHASSOT, A. & CAMPOS, H. (Orgs.). Ciências da Terra e Meio Ambiente: Diálogo para (inter) ações no Planeta. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1999, p. 49-73.

LOHMANN, M. & CASSOL, R. Mapeamento de Uso da Terra no Ano de 1964 no Município de Roca Sales, Efetuado Através de Fotografias Aéreas. In: Anais... In: XXII Encontro Estadual de Geografia. Rio Grande: AGB, 2002.

OLIVEIRA, L. S. Análise do Uso da Terra na Microbacia do Lajeado Crissiumal em Função das Classes de Declividade – Criciumal/RS. 2003. 70f. Trabalho de Graduação (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

PINHEIRO, E.S.; KUX, H.J.H. Imagens QuickBird aplicada ao mapeamento do uso e cobertura da terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. In: BLASCHKE, T.; KUX, H.J.H. Sensoriamento Remoto e SIG avançados: Novos sensores métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p.263-286.

PINTO, L.V.A. et al. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. Cerne, Lavras, v.11, n.1, p. 49-60, jan./mar.2005. Disponível em: <www.dcf.ufla.br/cerne/Revistav11n1-2005/06%20artigo%20012%20editorado.pdf>. Acesso em 20 set. 2013.

CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA RIACHO FUNDO/PB

Silvana Fernandes Neto

Pedro Dantas Fernandes

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy

Introdução

O conhecimento das características do meio físico e suas interações, perante as múltiplas intervenções do homem sobre o ambiente, possibilitam uma compreensão e interpretação das correlações existentes, bem como viabilizam estudos e estratégias ou planejamentos, que podem direcionar a um convívio harmônico. Deste modo, os possíveis problemas existentes e adversidades podem ser amenizados, podendo assim promover a sustentabilidade.

Há existência de um crescente interesse às informações de uso e ocupação das terras, para atender às necessidades de melhorias e planejamento do meio sócio espacial. Dessa forma, as informações para um planejamento do espaço requerem a atualização constante dos registros de usos da terra e suas tendências.

Os avanços proporcionados, principalmente pelas tecnologias de geoprocessamento, propiciam a elaboração de documentos cartográficos e sensoriais, ampliando em ritmo acelerado a obtenção de dados referentes a fenômenos ocorrentes na superfície terrestre e à distribuição espacial dos elementos e variáveis de interesse para a análise ambiental.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo realizar um mapeamento do uso e ocupação da terra na microbacia hidrográfica Riacho Fundo, localizada no município de Cabaceiras/PB, a fim de compreender os processos físicos existentes e suas interações, através da perspectiva quantitativa, visando o planejamento ambiental, gestão e conservação dos recursos naturais.

Materiais e métodos

A microbacia hidrográfica do Riacho Fundo, localiza-se na porção central do estado da Paraíba, ao norte do município de Cabaceiras, na posição de 7°25'36" lat. Sul e 36°20'18" long. Oeste, no cariri paraibano,

mesorregião da Borborema, distando aproximadamente 66 km da cidade de Campina Grande e 199 km da capital João Pessoa.

O município de Cabaceiras, por situar no semiárido do nordeste brasileiro, sofre com questões climatológicas e é considerado o município onde ocorre menor índice pluviométrico médio anual do país, mas com belezas naturais exuberantes.

Cabaceiras, devido suas peculiaridades é conceituado como um dos principais roteiros turísticos do Estado e conquistou espaço de destaque no cinema nacional, servindo de cenários para gravações de inúmeros documentários e filmes, atraindo turistas do Brasil e do exterior para a região. O clima predominante na região, de acordo com CPRM (2005), é do tipo tropical chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro. O regime pluviométrico é marcado pela irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço, com uma precipitação média anual de 323,8 mm (FERNANDES NETO, 2013) e uma taxa de evapotranspiração potencial (ETP) anual de 1302 mm (LEITE et al., (2011).

A região é marcada por uma vegetação composta pela presença de caatinga hiperxerófila, de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo.

Por se tratar de uma área com relevo suave a ondulado, a pedologia predominante é composta de associações de solos Litólicos Eutróficos, Vertissolos e minerais ou Bruno não-cálcico, ou seja, solos pouco profundos, com textura argilosa ou arenosa, média cascalhenta, com substrato de gnaiss e granito e afloramentos rochosos, principalmente em forma de lajedos. Nas partes baixas dos terrenos, próximas a rios e riachos, também ocorrem os Planossolos, com textura média/argilosa, imperfeitamente drenados, moderadamente ácidos e com problemas de sais.

A microbacia do Riacho Fundo abrange uma área de 3.757,89ha, sendo afluente da sub-bacia do rio Taperoá, que desemboca no Açude Público Epitácio Pessoa (Boqueirão), sendo este um dos principais reservatórios do Estado, tendo suas águas, destinadas principalmente, para o abastecimento humano.

O material utilizado para o estudo constou da imagem do satélite QuickBird, desenvolvido pela Digital Globe, com resolução espacial de 0,61 metros, datada de set./2009, a qual auxiliou no estudo da rede de drenagem, bem como na interpretação do uso atual do solo. Esta imagem foi adquirida via projeto Edital MCT/CNPq/CT-AGRONEGÓCIO/CT-HIDRO - Nº 27/2008-2.

Para a realização dos mapeamentos e interpolação dos dados geográficos, provindos da imagem de satélite e de campo, via Sistema de Posicionamento Global (GPS), utilizou-se a ferramenta de *Geographic*

Information System (GIS) IDRISI for Windows, desenvolvido pela Faculdade de Geografia da *Clark University* (Eastmann, 1999) e do Autodesk Map 2004. Ainda, em todo o processo de desenvolvimento do estudo, foram realizadas diversas visitas em campo, para coleta e convalidação de dados e informações.

O mapeamento dos usos das terras da microbacia, foi obtido a partir da interpretação da imagem do satélite georreferenciada com o uso do SIG IDRISI. Para a correção geométrica da imagem, foram utilizados pontos de controle com coordenadas do sistema *Universal Transversa de Mercator* (UTM), Datum WGS84, Fuso 24, adquiridas em campo com equipamento de Sistema de Posicionamento Global (GPS). A classificação dos usos foi realizada a partir da interpretação visual dos alvos sobre imagem de satélite em tela do computador. Para tanto, foram definidas as classes dos diferentes usos e coberturas, observando-se aspectos como textura, forma, cor e brilho (Pinheiro e Kux, 2005). Através do o módulo *Digitize*, foram extraídos os dados referentes aos usos separadamente em PIs diferenciados, sendo posteriormente rasterizados no módulo *Raster* e quantificadas suas áreas, a partir do menu *Gis Analysis –Database Query – Área*.

Os usos com suas características individualizadas foram: Vegetação rala: caatinga hiperxerófila rala, composta por vegetação herbácea e arbustiva; Vegetação densa: caatinga densa, composta por vegetação herbácea, arbustiva e arbórea; Corpos d'água: laminas d'água, sendo açudes/barreiros; Área agrícola: áreas com a presença de algum tipo de agricultura, ou preparadas para o cultivo; Área erodida: áreas com presença de processo erosivo e ravinas; Afloramento rochoso: presença de material rochoso em superfície; Edificações: áreas com algum tipo de construções; Estradas: vias de acessos, sendo estradas/caminhos. Em campo, com o auxílio da imagem impressa, aparelho de GPS e câmera fotográfica foram convalidados alvos espectrais de usos, registrados pontos de conferências, obtidos registros fotográficos, entre outras observações.

Resultados e discussão

A vegetação da caatinga, na região semiárida do Nordeste brasileiro, vem enfrentando sérios problemas, em virtude da exploração da lenha para o abastecimento de padarias, carvoarias, olarias, fábricas em geral, madeireiras, consumo doméstico, limpezas de áreas para cultivo e exploração pecuária. Esses problemas, aliados à deficiência hídrica existente, acabam agravando, ainda mais, a vulnerabilidade natural do ambiente, como no caso da microbacia em estudo.

Na microbacia Riacho Fundo, foi possível definir e quantificar oito classes de usos da terra sendo: vegetação rala e densa, áreas agrícolas e erodidas, corpos d'água, afloramentos, edificações e estradas, conforme representação no mapa de uso e ocupação das terras da microbacia (Figura 1).

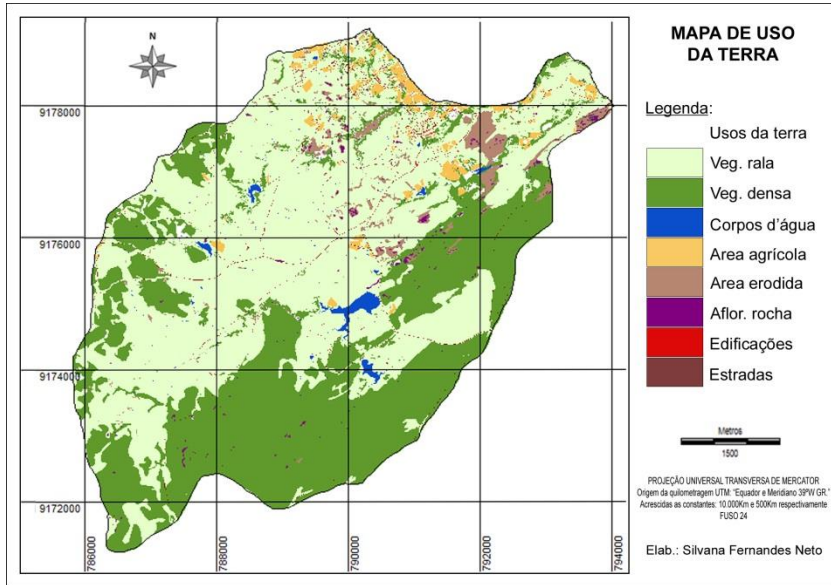


Figura 1. Mapa de Uso/Ocupação da Microbacia.

Classe de uso I, caracterizada pela presença de vegetação rala ou espalhada, compostas por plantas hiperxerófilas, herbáceas e arbustivas, com porte baixo, de caráter seco e resistente a grandes períodos de estiagem, típicas de solos pedregosos, rasos e de pouca fertilidade. Dentre as espécies de vegetação herbáceas e arbustivas, mais comuns encontradas, destacam-se: Marmeleiro (*Croton sonderianus*); Pinhão bravo (*Jatropha mollissima*); Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*). Ainda, variedades de cactáceas: Coroa-de-frade (*Melanocactus brasiliensis*); Facheiro (*Pilocereus sp*); Mandacaru (*Cereus jamacaru*); Xique-xique (*Pilocereus gounellei*); Palmatória de espinho (*Opuntia palmadora*) e, também é frequente a presença de algumas bromeliáceas Caroá (*Neglaziovia variegata*) e Macambira (*Bromelia laciniosa*), típicas de áreas com déficit hídrico, entre outras espécies. Essa vegetação ocupa 52,96% da microbacia, ou seja, 1.990,20ha, concentrada, basicamente na porção central ou no médio-baixo curso. Talvez o predomínio dessa vegetação nessas áreas, é devido à

influência da ocupação ser mais intensa nas mesmas, pois na região, uma das características marcantes, ao longo dos tempos, tem sido a criação de gado e também a exploração da madeira, como fonte de renda. A substituição da vegetação nativa por áreas de pastagens, limpeza de roçado e também a extração de madeira para produção de carvão, ainda são atividades presentes na região da microbacia. Essa problemática ambiental vem se repetindo, desordenadamente ao longo dos tempos, desde o séc. XVII, no semiárido nordestino, conforme evidenciam Alves *et. al.* (2009) onde os criadores de gado usavam a queima do pasto, para facilitar o brotamento, colocando grande quantidade de animais (bovinos, caprinos e ovinos) nas áreas.

Classe de uso II, caracterizada pela presença de vegetação densa, composta por três estratos típicos da caatinga: herbáceo, arbustivo e arbóreo, com predomínio de espécies de pequeno e médio porte, densa e resistente a períodos de estiagem. Dentre as espécies classificadas, tem-se além das herbáceas e arbustivas, sendo o Marmeleiro, Pinhão bravo, Catingueira, Coroa-de-frade, Facheiro, Mandacaru, Xique-xique, Palmatória, Caroá, Macambira, entre outras; também, as arbóreas, sendo: Angico (*Anadenanthera columbrina*); Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*); Baraúna (*Shinopsis brasiliensis*); Craibeira (*Tabebuia caraíba*); Jurema preta (*Mimosa tenuiflor.*); Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium.*); Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e; Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*). Essa vegetação recobre uma área de 1.499,66ha, ou seja, 39,91% do total da microbacia, situadas principalmente nas áreas com maiores altitudes, concentrando-se na porção a montante e também próximo às drenagens, como no caso das Algarobas (*Prosopis juliflora*). A ocorrência dessa vegetação densa na microbacia, talvez seja por sua grande maioria estar localizada em uma área particular, pouco explorada pelo seu proprietário, ou também por estar em área de difícil acesso, com declividades acima de 13%, com presença de afloramentos de rochas, que servem de proteção dessas espécies e, ainda, por estarem próximas às drenagens. Salienta-se que a algaroba é uma espécie exótica, originária do Peru e que se adaptou e expandiu ligeiramente na região. É considerada planta invasora, e foi introduzida no nordeste brasileiro com a finalidade de forragem, em época de escassez, e sua dispersão vem ocorrendo tanto pela própria regeneração natural, como pela dispersão por sementes pelos animais (OLIVEIRA, 2006). Apesar de a algaroba ser boa produtora de forragem e lenha, causa alguns receios, pois sua disseminação é rápida, principalmente junto às drenagens, e isso causa impactos, que talvez possam representar um problema maior para a conservação da biodiversidade da caatinga. Duque (2004) destaca que a caatinga é um complexo vegetativo *sui gênesis*, é um laboratório biológico de imenso valor, que urge ser preservado como fonte de

espécies botânicas para estudos e aproveitamento futuros em benefício da humanidade.

Classe de uso III, definida como corpos d'água, representa as lâminas d'água dos açudes e barreiros. Essas áreas são pouco expressivas e recobrem apenas 32,81 ha, ou seja, 0,87% da microbacia. Os açudes e barreiros localizam-se nas porções do médio e baixo curso da microbacia, talvez dado pela concentração de residências nessas áreas. As águas dos mesmos são utilizadas, em sua totalidade, para dessedentação animal, pois para irrigação de culturas agrícolas, que são muito poucas, utilizam-se águas providas de alguns poços perfurados nas residências rurais ou de cacimbas construídas na margem do Rio Taperoá. Salienta Galvínio (2006) que no semiárido, se os corpos d'água não forem suficientemente profundos, perdem água pela evaporação potencial, exaurindo em poucos meses após o final das chuvas. A porção de água da chuva que se infiltra no solo, em parte é protegida da evaporação. Depois de uma precipitação forte, a água se mantém na subsuperfície, por semanas e até meses, favorecendo algumas plantas que, através de suas raízes, beneficiam-se dessa umidade. A

Classe de uso IV, definida como áreas agrícolas foram aquelas que se encontravam com algum tipo de cultura ou preparadas para o cultivo. São pouco expressivas na microbacia, abrangendo uma área de 88,15ha, sendo 2,35% do total. As principais culturas encontradas foram milho (*Zea mays*) coco (*Cocos nucifera*) e banana (*Musa paradisiaca*). A baixa densidade de culturas agrícolas na microbacia pode ser devido a escassez hídrica na região ou também pela a mesma se destacar no cenário estadual, pela produção coureira, onde grande parte da população residente, sobrevive trabalhando em pequenos curtumes e em uma cooperativa que transforma o couro em produtos artesanais, para serem comercializados na região e também em outros municípios e Estados brasileiros.

Classe de uso V caracteriza as áreas erodidas, marcadas pela presença de algum tipo de ação de processo erosivo, seja por erosão laminar, em sulcos ou em ravinas. Essas áreas recobrem 31,96 ha, localizadas, principalmente na região do alto curso da microbacia. O processo de erosão laminar encontrado pode estar associado ao escoamento superficial difuso das águas das chuvas, pois ocasionam a remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais dos solos frágeis. Já a erosão em sulcos, ou em ravinas, é a causada pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, nas áreas com topografia rebaixada, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno.

Classe VI de uso, caracteriza os afloramentos rochosos, apresentadas tanto em forma de blocos como em lajedos. Essas áreas recobrem 88,46 ha da microbacia, predominantemente no setor do baixo e alto curso, onde se encontram rochas cristalinas.

Classe VII caracteriza as edificações ou áreas construídas que ocupam apenas 0,08% da microbacia, totalizando 352 unidades. A maior concentração de edificações e população encontra-se na sede do distrito da Ribeira. Esta sede encontra-se bem estruturada, com vias calçadas, casas alinhadas, comércio, escola e igreja. A presença de casas abandonadas é uma cena comum na microbacia, assim como hoje em dia nas zonas rurais dos municípios brasileiros. Na busca de melhores condições de estudo, trabalho e segurança, a população rural, principalmente composta por jovens, abandona o campo e suas famílias, partem para as cidades, marcando assim, as estatísticas do êxodo rural. A

Classe de uso VIII caracterizada pelas vias de acesso, sendo estradas e caminhos da microbacia, ocupa uma área de 23,80ha, cerca de 0,60% do total. Essas áreas se encontram com problemas de conservação, estreitas, com muitos buracos, sem valas laterais ou sarjetas, sem bueiros ou drenos, com plantas invadindo as vias, entre outros. Muitos dos problemas que envolvem as vias de acesso se agravam no período chuvoso, pois a água não tendo por onde escorrer, seu fluxo concentra no leito das vias, favorecendo ação da erosão laminar, que carrega sedimentos para as áreas mais baixas, causando maiores danos ao ambiente. Pruski et al. (2006) enfatizam que as estradas vicinais de terra são responsáveis por perda anuais de solo em mais de 100 milhões de toneladas. Calcula-se que 70% deste solo devem chegar aos mananciais, transportados pelas enxurradas. Essas estradas são de fundamental importância econômica e social para as comunidades rurais, pois exercem função de conexão, estabelecendo a ligação entre as comunidades produtoras e consumidoras, bem como por onde circulam mercadorias e mercados. Uma manutenção simples resolveria grande parte dos problemas dessas comunidades. Boas estradas permitem o tráfego a qualquer hora, dão segurança aos usuários, reduzem os custos de transportes, favorecem o desenvolvimento de comunidades, propicia o bem estar à população, melhora a arrecadação municipal, entre outros benefícios. Mas infelizmente, grande parte da população que vive e sobrevive do meio rural, recebe muito pouco incentivo, tanto fiscal, infraestrutura, entre outros, ficando a mercê da boa vontade política de seus governantes.

Considerações finais

Foi possível constatar que a microbacia Riacho Fundo é composta por rochas muito antigas, do embasamento cristalino e um relevo que varia entre suave e ondulado. Há grandes dificuldades de infiltração das águas e com isso, forte ação dos processos erosivos sobre os solos descobertos e drenagens.

Na sede do distrito da Ribeira, é onde, concentra e reside grande parte da população encontrada. Essa sede apresenta boa estrutura, com vias calçadas, casas alinhadas e ainda, um pequeno comércio, uma escola e uma igreja.

A vegetação predominante na microbacia é de caatinga rala, recobrando praticamente 53% de toda a microbacia, mas que se encontra muito degradada. A substituição da vegetação nativa por áreas de pastagens, limpeza de roçado e também a extração de madeira para produção de carvão, ainda são atividades presentes.

O regime pluviométrico que marca a região paraibana é caracterizado pela irregularidade das chuvas, tanto no tempo como no espaço. O cenário de escassez hídrica baliza um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e até mesmo, à subsistência da população. Assim, é eminente a necessidade de adoção de medidas de planejamento e gestão, tanto por parte do poder público, como da população em geral, que venham a contribuir com alternativas para o desenvolvimento sustentável da região.

Referencias bibliográficas

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. Caatinga. Mossoró. RN, v.22, n3, 2009. p 126- 135.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Cabaceiras, estado da Paraíba. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DUQUE, José Guimarães. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 4a ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 330p.

EASTMAN, J. R.. Guide To GIS and Image Processing: IDRISI 32. 1. ed., Clark Labs, Clark University, Worcester, USA, 1999.

FERNANDES NETO, S. Zoneamento Geoambiental em Microbacia Hidrográfica do Semiárido Paraibano. Tese (Doutorado em Recursos

Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2013. 121f.: il.

GALVÍNCIO, J. D. Balanço Hídrico à Superfície da Bacia Hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH*. Vol 11, n.3. Jul/Set 2006, 135-146.

LEITE, M. M; ALVES, T. L. B; FARIAS, A. A de. Classificação Climática e Aptidões Agroclimáticas de Culturas para Cabaceiras/Paraíba/Brasil. 2011. Disponível em: <sic2011.com/sic/arq/95463817025319546381702.pdf>. Acesso em: julho de 2012.

OLIVEIRA, F. X. Impactos da invasão da Algaroba - *Prosopis juliflora* (sw.) DC.- sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do Curimataú e do Seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia. PB. 2006. 138 f.: il.

PINHEIRO, E.S.; KUX, H.J.H. Imagens *QuickBird* aplicada ao mapeamento do uso e cobertura da terra do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. In: BLASCHKE, T.; KUX, H.J.H. Sensoriamento Remoto e SIG avançados: Novos sensores métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p.263-286.

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; TEIXEIRA, A.F.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, J.M.A.; GRIEBELER, N.P. Hidros: dimensionamento de sistemas hidroagrícolas. Viçosa: Editora UFV, 2006, 259 p.

SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA EM TANQUES EVAPORÍMETROS PARA REUSO NA AGRICULTURA

Aline Costa Ferreira

Viviane Farias Silva

Enoque Marinho de Oliveira

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy

Dermeval Araújo Furtado

Introdução

A escassez de água em regiões semiáridas é uma limitação no cultivo para fins de alimentação humana como animal. O tratamento de águas secundária ou servidas torna-se uma forma de romper esta barreira e conseguir produzir, conduzir e manter o desenvolvimento de forragens como também frutíferas.

O uso de águas residuais, com ou sem tratamento, está aumentando em regiões áridas e semiáridas, pois é um recurso valioso e abundante (CIRELLI et al. 2009). De acordo com Muyen et al. (2011), a reutilização de águas domésticas traz benefício ambiental, ocasionado pela diminuição da captação de águas subterrâneas e a redução de descarga de efluentes diretamente nos corpos hídricos. Na agricultura o uso de água residuária é extenso em múltiplos países, com vantagens econômicas através da redução de água e insumos agrícolas como fertilizantes.

O reuso de água residuária de esgoto doméstico, utilizada em irrigação para produção de culturas prioritárias, torna-se um alternativo potencial, incrementando a produção agrícola. Em pesquisas realizadas por Carr et al. (2011) na Jordânia, mostrou que produtores agrícolas conhecem a disponibilidade de efluentes durante todo o ano e os benefícios econômicos de sua utilização na agricultura.

As águas cinza sem nenhum tratamento são reutilizadas em descargas sanitárias, lavagens de calçadas como também na irrigação na irrigação de jardins, tornou-se alguns países uma prática vigente, apesar do aspecto relativamente desagradável da água de reuso (GONÇALVES, 2006).

Os tanques evaporímetros é uma alternativa para tratamento de água cinza que servirá para a produção agrícola. Nesse contexto o trabalho foi realizado objetivando-se inserir os tanques evaporímetros para tratar as águas cinza proveniente da Lavanderia pública e cultivar forragens e frutíferas nos tanques.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da Lavanderia Pública do Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras, PB, com uma população de 2.500 habitantes, pois o mesmo localiza-se numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, localizada nas coordenadas geográficas 7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e altitude de 382m acima do nível do mar, inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros.

Os tanques evaporímetros (Unidades) consistem em um depósito de água dentro do solo (sistema de acumulação de solo e água) forrado com lona plástica com uma área de aproximadamente 6 m² com a utilização de pneus velhos (usados).

O tanque possui as seguintes dimensões: 3,0 x 2,0 x 1,0m, com volume de 6 m³, sendo construídas através de uma escavação em forma de vala. Os tanques evaporímetros foram baseados em Gabialti (2009), modificando o método de impermeabilização e preenchimento, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Metodologia Gabialti (2009) *versus* a utilizada nesse experimento (Modelo modificado)

GABIALTI, 2009	Modelo Modificado
Utilização de águas negras (Vaso sanitário);	Utilização de águas cinzas (Lavanderia Pública);
Dimensões de cada TEvap: (comp.)x(larg.)x(Prof.)=2mx2mx1m= 4m ³ (Volume);	Dimensões de cada UPAC: (comp.)x(larg.)x(Prof.)= 3mx2mx1m = 6m ³ (Volume);
Impermeabilização com ferro-cimento;	Impermeabilização com uma camada dupla de lona plástica;
Camadas brita (10 cm), areia (10 cm) e solo (35 cm);	Camadas brita nº5 (35 cm), brita nº1 (25 cm), areia (20 cm) e solo (20 cm);
Piezômetro (tubo de visita) de 100mm de diâmetro;	Piezômetro (tubo de inspeção) de 100mm de diâmetro;
Utilização de pneus usados criando microfilmes para proliferação das bactérias;	Utilização de pneus usados criando microfilmes para proliferação das bactérias;
Caixas de inspeção de alvenaria para coleta de amostras do efluente;	Drenos individuais de tubo PVC para coleta de amostras das águas cinzas;
Plantio de Bananeira (<i>Musa cavendishii</i>), Taiobas (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>), e Beri (espécies do gênero <i>Canna</i>);	Plantio de <i>Mucuna</i> preta (<i>Mucuna pruriens</i> L), Capim elefante roxo (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.) e Maracujá (<i>Passiflora edulis</i> Sims);

Para a construção do tanque (unidade) com as seguintes dimensões (3 x 2 x 1 m), 6m³, foram necessários os seguintes materiais:

- ✓ 7 metros de Lona plástica de 200 micras;
- ✓ 336 litros ou 0,33m³ de areia;
- ✓ 480 litros 0,48 m³ de brita nº1;
- ✓ 536 litros de brita nº 5 0,53 m³;
- ✓ 1 caixa d'água de 500 litros;
- ✓ 4 tubos de PVC de 100 mm;
- ✓ 1 registro de água;
- ✓ 2 cotovelos de 90° de 100 mm;
- ✓ 21 pneus usados de carro comum;

Dois trabalhadores foram necessários para a escavação das 8 valas (tanques) e na montagem dos tanques evaporímetros.

Resultados e discussão

Após a escavação, as mesmas foram impermeabilizadas com lona plástica de 200 micras para evitar a infiltração da água no solo (Figura 1).



Figura 1. Escavação dos tanques evaporímetros, instalação da lona e ligação com a caixa d'água.

Após cada tanque ter sido escavado e posto a lona para impermeabilização, para que não ocorra infiltração. Em seguida foi colocada uma pilha de pneus, aproximadamente 21 pneus e um tubo de PVC perfurado passando por dentro dos pneus (Figura 2) onde ocorrerá a limpeza da água através das bactérias (digestão anaeróbica do efluente) que escorre pelos espaços entre pneus.



Figura 2. Tubos de PVC perfurados e a montagem dos tanques instalando os tubos e os pneus.

No preenchimento de cada tanque foram necessários $0,33\text{m}^3$ de areia, $0,48\text{m}^3$ de brita nº1 e $0,53\text{m}^3$ brita nº 5. As camadas foram construídas e distribuídas da seguinte forma (Figura 3):

Camada 1: preenchida com uma camada de 35 cm de brita nº 5;

Camada 2: preenchida com uma camada de 25 cm de brita nº 1;

Camada 3: preenchida com uma camada de 20 cm de areia;

Camada 4: preenchida com uma camada de 20 cm de solo retirado da própria escavação.

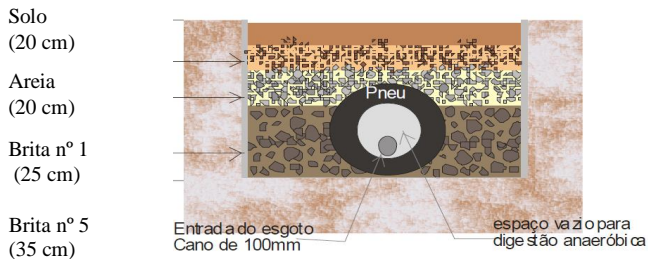


Figura 3. Sequencia de preenchimento do tanque com areia, brita e solo.

Fonte: Gabialti (2009).

Após os tanques serem impermeabilizados com as lonas plásticas foram preenchidas por uma camada de areia seguida de pedras assentadas sobre o fundo das valas com materiais de granulometria decrescente (no sentido de baixo para cima). No fundo estão as pedras grandes (britão). Acima vêm as pedras menores a exemplo de cascalhos e seixos e acima destes está uma série de pneus alinhados preenchendo toda extensão do tanque (unidade). Conforme foi sendo colocados os pneus no tanque no seu interior foi sendo inserida a brita n° 5 e o tanque começou a ser preenchido conforme mostra a Figura 4 e Figura 5.



Figura 4. Início do preenchimento do tanque.



Figura 5. Fase final do preenchimento dos tanques evaporímetro.

O encanamento da água de lavagem de roupas (águas cinzas) vinda da lavanderia foi canalizada para o centro dos pneus através de um tubo de PVC de 100mm perfurados para facilitar a distribuição no meio onde acontecerá a

limpeza da água através das bactérias (digestão anaeróbica do efluente) que escorre pelos espaços entre pneus.

Inicialmente a água cinza passará para a caixa d'água que terá um registro de gaveta para o monitoramento do volume para depois através de um tubo de PVC de 100 mm passará para o tanque evaporímetro (Figura 6).

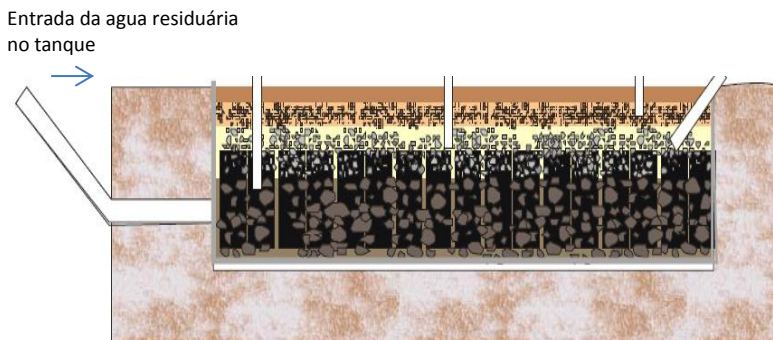


Figura 6. Visão do corte transversal do sistema de tratamento de esgoto.
Fonte: Gabialti (2009).

A caixa de 500 litros receberá a água cinza da lavanderia que será direcionado para os tanques pela tubulação (Figura 7) onde ocorrerá um tratamento anaeróbio. Á água cinza armazenada nos tanques estará disponível para as culturas que forem implantadas na área da superfície dos tanques. Para que não precise de instalação de bombas hidráulica, a caixa d'água foi colocada num local estratégico, mais alto que os tanques, para que com a gravidade a água vá para o tanque.



Figura 7. Local de armazenamento da água da lavanderia para passar aos tanques.

A entrada das águas cinzas no tanque se dá por meio de tubo de PVC de 100mm instalado 30 cm acima da base no tanque unidade, até atingir uma altura de 50 cm de água cinza em cada tanque. O volume de água cinza

conduzido para cada Unidade foi de aproximadamente $4,42\text{m}^3$, mantendo assim uma altura de 50 cm de água dentro de cada Unidade. A frequência de alimentação de água nas Unidades foi feita a cada 72 horas e esse monitoramento foi feito através da medição da altura da água dentro da Unidade com o auxílio de uma régua de madeira, mantendo assim 50 cm de lâmina d'água.

Nas proximidades da caixa d'água tem que ser instalado um registro de água conforme a Figura 8, para a abertura ou fechamento da água que estará na caixa d'água para o tanque para não ocorrer excesso. Dependendo da vazão que estiver disponível diariamente podem-se construir vários tanques conforme a necessidade do local. O comprimento dos tubos de PVC vai variar conforme a distância da caixa d'água para os tanques então caso seja um pouco distante haverá de utilizar mais tubos.

Depois de implantado o tanque evaporímetro, em sua superfície foi realizado o plantio de plantas frutíferas e forrageiras (Figura 9) que foram utilizadas na alimentação dos animais dos pequenos produtores do Distrito de Ribeira como também os frutos do maracujá foram cedidos a comunidades, como forma de demonstrar os resultados da implantação dos tanques evaporímetros no tratamento da água cinza.

No sistema foram plantadas duas culturas com destinação à alimentação animal as quais são a mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.)) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e uma para consumo humano, o maracujá (*Passiflora* sp).



Figura 8. Registro próximo a caixa d'água e a tubulação que liga ao tanque.



Figura 9. Forragens (mucuna e capim elefante roxo) cultivada na superfície dos tanques evaporímetros.

Conclusões

A implantação dos tanques evaporímetros modificou a paisagem do local, com o verde das forragens.

Os pequenos produtores utilizaram a forragem para alimentação dos animais, tornando-se uma fonte de alimentação em locais com escassez de água.

A água cinza da lavanderia publica não é mais lançada no meio ambiente sem nenhum tratamento, havendo assim uma redução dos impactos ambientais.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, O. A. de. Qualidade da água de irrigação [recurso eletrônico] / Otávio Álvares de Almeida. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

GALBIATI, A. F. Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração. 2009. 38f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.

FERREIRA, A. C.; FARIAS, V. F.; LIMA, V. L. A.; BARACUHY, J. G. V. TRATAMENTO DE ÁGUA DE LAVANDERIA PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO SEMIÁRIDO. I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro. Campina Grande, 2013.

CARR, G., POTTER, R. B., NORTCLIFF, S. Water reuse for irrigation in Jordan: Perceptions of water quality among farmers. *Agricultural Water Management*, V. 98, I. 5, p.847-854, mar.2011.

CIRELLI, A. F.; ARUMÍ J. L.; RIVERA D.; BOOCHS P. W.; Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid. *Regions Chilean J. Agric. Res.*, vol. 69 (Suppl. 1), Dec. 2009.

MUYEN Z.; MOORE G. A.; WRIGLEY R. J. Soil salinity and sodicity effects of wastewater irrigation in South East Australia. *Agricultural Water Management*. v 99, n 1, p 33-41, Aug.2011.

GONÇALVES, R. F. et al (Coord.). *Uso Racional da Água em Edificações. Projeto PROSAB*. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

TRATAMENTO DE ÁGUA DE LAVANDERIA PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO SEMIÁRIDO

Aline Costa Ferreira

Viviane Farias Silva

Vera Lucia Antunes de Lima

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy

Introdução

O Nordeste é uma região que possuem solos rasos e pedregosos, além de irregulares pluviosidades. A escassez de água nas regiões áridas e semiáridas, decorrente a falta de infraestrutura de abastecimento especialmente em áreas rurais, é um problema com maiores proporções em países em desenvolvimento. Na região semiárida do nordeste brasileiro habitam 196,7 milhões de pessoas, sendo considerado o semiárido mais populoso do mundo (IBGE, 2010).

A produção agrícola em regiões áridas e semiáridas é limitada, devido à escassez de água, surgindo novas alternativas, sendo pesquisadas e validadas para garantir a sustentabilidade da produção. Assim, o reuso de água residuária de esgoto doméstico, utilizada em irrigação para produção de culturas prioritárias, torna-se um alternativo potencial, incrementando a produção agrícola. Carr et al. (2011) em sua pesquisa na Jordânia, revelou que produtores agrícolas conhecem a disponibilidade de efluentes durante todo o ano e os benefícios econômicos de sua utilização na agricultura. Segundo Cirelli et al. (2009) o uso de águas residuais, com ou sem tratamento, está aumentando em regiões áridas e semiáridas, pois é um recurso valioso e abundante.

O uso de água residuária na agricultura é extenso em múltiplos países, com vantagens econômicas através da redução de água e insumos agrícolas como fertilizantes. De acordo com Muyen et al. (2011), a reutilização de águas domésticas traz benefício ambiental, ocasionado pela diminuição da captação de águas subterrâneas e a redução de descarga de efluentes diretamente nos corpos hídricos.

Nesse contexto o trabalho foi realizado objetivando-se tratar a água proveniente da lavanderia pública para a produção agrícola.

Materiais e métodos

A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da Lavanderia Pública do Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras, PB, com uma população de 2.500 habitantes, pois o mesmo localiza-se numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, possuindo coordenadas geográficas (7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e altitude 382m acima do nível do mar), inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros.

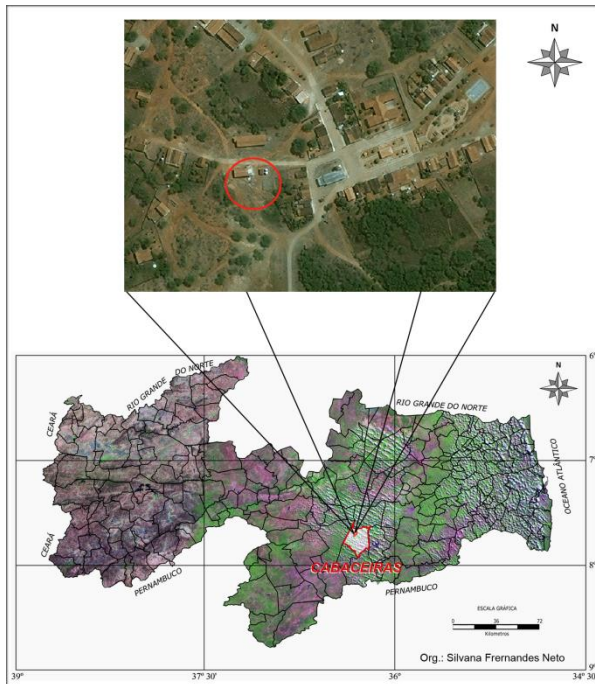


Figura 1. Mapa de localização da área em estudo.

Fonte: Fernandes Neto (2013).

As Unidades de Produção Agrícolas Controladas – UPAC’s consistem em um sistema de contenção de solo água, a partir da impermeabilização de uma área de aproximadamente 6 m² através do uso lonas plásticas em conjunto com a utilização de pneus velhos.

As UPAC's foram construídas a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) que utilizou a metodologia de "Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração" a qual foi executada utilizando cimento para impermeabilização das unidades e o plantio de bananeira e taioba, enquanto que o projeto em questão foi executado seguindo o mesmo procedimento de Gabialti (2009), mudando apenas a impermeabilização de cada unidade que foi feita com lona plástica de 200 micras, implantação das culturas capim elefante, maracujá e mucuna-preta e utilização de água cinza.

A construção das oito unidades de produção agrícola controladas foi dividida em duas etapas, sendo quatro unidades sem cobertura e quatro unidades com cobertura (lona plástica). Todas as unidades possuem as seguintes dimensões: 3,0 x 2,0 x 1,0m, portanto foram construídas através de uma escavação em forma de vala. Após a escavação, as mesmas foram impermeabilizadas com lona plástica de 200 micras para evitar infiltração da água no solo.

O volume de água cinza conduzido para cada Unidade foi de aproximadamente 4,42m³. Foram feitas análises de pH da água cinza que chega na caixa antes de ser distribuída no sistema, bem como de cada ponto de observação das Unidades através do medidor de pH. No sistema foram plantadas duas culturas com destinação à alimentação animal as quais são a mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.)) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e uma para consumo humano, o maracujá (*Passiflora sp*).

A análise estatística dos testes do experimento foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 culturas (capim roxo, mucuna preta e maracujá) com quatro repetições.

Resultados e discussão

No Gráfico 1 verifica-se que aos 23 Dias Após Plantio (DAP) aproximadamente 34% das amostras de água apresentaram pH entre 6,33 e 7,05 e 41% apresentaram pH entre 7,00 e 7,78.

As observações realizadas aos 43 DAP (Gráfico 2) e 63 DAP (Gráfico 3) apresentou comportamento semelhante. Já nas leituras observadas aos 83 DAP (Gráfico 4) constata-se que o pH variou de 7,05 a 7,36, que corroborando com estes resultados, Eriksson et al. (2002), trabalhando com caracterização de águas de máquina de lavar e tanques de lavagem de roupas encontraram pH alcalino nas amostras depois da lavagem. Os mesmos afirmam que quanto aos parâmetros químicos, o pH na água cinza depende basicamente do pH da água de abastecimento, que no trabalho foi encontrado

valores de pH básicos para os 2 poços que abastecem a lavanderia pública. Entretanto alguns produtos químicos utilizados podem contribuir para aumento do mesmo e o aumento do pH pode ser atribuído ao uso do sabão em pó e do amaciante.

Com relação às culturas, Lopes (2004) afirma que o capim elefante não tolera baixo pH no solo, o mesmo ocorre com a mucuna-preta, pois segundo Formentini (2008), recomenda-se que seu plantio seja feito em solos férteis ou fertilizados, em que o pH esteja acima de 6,0, enquanto que a cultura do maracujazeiro, segundo Fraife Filho (2013), reitera que deve ser cultivado em solos com pH entre 5,0 e 6,5 caracterizando pH ácido, portanto como a cultura do maracujá foi a que menos se desenvolveu, então este pode ter sido o fator limitante para o desenvolvimento desta cultura.

Verificou-se um ótimo desenvolvimento no capim elefante como também na mucuna. As culturas para destinação a alimentação animal foi utilizada por alguns criadores de cabra da região. É uma alternativa viável e sustentável para os moradores da região, reduzindo os impactos ocasionados pelo lançamento de efluentes sem tratamento no meio ambiente e uma maneira de conviver com a seca numa região semiárida. Como pode ser utilizada não apenas para produzir ração para animal como também culturas para consumo humano que seja resistente ao pH básico.

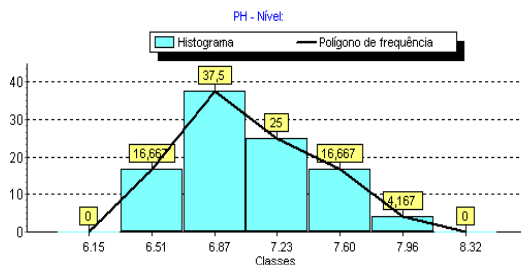


Gráfico 1 – Leitura 1 – pH - (23 DAP).

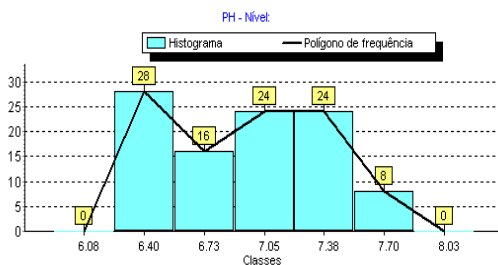


Gráfico 2 – Leitura 2 – pH - (43 DAP).

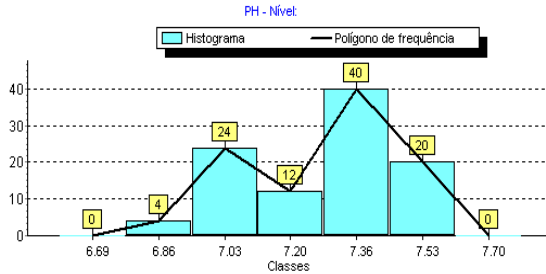


Gráfico 3 – Leitura 3 – pH - (63 DAP).

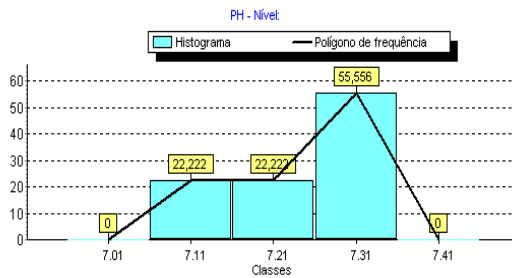


Gráfico 4 – Leitura 4 – pH – (83 DAP).

Conclusões

As águas usadas da lavanderia no final do experimento tiveram $\text{pH}=7,31$.

A cultura do capim elefante roxo produzido foi a que se obteve maior quantidade.

O tratamento das águas cinza nas Unidades de Produção Agrícola Controladas promoveu uma diminuição do pH das águas oriundas da lavanderia.

É uma alternativa viável e sustentável para os moradores da região, reduzindo os impactos ocasionados pelo lançamento de efluentes sem tratamento no meio ambiente e uma maneira de conviver com a seca numa região semiárida.

Referências bibliográficas

IBGE, 2010. CENSO DEMOGRÁFICO – 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

CARR, G., POTTER, R. B., NORTCLIFF, S. Water reuse for irrigation in Jordan: Perceptions of water quality among famers. *Agricultural Water Management*, V. 98, I. 5, p.847-854, mar.2011.

CIRELLI, A. F.; ARUMÍ J. L.; RIVERA D.; BOOCHS P. W.; Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid. *Regions Chilean J. Agric. Res.*, vol. 69 (Suppl. 1), Dec. 2009.

MUYEN Z.; MOORE G. A.; WRIGLEY R. J. Soil salinity and sodicity effects of wastewater irrigation in South East Australia. *Agricultural Water Management*. v 99, n 1, p 33-41, Aug.2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR. Versão 4.3 (Build 45). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

GALBIATI, A. F. Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração. 2009. 38f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H. LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, Dinamarca, v. 4, n.1, p. 58-104, 2002

LOPES, B. A., O capim elefante. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia. Seminário apresentado à disciplina ZOO 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes). Viçosa. 2004.

FORMENTINI, E. A. Eng. Agr. Coordenador de Agroecologia. Cartilha Sobre Adubação Verde e Compostagem. Vitória, ES, 2008.

FRAIFE FILHO, G., LEITE, J. B. V., RAMOS, J. V., Maracujá. 2013. Disponível em: www.ceplac.gov/radar/maracuja.htm. Acesso em 15/08/2013.

UNIDADES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA CONTROLADA NO SEMIÁRIDO PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA CINZA

Aline Costa Ferreira

Viviane Farias Silva

Vera Lucia Antunes de Lima

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy

Introdução

A escassez de água nas regiões áridas e semiáridas, decorrente a falta de infraestrutura de abastecimento especialmente em áreas rurais, é um problema com maiores proporções em países em desenvolvimento. Na região semiárida do nordeste brasileiro habitam 196,7 milhões de pessoas, sendo considerado o semiárido mais populoso do mundo (IBGE, 2010). A seca, apesar de relacionada com o fator climático, dado à alta evaporação potencial da região em foco (2000 mm/ano), quando associada aos processos de desertificação tem seus efeitos danosos, com proporções severas, afetando diretamente a sobrevivência da população nordestina (BARACUHY, 2001).

As restringidas reservas mundiais de água doce, juntamente com as limitações de lançamento de efluentes no meio ambiente, culminam para a necessidade do uso racional dos recursos hídricos de modo a reduzir os impactos negativos da geração de efluentes. Medeiros et al. (2010) nesse contexto racionalista, afirma que a irrigação é a maior consumidora de água, necessitando de fontes abundantes e com qualidade.

A produção agrícola em regiões áridas e semiáridas é limitada, devido à escassez de água, surgindo novas alternativas, sendo pesquisadas e validadas para garantir a sustentabilidade da produção. Assim, o reuso de água residuária de esgoto doméstico, utilizada em irrigação para produção de culturas prioritárias, torna-se um alternativo potencial, incrementando a produção agrícola. Carr et al. (2011) em sua pesquisa na Jordânia, revelou que produtores agrícolas conhecem a disponibilidade de efluentes durante todo o ano e os benefícios econômicos de sua utilização na agricultura. Segundo Cirelli et al. (2009) o uso de águas residuais, com ou sem tratamento, está aumentando em regiões áridas e semiáridas, pois é um recurso valioso e abundante.

A utilização de águas cinzas bruta originadas de descargas sanitárias ou na irrigação de jardins é uma prática vigente em alguns países, apesar do aspecto relativamente desagradável da água de reuso (GONÇALVES, 2006). O uso de água residuária na agricultura é extenso em múltiplos países, com vantagens econômicas através da redução de água e insumos agrícolas como fertilizantes. De acordo com Muyen et al. (2011), a reutilização de águas domésticas traz benefício ambiental, ocasionado pela diminuição da captação de águas subterrâneas e a redução de descarga de efluentes diretamente nos corpos hídricos.

Neste contexto o trabalho foi realizado objetivando-se implantar e monitorar a eficiência do tratamento da água, para o semiárido, de unidades de produção agrícola controladas UPAC's utilizando as águas cinzas de uma lavanderia comunitária do distrito de Ribeira de Cabaceiras, PB.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida nas instalações da Lavanderia Pública do Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras, PB, com uma população de 2.500 habitantes, pois o mesmo localiza-se numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, possuindo coordenadas geográficas (7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e altitude 382m acima do nível do mar) inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros.

O clima é do tipo Tropical, com verão seco. Nas superfícies suaves onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas elevações ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas.

Fernandes Neto (2013) em sua pesquisa classificou o material de solo utilizado pertence à classe NC49, denominado Bruno Não Cálculo.

As Unidades de Produção Agrícolas Controladas – UPAC's consistem em um sistema de contenção de solo água, a partir da impermeabilização de uma área de aproximadamente 6 m² através do uso lonas plásticas em conjunto com a utilização de pneus velhos.

As UPAC's foram construídas a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) que utilizou a metodologia de "Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração" a qual foi executada utilizando cimento para impermeabilização das unidades e o plantio de bananeira e taioba, enquanto que o projeto em questão foi executado seguindo o mesmo procedimento de Gabialti (2009), mudando apenas a impermeabilização de cada unidade que foi feita com lona plástica de 200 micras, implantação das culturas capim elefante, maracujá e mucuna-preta e utilização de água cinza.

A construção das oito unidades de produção agrícola controladas foi dividida em duas etapas, sendo quatro unidades sem cobertura e quatro unidades com cobertura (lona plástica). Todas as unidades possuem as seguintes dimensões: 3,0 x 2,0 x 1,0m, portanto foram construídas através de uma escavação em forma de vala. Após a escavação, as mesmas foram impermeabilizadas com lona plástica de 200 micras para evitar infiltração da água no solo.

Na figura 1 verificam-se as bases impermeabilizadas com as lonas plásticas forradas por uma camada de areia seguida de pedras assentadas sobre o fundo das valas com materiais de granulometria decrescente (no sentido de baixo para cima). No fundo estão os grandes fragmentos de pedras (britão). Acima vêm as pedras, cascalhos e seixos e acima destes está uma série de pneus alinhados preenchendo toda extensão da unidade. O encanamento de águas cinzas proveniente da lavanderia foi destinado em bateladas, para dentro desse alinhamento de pneus através de um tubo de PVC de 100mm perfurados para facilitar a devida distribuição no meio onde acontecerá a digestão anaeróbica do efluente, que escorre pelos os espaços entre pneus.

Para a construção das unidades foram utilizadas 336 litros de areia ($0,33\text{m}^3$ de areia), 480 litros de brita nº1 ($0,48\text{m}^3$ de brita nº1) e 536 litros de brita nº 5 ($0,53\text{m}^3$ de brita nº5).

Dentro da tubulação foi colocado uma pilha de pneus (Figura 2), aproximadamente 21 pneus e para o monitoramento da eficiência do tratamento de esgoto foram implantados sete pontos de coleta do efluente, sendo dois penetrando os pneus até o cano de distribuição do efluente, 2 a direita e 2 a esquerda da linha de pneus, porém os mesmos foram confeccionados de tubos de PVC de 50 mm ficando 40 cm acima da superfície indo até o cascalho que é a base da unidade com o objetivo de serem utilizados para pontos de coletas.



Figura 1 – Construção das Unidades de Produção Agrícola Controlada.



Figura 2 – Visão geral das Unidades de Produção Agrícola Controlada.

São 7 tubos de observação e os mesmos se encontram fechados com tampa móvel, retirando apenas a cada 30 dias para coleta de água, a qual é

feita através de uma “bomba hidráulica” que é um tubo de PVC de 50 mm e dentro para fazer a sucção foi colocado outro tubo de PVC de 20 mm e na ponta uma borracha para facilitar a sucção da água e por isso que se considera um sistema fechado, onde não há perda de água por infiltração. Os parâmetros analisados das águas cinzas coletadas dos pontos de observação das unidades foram: Condutividade Elétrica (CE), pH e Oxigênio Dissolvido (OD). As unidades possuem seu registro individual para controlar a quantidade de água cinza que entra, pois todas têm de estar com mesmo nível de água que é de 50 cm de altura de lâmina d’água. Cada unidade possui também um dreno localizado do lado oposto da entrada do efluente que teve também finalidade de coleta para análise laboratorial.

A água cinza proveniente da lavanderia foi conduzida através de tubulação até uma caixa d’água de 500 litros com a borda interna para controlar o volume utilizado nas UPAC’s para posterior distribuição por gravidade. A tubulação que vem da lavanderia comunitária passa por uma caixa d’água que possui registro individual para que haja o controle da quantidade de água que entra em cada unidade (tanque), pois cada unidade foi preenchida até alcançar uma altura de 50 cm e a cada 74 horas realizava o monitoramento e controle da água através do uso da régua milimetrada de madeira e durante a coleta d’água. O volume de água cinza conduzido para cada Unidade foi de aproximadamente 4,42m³. Foram feitas análises de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD) e pH da água cinza que chega na caixa antes de ser distribuída no sistema, bem como de cada ponto de observação das Unidades através dos equipamentos Condutivímetro, aparelho de medições de oxigênio dissolvido e peagâmetro.

No sistema foram plantadas duas culturas com destinação à alimentação animal as quais são a mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.)) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e uma para consumo humano, o maracujá (*Passiflora* sp). Para Determinar a Fitomassa verde (FMV) e Fitomassa seca (FMS), o material coletado (colmos e folhas), foi retirado amostras de 500g de cada Unidade, sendo fracionadas e acondicionadas em sacos de papel (furados para permitir a circulação do ar), e colocadas em estufa de circulação forçada com temperatura de 75°C, por 24 horas, após resfriar seguiu uma nova pesagem, pois essa determinação da Matéria Seca (MS) foi realizada de acordo com a metodologia de Van Soest (1994).

A análise estatística dos testes do experimento foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com esquema fatorial 3 x 2, sendo 3 culturas (capim roxo, mucuna preta e maracujá) com quatro repetições.

Resultados e discussão

Na figura 3^a, verifica-se que aos 23 dias após plantio (DAP), aproximadamente 80% das leituras de condutividade elétrica ficou entre 1,36 dS.m⁻¹ e 2,05 dS.m⁻¹, enquanto que aos 43 DAP o valor de CE esteve em torno de 1,17 dS.m⁻¹ em todas as Unidades (figura 3B), pois esta queda da CE pode ter ocorrido pela diluição de sais pela água da chuva ocorrida neste período. Aos 63 DAP observou-se (figura 4A) uma elevação da CE em resposta ao efeito da evapotranspiração das culturas que elevou a concentração da solução do solo, logo o mesmo comportamento é verificado aos 83 DAP conforme se observa na figura 4B.

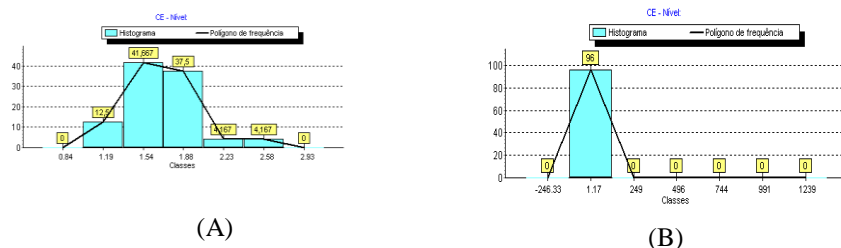


Figura 3 – (A) Leitura 1: condutividade elétrica – CE (23 DAP). (B) Leitura 2: Condutividade Elétrica – CE (43 DAP)

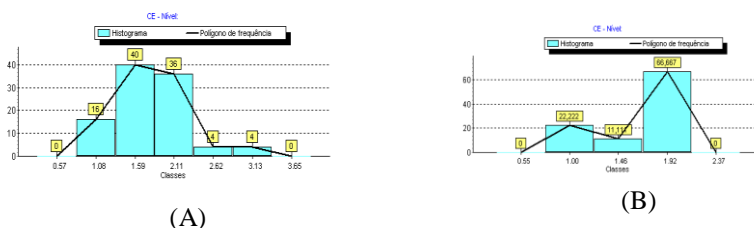
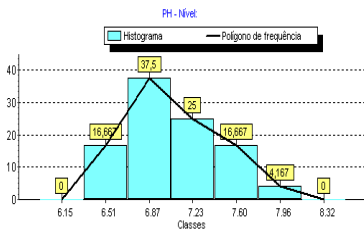


Figura 4 – (A) Leitura 3: Condutividade Elétrica – CE (63 DAP). (B) Leitura 4: Condutividade Elétrica – CE (83 DAP).

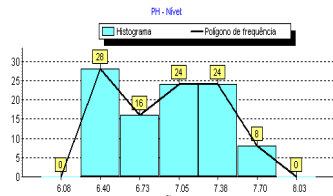
Almeida (2010) menciona que quanto maior for o conteúdo salino de uma solução, maior será a CE da mesma. Segundo Ayres e Westcot (1999) afirmam que o valor permitido para a condutividade elétrica da água de irrigação é abaixo de 0,7 dS m⁻¹, portanto a condutividade elétrica das águas cinzas do sistema, as quais se encontram no nível de grau de restrição baixo a moderado, ou seja, acima do valor máximo permitido (0,7 dS m⁻¹), mas apesar desse grau de restrição de uso, as culturas da mucuna preta e capim

elefante roxo se desenvolveram bem e apenas o maracujá teve sua limitação no desenvolvimento.

Na figura 5A verifica-se que aos 23 DAP aproximadamente 34% das amostras de água apresentaram pH entre 6,33 e 7,05 e 41% apresentaram pH entre 7,00 e 7,78. As observações realizadas aos 43 DAP (figura 5B) e 63 DAP (figura 6A) apresentou comportamento semelhante. Já nas leituras observadas aos 83 DAP (figura 6B) constata-se que o pH variou de 7,05 a 7,36, que corroborando com estes resultados, Eriksson et al. (2002), trabalhando com caracterização de águas de máquina de lavar e tanques de lavagem de roupas encontrou pH alcalino nas amostras depois da lavagem, os mesmos afirmam que quanto aos parâmetros químicos, o pH na água cinza depende basicamente do pH da água de abastecimento, que no trabalho foi encontrado valores de pH básicos para os 2 poços que abastecem a lavanderia pública. Entretanto alguns produtos químicos utilizados podem contribuir para aumento do mesmo e o aumento do pH pode ser atribuído ao uso do sabão em pó e do amaciante.

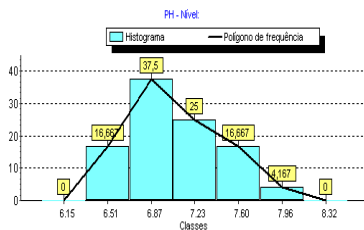


(A)

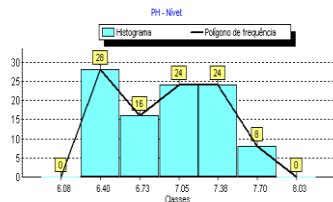


(B)

Figura 5 – (A) Leitura 1: pH - (23 DAP). (B) Leitura 2: pH - (43 DAP).



(A)

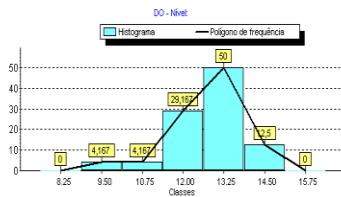


(B)

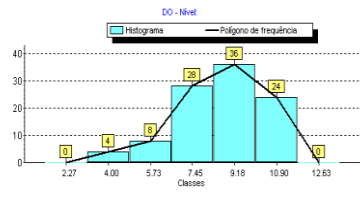
Figura 6 – (A) Leitura 3: pH - (63 DAP). (B) Leitura 4: pH – (83 DAP).

Com relação às culturas, Lopes (2004) afirma que o capim elefante não tolera baixo pH no solo, o mesmo ocorre com a mucuna-preta, pois segundo Formentini (2008), recomenda-se que seu plantio seja feito em solos férteis ou fertilizados, em que o pH esteja acima de 6,0, enquanto que a cultura do maracujazeiro segundo Fraife Filho (2013), reitera que deve ser cultivado em solos com pH entre 5,0 e 6,5 caracterizando pH ácido, portanto como a cultura do maracujá foi a que menos se desenvolveu, então este pode ter sido o fator limitante para o desenvolvimento desta cultura.

Analisando-se a figura 7A observa-se que os valores de OD variaram entre 10 e 15 mg.L⁻¹, estes valores decresceram nas leituras realizadas aos 43 DAP (figura 7B). Nas leituras realizadas aos 63 DAP houve elevação deste parâmetro (figura 8A), este fato pode ter sido devido a pequenas chuvas ocorridas neste período, logo o mesmo ocorreu aos 83 DAP (figura 8B).

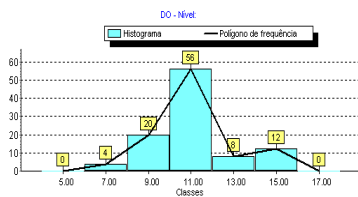


(A)

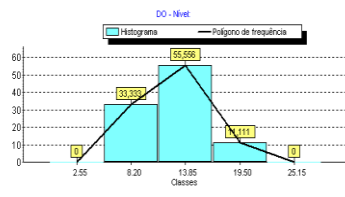


(B)

Figura 7 – (A) Leitura 1: Oxigênio Dissolvido – OD - (23 DAP). (B) Leitura 2: Oxigênio Dissolvido – OD - (43 DAP).



(A)



(B)

Figura 8– (A) Leitura 3: Oxigênio Dissolvido – OD - (63 DAP). (B) Leitura 4: Oxigênio Dissolvido – OD - (83 DAP).

A massa verde do capim foi encontrada através do seu peso total, pois o peso total do Capim elefante no tratamento sem cobertura foi de 126,965 kg, enquanto que o peso do capim no tratamento com cobertura foi de 99,277 kg, ou seja, o capim elefante roxo nas mesmas condições se desenvolveu

melhor sem a cobertura, já a mucuna preta obteve produção de 13,452 kg no tratamento sem cobertura e 18,086 kg com cobertura, onde a mucuna preta se desenvolveu melhor no tratamento com cobertura isso se deu devido a evaporação do solo ser baixa, consequentemente maior disponibilidade de água.

Já a massa seca foi encontrada de acordo com a metodologia de Van Soest (1994), a qual do material coletado (colmos e folhas) foi retirada amostras de 500g de cada Unidade, sendo fracionadas e acondicionadas em sacos de papel (furados para permitir a circulação do ar) e colocadas em estufa de circulação forçada, com temperatura de 75°C, por 24 horas, após resfriar seguiu uma nova pesagem encontrando peso total de matéria seca do capim igual a 2,21 kg e para a mucuna preta foi encontrado 2,63 Kg de massa seca.

Conclusões

As águas usadas da lavanderia no final do experimento apresentaram as seguintes características: CE=1,92 dS.m⁻¹, pH=7,31 e OD = 55,5 mg.L⁻¹.

A cultura do capim elefante roxo produzido foi a que se obteve maior quantidade.

O tratamento das águas cinzas nas Unidades de Produção Agrícola Controladas promoveu uma diminuição da CE, pH e OD das águas oriundas da lavanderia.

Alternativa viável e sustentável para o tratamento de água de lavanderias como também para produzir alimentos para fins animais e humanos.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, O. A. de. Qualidade da água de irrigação [recurso eletrônico] / Otávio Álvares de Almeida. - Dados eletrônicos. - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade de água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).

BARACUHY, J. G. de V. Manejo integrado de microbacias hidrográficas no Semiárido Nordeste: estudo de caso. Campina Grande: UFPB, 2001. 221p. Tese de Doutorado (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal da Paraíba – CAMPUS II – Campina Grande, 2001.

CARR, G., POTTER, R. B., NORTCLIFF, S. Water reuse for irrigation in Jordan: Perceptions of water quality among farmers. *Agricultural Water Management*, V. 98, I. 5, p.847-854, mar.2011.

CIRELLI, A. F.; ARUMÍ J. L.; RIVERA D.; BOOCHS P. W.; Environmental effects of irrigation in arid and semi-arid. Regions Chilean *J. Agric. Res.*, vol. 69 (Suppl. 1), Dec. 2009.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; MOGENS, H. LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water*, Dinamarca, v. 4, n.1, p. 58-104, 2002.

FERNANDES NETO, S., *Zoneamento Geoambiental em Microbacia Hidrográfica do Semiárido Paraibano*. 2013. 116f. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande/UFCG.

FERREIRA, D. F. SISVAR. Versão 4.3 (Build 45). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FORMENTINI, E. A. Eng. Agr. Coordenador de Agroecologia. *Cartilha Sobre Adubação Verde e Compostagem*. Vitória, ES, 2008.

***CULTIVO DE MARACUJÁ COM ÁGUA CINZA
TRATADA PELAS UNIDADES DE PRODUÇÃO
AGRÍCOLA CONTROLADA***

Viviane Farias Silva

Aline Costa Ferreira

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy

Kalyne Sonale Arruda de Brito

Introdução

A região semiárida do Nordeste possui os maiores índices de evaporação do Brasil, devido à grande incidência de insolação, com índices aproximados de 2200 mm/ano (Rocha & Kurtz, 2001), em época de estiagem a disponibilidade e qualidade de água são reduzidas. Marengo (2008) menciona as graves repercussões ocasionadas pelo fenômeno da seca em regiões semiáridas verificando que a água é um fator crítico para as populações locais.

Segundo Lima et al. (2005) o reuso de água na região semiárida do nordeste do Brasil, pode ser uma fonte alternativa de água, matéria orgânica e nutrientes, com possibilidade de assegurar e incrementar a produção agrícola durante as estiagens prolongadas, contribuindo para a fixação do homem no campo. Este recurso proporciona água disponível independente da época do ano, possuindo nutrientes que podem ser utilizados pelas plantas, contribuindo para a fertilidade do solo, visto que a fertilização mineral é pouco usada devido o baixo poder aquisitivo dos produtores da região, sendo a adubação orgânica uma alternativa economicamente viável para eles (Nobre et al., 2010).

O reuso de água é uma alternativa para a irrigação em locais com restrição de água como também uma forma de utilizar a água secundária minimizando os impactos ambientais e os custos. As maiores vantagens do aproveitamento da água residuária são: conservação da água disponível, grande disponibilidade, aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos) contribuindo, assim, para a preservação do meio ambiente (Van der Hoek et al., 2002).

O tratamento das águas residuárias pode ser realizado através de reatores como o de fluxo ascendente, lagoas de polimento no pós-tratamento

de efluente anaeróbio para irrigação irrestrita como também tanques evaporímetros. Ferreira et al.(2014) afirma que a utilização dos tanques evaporímetros constituído de pneus, no tratamento de águas cinzas provenientes de lavanderia é eficaz minimizando os impactos ambientais no meio ambiente, além de reutilizar pneus usados para a implantação dos tanques, reduzindo assim os custos.

A substituição da água limpa pelas águas residuárias em sistemas cultivados com gramíneas forrageiras (Fonseca et al., 2007; McLaughlin et al., 2004) proporciona benefícios econômicos, com aumento da qualidade e rendimento da forragem, além de ser uma opção interessante do ponto de vista ambiental. Nesse contexto, a pesquisa foi realizada objetivando-se analisar o desenvolvimento do maracujazeiro com água residuária tratada em unidades de produção agrícolas controlados constituídos de pneus usados.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras-PB, possuindo coordenadas geográficas (7° 29' 21" Sul, 36° 17' 18" Oeste e altitude 382 m acima do mar), com uma população de 2.500 habitantes, pois o mesmo localiza-se numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, esta inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros.

As unidades de produção agrícola controlada (UPAC's) consistem em um sistema de contenção de solo água, a partir da impermeabilização de uma área de aproximadamente 6 m² através do uso lonas plásticas em conjunto com a utilização de pneus velhos (Ferreira et al., 2014). As UPAC's foram construídas a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) na Figura 1, que utilizou a metodologia de "Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração" a qual foi executada utilizando cimento para impermeabilização das unidades e o plantio de bananeira e taioaba, enquanto que Ferreira et al. (2014) seguindo o mesmo procedimento modificando apenas a impermeabilização de cada unidade que foi feita com lona plástica de 200 micras para o tratamento da água cinza utilizadas neste experimento.

De acordo com Ferreira et al. (2014), para o preenchimento do tanque foram utilizados 336 litros de areia (0,33m³ de areia), 480 litros de brita nº1 (0,48 m³ de brita nº1) e 536 litros de brita nº 5 (0,53 m³ de brita nº5). As camadas foram construídas e distribuídas da seguinte forma (Figura 1): Camada 1: foi preenchida com uma camada de 35 cm de brita nº 5; Camada

2: foi preenchida com uma camada de 25 cm de brita nº 1; Camada 3: foi preenchida com uma camada de 20 cm de areia; Camada 4: foi preenchida com uma camada de 20 cm de solo retirado da própria escavação.

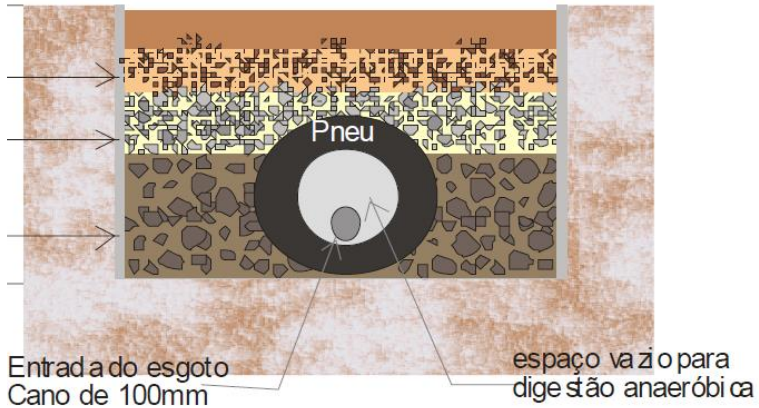


Figura 1. Corte frontal do sistema de tratamento de esgoto.

Fonte: GABIALTI (2009).

A água cinza proveniente da lavanderia comunitária do Distrito de Ribeira/PB utilizada pela comunidade, como no local não existe coleta de esgoto o efluente gerado pela lavanderia era lançado diretamente no meio ambiente sem nenhum tratamento prévio, como solução do problema os autores implantaram uma unidade de produção agrícola controlada que em seu interior possui pneus velhos auxiliando no tratamento anaeróbico, melhorando a qualidade da água reduzindo os impactos ambientais (Ferreira et al. 2014). Após a implantação do sistema de tratamento de água (UPAC's) foram inseridas o maracujazeiro (*Passiflora* sp) para fins de alimentação da comunidade e desenvolvimento econômico da região.

A irrigação foi feita sub-superficial por capilaridade, deixando as unidades com 50 cm de coluna de água, foram monitoradas diariamente com o intuito de controlar a umidade do solo através da capacidade de campo para o melhor desenvolvimento da cultura. As mudas de maracujazeiro foram obtidas do horto da prefeitura de Campina Grande/PB. Tomando-se como base as recomendações feitas para as condições brasileiras por Teixeira (1995), segundo afirma que o transplântio deve ser realizado com mudas apresentando, entre 15 e 30 cm de altura.

A avaliação foi realizada aos 23 dias após o plantio das culturas (DAP) e aos 43, 63 e 83 DAP, para a análise de crescimento não destrutivo nas seguintes variáveis:

a) diâmetro caulinar (mm) – o diâmetro do caule da planta foi determinado no nível do solo, utilizando-se um paquímetro metálico, com precisão de 0,05 mm;

b) número de folhas – contadas todas as folhas da planta com comprimento a partir de 1 cm.

A análise estatística dos testes do experimento foi realizada utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2003). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 (quatro) repetições e unidades com e sem cobertura (lona).

Resultados e Discussão

Para Benincasa (1988), a análise de crescimento baseia-se, fundamentalmente, no fato de que 90% da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo de seu crescimento, resultam da atividade fotossintética e o restante, da absorção de nutrientes minerais. O crescimento de uma planta pode ser estudado por meio de medidas lineares, como: altura da planta, comprimento, largura das folhas e diâmetro do caule etc.

No tratamento de águas secundárias com reuso de pneus para o cultivo de maracujá é uma forma de trazer a aplicação de tecnologia sustentável para suprir a necessidade da comunidade preservando o meio ambiente. Na Figura 2 observa-se os resultados obtidos da variável diâmetro caulinar irrigada com água cinza tratada nas UPAC's.

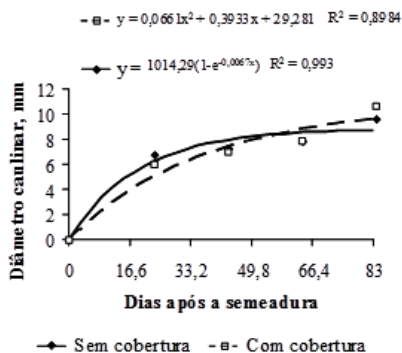


Figura 2. Diâmetro caulinar aos 23, 43, 63 e 83 dias após o plantio do maracujá.

Verifica-se que para o tratamento sem cobertura o diâmetro caulinar manteve-se constante no valor aproximado de 8 mm porém decresceu a partir dos 50 DAS o diâmetro teve um aumento de 9 mm em média. A água cinza tratada pelas UPAC's disponibiliza quantidade necessária de água e nutrientes para a planta. Na Figura 3 verifica-se a quantidade em média de folhas produzidas pelos maracujazeiros cultivados em unidades de produção agrícola controlada.

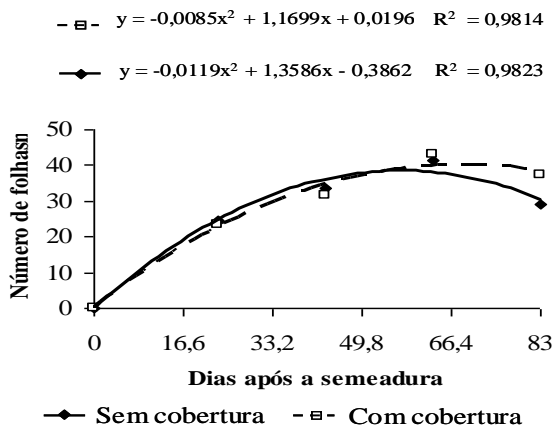


Figura 3. Número de folhas aos 23, 43, 63 e 83 dias após o plantio do maracujá.

Na Figura 3 percebe-se que no tratamento sem cobertura houve um crescimento de aproximadamente 37 folhas, porém a partir dos 50 DAS percebe-se um declínio no número de folhas e aos 83 DAS têm em média 30 folhas/planta, enquanto que no tratamento com cobertura o número de folhas manteve - se em crescimento com média de 40 folhas por planta aos 83 DAS.

Cavalcante (2005) trabalhando com maracujá irrigado com água salina afirma que o maior declínio do crescimento ocorreu na avaliação do diâmetro caulinar do maracujazeiro-amarelo em consequência do acúmulo de sais no solo. Dos 63 aos 83 DAS o tratamento sem cobertura inicia um declínio no diâmetro e no número de folhas (Figuras 2 e 3) decorrente a evaporação e possivelmente acúmulo de sais. O tratamento com cobertura reduz a perda de água do solo para a atmosfera, reduzindo o acúmulo de sais no solo e o estresse na planta, aumentando assim o seu desenvolvimento.

O diâmetro do caule é considerado por Schubert & Adams (1971) como a melhor variável isolada a ser utilizada para a avaliação da qualidade de mudas. Entretanto, Carneiro (1983) comenta que esta variável associada à altura fornece um forte parâmetro para uma melhor classificação das mudas em termos de qualidade.

A utilização de água residuária tratada de maneira sustentável em regiões semiáridas é uma alternativa para conviver com a seca, além de renda e alimentação para a comunidade. O uso de UPAC's reduz os impactos do lançamento de água cinza no meio ambiente, preservando o solo e a água, como também é uma opção para cultivar não apenas o maracujá, como hortaliças e outros tipos de frutíferas.

Conclusão

O maracujazeiro teve um bom desenvolvimento nos dois tratamentos, principalmente com cobertura, pois a evaporação da unidade era nula. O tratamento de água cinza proporciona quantidade de água disponível e de nutrientes no qual a planta necessita para produzir e se desenvolver. Aos 83 DAS o tratamento sem cobertura teve melhores resultados com médias de aproximadamente 40 folhas/planta e diâmetro de 9mm.

As unidades de produção agrícola além de tratar a água cinza também possibilita a produção de diversas culturas, como frutíferas e forragens, proporcionando renda a comunidade e melhores condições de vida.

Referências Bibliográficas

- Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.
- Carneiro, J. G. A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais que afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade. Curitiba: FUPEF, 1983. 40p. (FUPEF. Série técnica, 12).
- Cavalcante, L. F.; COSTA, J. R. M.; Oliveira, F. K. D.; Cavalcante, Í. H. L.; Araújo, F. A. R. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas lateralmente contra perdas hídricas. Irriga, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 229-240, 2005.
- Ferreira, A. C; Silva, V. F; Oliveira, E. M; Baracuh, J. G. V.; Furtado, D. A. Tanques evaporímetros para tratamento de água cinza. Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro / Organizadores, Dermeval Araújo Furtado, José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, Paulo Roberto Megna Francisco, Silvana Fernandes Neto, Verneck Abrantes de Sousa. Campina Grande: EPGRAF, 2014. 1v. p.26-33.

Ferreira, D.F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, p. 32, 2003.

Fonseca, A. F.; Melfi, A. J.; Monteiro, F. A.; Montes, C. R.; Almeida, V. V.; Herpin, U. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. *Agricultural Water Management*, v.87, p.328-336, 2007.

Galbiati, A. F. Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração. 2009. 38f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.

Lima, S. M. S.; Henrique, I. N.; Ceballos, B. S. O.; Sousa, J. T.; Araújo, H. W. C. Qualidade sanitária e produção de alface irrigada com esgoto doméstico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, p. 21-25, 2005.

Marengo, J. A. Água e mudanças climáticas. *Estudos avançados*, São Paulo, v.22, n. 63, p.85-96, 2008.

McLaughlin, M. R.; Farbrother, T. E.; Rowe, D. E. Nutrient uptake by warm-season perennial grasses in a swine effluent spray field. *Agronomy Journal*, v.96, p.484-493, 2004.

Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O. DE; Nascimento, E. C. S. Produção de girassol sob diferentes laminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.07, p.747-754,2010.

Rocha, J. S. M; Kurtz, S. J. M. Manejo integrado de bacias hidrográficas. 4ª Edição. Santa Maria: UFSM, 2001. 302p.

Schubert, G. H.; Adams, R. S. Reforestation practices for conifers in California. Sacramento: California Department of Conservation, Division of Forestry,1971. 359p. SIDRA/IBEGE. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 22 de janeiro de 2011.

Texeira, C. G. Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2. ed. Campinas, ITAL/ICEA, 1995. p. 01-142 (Série Frutas Tropicais, 9).

Van der Hoek, W.; Hassan, U.M.; Ensink, J.H.J.; Feenstra, S.; Raschid-Sally, L.; Munir, S.; Aslam, R.; Alim, N.; Hussain, R.; Matsuno, Y. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63).

FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA *a* DE CULTURAS CULTIVADAS EM TANQUES EVAPORÍMETROS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Viviane Farias Silva

Aline Costa Ferreira

Kalyne Sonale Arruda de Brito

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy

Introdução

O Nordeste abrange 18.27% do território brasileiro, possuindo uma área de 1.561.177,8 km²; destes 962.857,3 km² estão inseridos no denominado Polígono das Secas, delimitado em 1936 e revisado em 1951 dos quais 841.260,9 km² abrangiam o Semiárido nordestino. Evidenciando que a área territorial do Semiárido, assim delimitada, era superior à soma dos territórios da Alemanha, Itália, Cuba e Costa Rica (Araújo, 2011).

Com os maiores índices de evaporação do Brasil, a região semiárida do Nordeste, devido à grande incidência de insolação, com índices aproximados de 2200 mm/ano (Rocha & Kurtz, 2001) têm dificuldades na disponibilidade de água. Marengo (2008) menciona as graves repercussões ocasionadas pelo fenômeno da seca em regiões semiáridas verificando que a água é um fator crítico para as populações locais.

No intuito de reduzir o uso de água de qualidade, o tratamento de águas secundárias para diversos fins é uma alternativa que vem sendo amplamente utilizada e pesquisada. Diversos países consideram o aproveitamento de águas residuárias na agricultura, em particular as de origem urbana, como uma alternativa viável devido ao elevado consumo dentro dessa atividade e em razão da sua escassez (Metcalf & Eddy, 1991). Segundo Van der Hoek et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária são: conservação da água disponível, grande disponibilidade, aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos) contribuindo, assim, para a preservação do meio ambiente.

O reuso de água na região semiárida do nordeste do Brasil, de acordo com Lima et al. (2005) pode ser uma fonte alternativa de água, matéria orgânica e nutrientes, com possibilidade de assegurar e incrementar a produção agrícola durante as estiagens prolongadas, contribuindo para a

fixação do homem no campo. Este recurso proporciona água disponível independente da época do ano, possuindo nutrientes que podem ser utilizados pelas plantas, contribuindo para a fertilidade do solo, visto que a fertilização mineral é pouco usada devido o baixo poder aquisitivo dos produtores da região, sendo a adubação orgânica uma alternativa economicamente viável para eles (Nobre et al., 2010).

Para o tratamento de águas residuárias pode ser utilizado o reator tipo Uasb, lagoas de polimento no pós-tratamento de efluente anaeróbio para irrigação irrestrita como também tanques evaporímetros. Ferreira et al.(2014) afirma que a utilização dos tanques evaporímetros no tratamento de águas cinzas provenientes de lavanderia é eficaz minimizando os impactos ambientais no meio ambiente, além de reutilizar pneus usados para a implantação dos tanques, reduzindo assim os custos.

A aplicação de águas residuárias em substituição a água limpa, em sistemas cultivados com gramíneas forrageiras (Fonseca et al., 2007; McLaughlin et al., 2004) proporcionando benefícios econômicos, com aumento da qualidade e rendimento da forragem, além de ser uma opção interessante do ponto de vista ambiental.

Avaliando o comportamento de quatro gramíneas forrageiras (Quicuiu da Amazônia, Braquiária, Tifton 85 e Coastcross) em rampas de tratamento com água residuária de suinocultura, Queiroz et al. (2004) verificaram que os conteúdos de proteína bruta foram, em todos os capins, superiores quando receberam água residuária de suinocultura em relação à água da rede de abastecimento.

Uma prática que pode viabilizar o uso de água de baixa qualidade e de solos salinos é a utilização de genótipos com boa tolerância a esse fator abiótico (Oliveira, 2010). Sendo assim, o estudo de parâmetro fisiológico como a fluorescência da clorofila a é importante no esclarecimento de efeitos das condições osmóticas e hídricas sobre a eficiência fotossintética nos vegetais. A fluorescência da clorofila, sendo um método não destrutivo, é uma técnica amplamente utilizada para avaliar a tolerância de diferentes espécies e genótipos aos mais diversos tipos de estresses, bem como a influência destes nos processos fotossintéticos (Naumann et al., 2008). Nesse contexto, objetivou-se avaliar com a pesquisa os aspectos fisiológicos das forragens (mucuna-preta e capim elefante roxo) e da frutífera (maracujazeiro) cultivados em tanques evaporímetros no semiárido.

Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Distrito de Ribeira, município de Cabaceiras-PB, possuindo coordenadas geográficas (7° 29' 21" Sul, 36° 17'

18° Oeste e altitude 382 m acima do mar), com uma população de 2.500 habitantes, pois o mesmo localiza-se numa das mais secas regiões do Brasil, no semiárido do cariri paraibano. Distante 183,8 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba e 78 km de Campina Grande, esta inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros.

Os tanques evaporímetros consistem em um sistema de contenção de solo água, a partir da impermeabilização de uma área de aproximadamente 6 m² através do uso lonas plásticas em conjunto com a utilização de pneus velhos (FERREIRA et al., 2014). Os tanques evaporímetros foram construídos a partir da adaptação desenvolvida por Gabialti (2009) que utilizou a metodologia de “Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração” a qual foi executada utilizando cimento para impermeabilização das unidades e o plantio de bananeira e taioba, enquanto que Ferreira et al., (2014) modificou a metodologia modificando a impermeabilização de cada unidade (tanque) que foi feita com lona plástica de 200 micras para o tratamento da água cinza utilizadas nesse experimento para cultivo de capim elefante, mucuna-preta e maracujazeiro.

No tratamento de água cinzas proveniente de lavanderia pública foram utilizados tanques evaporímetros e implantados no sistema as seguintes culturas: o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e a mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.)) com destinação à alimentação animal e o maracujá (*Passiflora* sp) uma frutífera para consumo humano.

Aos 83 dias após plantio (DAP) foram analisados os parâmetros de emissão da fluorescência da clorofila a em folhas pré-adaptadas ao escuro por 30 minutos, com uso de um fluorômetro portátil (PEA–Plant Efficiency Analyser, da Hansatech instruments, Norfolk, UK) determinando-se os valores de fluorescências inicial (Fo), máxima (Fm), variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), obtendo-se ainda a partir desses dados, as relações Fv/Fm, Fv/Fo e Fo/Fm (Zanandrea et al., 2006). Os parâmetros de fluorescência da clorofila a foram medidos entre 8 e 10 horas da manhã, em folhas completamente expandidas e expostas ao sol. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 (quatro) repetições e dois tratamentos (com e sem cobertura (lona)). A análise estatística dos testes do experimento foi realizada utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2003).

Resultados e Discussão

Conforme o resumo da análise de variância contido na Tabela 1, verificou-se diferença significativa ($p < 0,001$) para a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) em relação as

espécies estudadas. A fluorescência inicial em relação às espécies foi significativo para o maracujazeiro (399.2500) e mucuna-preta (387.6250) em relação ao capim elefante (261.4167). Nos tratamentos a Fo não foi significativa na relação dos tratamentos com as espécies. Baker e Rosenqvst (2004) mencionam que o aumento em Fo revela destruição do centro de reação do PSII (P680) ou diminuição na capacidade de transferência da energia de excitação da antena ao PSII.

Para a fluorescência máxima (Fm) e fluorescência variável (Fv) foi estatisticamente significativo a 5 % para o tratamento e a 1 % quando relacionado com as espécies das culturas. A mucuna preta teve a maior média para fluorescência máxima (1829.1250) e variável (1441.5000), o capim elefante teve a menor média em Fm (1230.291) e Fv (954.7500). Os tanques com cobertura teve a maior média em Fm (1631.5556) e Fv (1287.7500), pois reduz a evaporação da água para a atmosfera, disponibilizando água nas proximidades da raiz das plantas, tornando-se uma alternativa de produção de forragens para os animais e de produção de frutas para comercialização.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a fluorescência inicial (Fo), máxima (Fm) e variável (Fv), eficiência quântica (Fv/Fm), relação (Fv/Fo), relação (Fo/Fm) para o capim elefante, mucuna - preta e maracujazeiro em tanques evaporímetros com e sem cobertura.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS ¹					
		Fo	Fm	Fv	Fv/Fm	Fv/Fo	Fo/Fm
Trat.	1	3886.6806n	203841.1250*	256566.7222*	0.0143*	2.0660ns	0.0143*
Especie	2	140246.847	2321941.5556**	1486053.7222**	0.0037ns	1.0378ns	0.0036ns
T x ES	2	6680.4306n	210090.1667**	145092.7222*	0.0021ns	1.1635ns	0.0021ns
ERRO	66	5379.4609	40597.9659	42147.4570	0.0030	0.6109	0.0030
CV (%)		20.99	12.77	16.72	7.03	34.86	24.27
MÉDIAS							
Espécie (S)	elétrons quantum-----						
Capim elefante		261.4167b	1230.2917c	954.7500c	0.7810a	6.8976a	0.2189a
Mucuna-preta		387.6250a	1829.1250a	1441.5000a	0.7838a	3.8430a	0.2162a
Maracujazeiro		399.2500a	1675.6250b	1287.9167b	0.7611a	3.2907a	0.2388a
Tratamento (T)							
Com cobertura		342.0833a	1631.5556a	1287.7500a	0.7894a	6.0227a	0.2105b
Sem cobertura		356.7778a	1525.1389b	1168.3611b	0.7612b	3.3315a	0.2388a

ns = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade e ** = significativo a 1%, de probabilidade pelo teste de Tukey⁴, FV = fonte de variação, T = tratamento, CV = coeficiente de variação e GL = grau de liberdade

Na eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), constatou-se diferença estatística na variável Tratamento (p<0,001). Freire (2010) reporta que tal resultado evidência que a condição abiótica no qual as plantas estão submetidas, como o estresse salino, hídrico, entre outros, pode promover

danos no aparelho fotossintético das plantas, assim comprometendo o PSII. As médias de Fv/Fm não diferiram estatisticamente entre as espécies de plantas cultivadas variando de 0.7611 a 0.7810, em relação ao tratamento utilizado com cobertura (CC) e sem cobertura (SC) com médias de 0.7894 e 0.7612, respectivamente. Estando os valores obtidos dentro das faixas consideradas normais, que é acima de 0.75 para Fv/Fm (Zanandrea et al., 2006). Como também as culturas analisadas estão com seu aparelho fotossintético intacto e não está submetida ao estresse, a razão Fv/Fm deve variar entre 0.75 e 0.85 (Bolhàr-Nordenkampf et al., 1989), enquanto queda nesta razão reflete a presença de dano fotoinibitório nos centros de reação do PSII (Björkman & Demming, 1987).

A razão Fo/Fm variou de 0.2105 a 0.2388, com diferença significativa para o tratamento sem cobertura. A relação de Fv/Fo foram significativos para o tratamento CC (6.0227) e SC (3.3315). Para as espécies de culturas houve variação de médias de 3,2907 a 6.8976 (Tabela 1). Dos valores obtidos apenas o tratamento com cobertura (6.0227) está na faixa considerado normal que é entre 4.0 e 6.0 para Fv/Fo (Zanandrea et al., 2006). O estudo de variável fisiológico como a fluorescência da clorofila a, é importante no esclarecimento de efeitos das condições osmóticas e hídricas sobre a eficiência fotossintética nos vegetais (Suassuna et.al 2010). Verifica-se que mesmo sob condições de alta evaporação as culturas tiveram bom desempenho fotossintético. O uso de tanques evaporímetros para o tratamento de águas cinzas e cultivo de diversas culturas em regiões semiáridas é uma forma de conviver com a seca de forma sustentável, agregando alimento ao animal e geração de renda as famílias. Pode ser utilizado em diversas espécies de plantas como as hortaliças, já que a água tratada no interior do tanque evaporímetro não entra em contato direto com a parte aérea da planta, reduzindo a possível contaminação dos alimentos.

Conclusão

A alta evaporação não influenciou na fluorescência do capim elefante, mucuna-preta e maracujazeiro estando todas dentro da normalidade. A fluorescência inicial foi melhor para o maracujazeiro e a mucuna. A mucuna preta teve a maior média para fluorescência máxima (1829.1250). O tanque com cobertura teve melhores resultados em relação a fluorescência das culturas. O uso de tanques evaporímetros no cultivo proporcionou bom desenvolvimento das culturas como também alternativa para conviver com a seca em regiões semiáridas. Pode ser utilizado em diversas espécies de plantas como as hortaliças já que a água tratada no interior do tanque

evaporímetro não entra em contato direto com a parte aérea da planta, reduzindo a possível contaminação dos alimentos.

Referências Bibliográficas

- Araújo, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE, ano 5, n. 5 dezembro de 2011.
- Baker, N. R.; Rosenqvst, E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- Björkman, O.; Demming, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 k among vascular plants of diverse origins. *Planta*, v.170, p.61-66, 1987.
- Bolhàr-Nordenkamp, H.R.; Long, S.P., Baker, N.R., et al. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. *Functional Ecology*, v.3, p.497-514, 1989.
- Ferreira, A. C; Silva, V. F; Oliveira, E. M; Baracuh, J. G. V.; Furtado, D. A. Tanques evaporímetros para tratamento de água cinza. *Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro / Organizadores, Dermeval Araújo Furtado, José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, Paulo Roberto Megna Francisco, Silvana Fernandes Neto, Verneck Abrantes de Sousa.* — Campina Grande: EPGRAF, 2014. 1v. p. 26-33
- Ferreira, D.F. SISVAR 4.6 - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA, p. 32, 2003.
- Fonseca, A. F.; Melfi, A. J.; Monteiro, F. A.; Montes, C. R.; Almeida, V. V.; Herpin, U. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. *Agricultural Water Management*, v.87, p.328-336, 2007.
- Galbiati, A. F. Tratamento Domiciliar de Águas Negras através de Tanque de Evapotranspiração. 2009. 38f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.
- Lima, S. M. S.; Henrique, I. N.; Ceballos, B. S. O.; Sousa, J. T.; Araújo, H. W. C. Qualidade sanitária e produção de alface irrigada com esgoto doméstico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, p. 21-25, 2005.
- Marengo, J. A. Água e mudanças climáticas. *Estudos avançados*, São Paulo, v.22, n. 63, p.85-96, 2008.
- Mclaughlin, M. R.; Farbrother, T. E.; Rowe, D. E. Nutrient uptake by warm-season perennial grasses in a swine effluent spray field. *Agronomy Journal*, v.96, p.484-493, 2004.

Metcalf ; Eddy. Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 3ed. New York: McGraw-Hill, 1334 p. 1991.

Naumann, J.C.; Young, D.R.; Anderson, J.E.2008 Leaf chlorophyll fluorescence, reflectance, and physiological response to fresh water and salt water flooding in the evergreen shrub, *Myrica cerifera* Environment ExperimentalBotany. 63: 402-409.

Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O. DE; Nascimento, E. C. S. Producao de girassol sob diferentes laminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.07, p.747-754,2010.

Oliveira, A.C.M.; Suassuna, J.F.; Fernandes, P.D.; Nascimento, R.; Brito, K.S.A.; Soares Filho, W.S. Estudo do teor relativo de clorofila em porta-enxertos de citros em tubetes, sob níveis de estresse salino. 2010. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37085/1/id27290pdf2752.pdf>> Acesso em: 20 de agos. 2013.

Queiroz, F. M.; Matos, A. T.; Pereira, O. G.; Oliveira, R. A.; Lemos, A. F. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas de tratamento de águas residuárias da suinocultura. Engenharia na Agricultura, v.12, p.77-90, 2004.

Rocha, J. S. M; Kurtz, S. J. M. Manejo integrado de bacias hidrográficas. 4ª Edição. Santa Maria: UFSM, 2001. 302p.

Suassuna, J. F.; Melo, A.S.; Sousa, M.S.S., Costa F.S., Fernandes, P. D.; Pereira, V.M.; Brito, M. E. B. Desenvolvimento e eficiência fotoquímica em mudas de Híbrido de maracujazeiro sob lâminas de água. Biosci. J., Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 566-571, 2010.

Van der Hoek, W.; Hassan, U.M.; Ensink, J.H.J.; Feenstra, S.; Raschid-Sally, L.; Munir, S.; Aslam, R.; Alim, N.; Hussain, R.; Matsuno, Y. Urban wastewater: a valuable resource for agriculture. A case study from Horoonabad, Pakistan. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2002. 29 p. (Research Report, 63).

Zanandrea, L., NASSI, F. L., Turchetto, A. C., Braga, E. J. B., Peters, J. A., Bacarin, M. A. Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*, Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.12, n.2, p. 157-161, 2006.

UMA SUB-ROTINA PARA SIMULAR REÚSO DE ÁGUA NA CALCULADORA ESTENDIDA DA PEGADA HÍDRICA

*Geraldo Moura Baracuhny Neto
Vera Lúcia Antunes de Lima
Carlos Alberto Vieira de Azevedo*

Introdução

Diante da oferta limitada de água, um elemento imprescindível para suporte à vida e como recurso para atividades econômicas, se faz necessária a máxima racionalização da sua utilização. Neste sentido, a ciência vem buscando meios que levem a um consumo sustentável deste recurso, e o conceito de pegada hídrica é forte aliada nesta busca, por mostrar uma realidade de consumo de água diferente da sugerida por análises convencionais em termos monetários.

Conforme Hoekstra et al. (2011), a pegada hídrica é um indicador de água doce utilizada não só no uso direto do consumidor ou produtor, mas também no uso indireto, se constituindo em um indicador compreensivo da apropriação do recurso água doce, confrontando a tradicional e restrita mensuração de retirada de água. De acordo com Silva et al. (2013), além da quantificação do uso direto de água doce para elaboração de um produto ou apenas para suprir a necessidade de um consumidor, deve -se quantificar o uso indireto necessário ao longo de toda a cadeia produtiva ou todos os processos até que um produto ou serviço possa ser utilizado.

Todos os componentes da pegada hídrica podem serem especificadas geograficamente e temporalmente (Chapagain & Tickner, 2012), o que significa que, por meio do seu estudo, é possível saber onde e quando os volumes do recurso natural água doce foram usados. Segundo Dumont et al. (2013), da mesma forma que as pegadas ecológicas e de carbono, a lógica da pegada hídrica é baseada inicialmente na perspectiva do consumidor, uma vez que quantifica direta e indiretamente (isto é, em toda a cadeia de produção) a utilização de água para a elaboração de produtos, associado ao padrão de consumo de uma pessoa ou de uma população.

A pegada hídrica de um consumidor é definida, de acordo com Hoekstra et al. (2011), pelo volume total de água doce consumida e poluída

na produção dos bens e serviços utilizados pelo consumidor; já a pegada hídrica de um grupo de consumidores é igual à soma das pegadas hídricas dos consumidores individuais. Desta forma, de acordo com Vanham (2013), a pegada hídrica do consumidor é definida como o volume total de água doce que é utilizado para produzir os produtos consumidos pela habitantes de uma região geográfica. É a soma do uso da água doméstica direta e indireta e de recursos hídricos estrangeiros através do consumo de bens.

É obtida pela soma da pegada hídrica direta deste consumidor e de sua pegada hídrica indireta (Hoekstra, 2011):

$$PH_{\text{cons}} = PH_{\text{cons,dir}} + Ph_{\text{cons,indir}} \quad \text{Equação (1)}$$

A pegada hídrica direta refere-se ao consumo de água e poluição relacionadas ao uso da água em casa ou no jardim. A pegada hídrica indireta refere-se, por exemplo, à comida, roupas, papel, energia e outros bens de consumo industriais. Obtém-se pela multiplicação de todos os produtos consumidos pelas suas respectivas pegadas hídricas (Hoekstra, 2011):

$$PH_{\text{cons,indir}} = \sum_p (C[p] Ph_{\text{prod}}[p]) \quad \text{Equação (2)}$$

Onde: $C[p]$: consumo do produto "p" (unidades de produto/ tempo);

$Ph_{\text{prod}}[p]$: representa a pegada hídrica desse produto (volume de água/ unidade de produto).

Para obtenção da pegada hídrica individual consuntiva, a organização Water Footprint Network criou a disponibiliza online os softwares Water Footprint Quick Calculator e Water Footprint Extended Calculator, que informam a pegada hídrica após a inserção de dados referentes a alimentação, consumo de produtos industrializados e uso direto de água. A primeira mostra uma projeção deste indicador, enquanto a segunda informa um panorama mais real da pegada hídrica do usuário.

Assim como a pegada hídrica, o reuso de água merece destaque quando se pensa a sustentabilidade de água, pois esta tecnologia contribui para a diminuição da pressão antrópica sobre este recurso natural. Para Tundisi (2008), a avaliação da água virtual e a introdução do reuso de água na agricultura são duas das soluções urgentes para sustentabilidade de recursos hídricos. Há regiões do mundo em que o reuso é uma prática largamente exercida e, em algumas delas, é essencial para as atividades humanas.

A água, recurso natural renovável que sofre grande pressão antrópica, pode ter sua pressão mitigada por meio do reuso de água. Conforme

Hespanhol (2002), por meio do ciclo hidrológico, a água se constitui em um recurso renovável. Quando reciclada através de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que é pela atividade antrópica, deteriorada a níveis diferentes de poluição. Entretanto, uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos. De acordo com Asano et al. (2007), água, alimentos e energia são três dos principais problemas relativos a recursos que o mundo enfrenta hoje. A fim de equacionar estas questões, águas residuárias domésticas agora estão sendo vistas mais como um recurso do que como desperdício, um recurso para a água, para energia e para nutrição de plantas, principalmente devido ao nitrogênio (N) e fósforo (P).

O reuso de água residuária é, assim, uma solução particularmente atraente, e várias formas de tratamento dessas águas têm sido pesquisadas com o objetivo de encontrar formas de cumprir os rigorosos requisitos legais para reutilização direta de efluente de esgoto tratado na agricultura, indústria ou aplicações urbanas (Verlicchi et al., 2012).

A prática do reuso de água pode ser operacionalizada também em nível micro, como em uma residência familiar (Hespanhol, 2002). Um simples exemplo é a implantação de um sistema de captação da água usada durante banho para o reuso em descargas, uma vez que este uso não demanda água de alta qualidade.

O presente estudo tem o propósito de agregar os conceitos de pegada hídrica e reuso de águas, propondo uma sub-rotina para software Water Footprint Extended Calculator. Uma sub-rotina, ou subprograma, em ciência da computação, tem a função de resolver um problema específico, parte de uma aplicação maior que, neste caso, é a Water Footprint Extended Calculator. Mantida pela Water Footprint Network, este software é uma ferramenta adequada para a obtenção da pegada hídrica de uso consuntivo de uma pessoa ou grupo de pessoas. A sub-rotina proposta tem por objetivo quantificar o uso direto de água e ajudar na simulação de cenários de reuso da água proveniente do uso interno nas atividades externas.

Objetiva-se também apresentar os resultados de uma aplicação prática na microbacia Riacho Fundo, localizada no semiárido brasileiro. Optou-se por esta área porque se constata um panorama de escassez hídrica, que atinge principalmente regiões áridas e semiáridas, nas quais a água é um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola e para a qualidade de vida da sociedade. Nesta aplicação, 30% da água proveniente do ambiente interno das residências da região é reutilizada no ambiente externo.

Metodologia

A sub-rotina foi desenvolvida em um software de planilha eletrônica, o Calc, do pacote Libre Office, utilizando fórmulas que debitam proporcionalmente, dos valores de uso externo de água, a água proveniente de uso interno conforme o cenário de reuso. Estes dados de uso externo de água fornecida pela sub-rotina são inseridos no Water Footprint Extended Calculator, junto aos dados de uso interno, alimentação e consumo de produtos industrializados, gerando uma pegada hídrica pessoal menor. Apresenta-se na Figura 1 o fluxograma do Water Footprint Extended Calculator e o setor onde ocorre a simulação de reuso no cálculo da pegada hídrica.

A aplicação prática foi realizada com dados obtidos na microbacia Riacho Fundo, que se situa entre as coordenadas geográficas 7°25'12" e 7°30'06" de latitude Sul e 36°20'02" e 36°24'50" de longitude Oeste. Esta microbacia se localiza no município de Cabaceiras, Estado da Paraíba, no Brasil, e está a cerca de 15 km a leste da sede municipal.

A microbacia do Riacho Fundo possui uma área de aproximadamente 3.300 ha, sendo afluente da sub-bacia do Rio Taperoá, que deságua no Açude Público Epitácio Pessoa (Boqueirão) e pertence à bacia hidrográfica do Rio Paraíba.

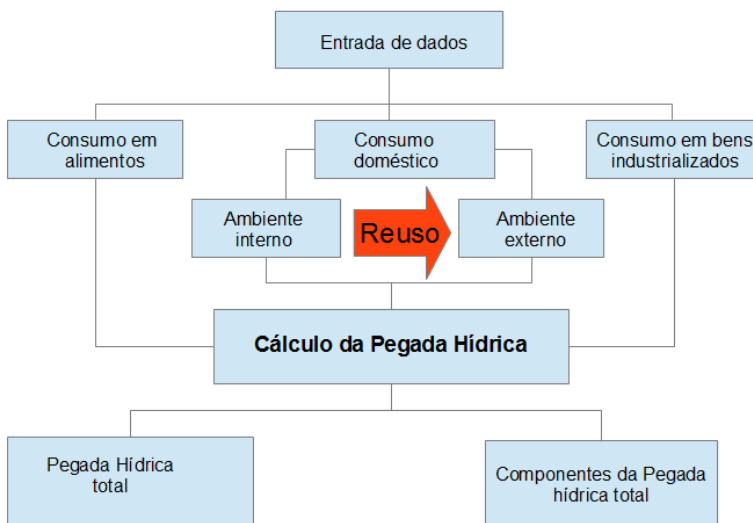


Figura 1. Fluxograma do Water Footprint Extended Calculator e ação da sub-rotina.

Resultados

Para utilização da sub-rotina, o usuário deve primeiramente obter sua pegada hídrica total e pegada hídrica de uso direto de água, por meio do Water Footprint Extended Calculator. Para isto, deve inserir dados sobre consumo de alimentos, de bens industrializados e uso direto de água, que é dividido em ambiente interno e externo. A Tabela 1 contém um exemplo destes dados.

Após a inserção destes dados no Water Footprint Extended Calculator, obtêm-se as seguintes pegadas hídricas total e de uso direto de água, respectivamente: 1123 m³/ano e 284 m³/ano.

Tabela 1. Dados para inserção no Water Footprint Extended Calculator

Consumo de alimentos		Duração de cada banho	20
Dado	Valor	Chuveiro padrão ou baixo fluxo	Padrão
Cereais	1.1	Limpeza pessoal	5
Carne	0.9	Desperdício de água na limpeza pessoal	Não
Laticínios	0.7	Cargas de roupas a lavar	1
Ovos	5	Lavagens de louça	2
Teor de gordura	Médio	Duração das lavagens de louça	6.25
Teor de açúcar	Baixo	Uso externo da água	
Vegetais	Valor	Dado	Valor
Frutas	1.26	Lavagem de veículos	1.33
Raízes	0.77	Irrigações de plantas	4
Café	2	Duração de cada irrigação	15
Chá	0.43	Tempo de lavagens gerais	30
Uso interno da água		Consumo de bens industrializados	
Dado	Valor	Dado	Valor
Banhos por dia	2	Renda anual	3240

A sub-rotina criada tem sua interface apresentada na Figura 2. Seu funcionamento se dá pela introdução de dados de entrada, na área azul, e as variáveis e constantes, na área amarela. Na entrada, os dados requisitados são exatamente os mesmos exigidos pelo Water Footprint Extended Calculator no que se refere ao uso direto de água: número de banhos por dia, a duração de cada banho, número de ações de limpeza pessoal (lavagem de mãos, escovação dental e barbeamento) por dia, número de cargas de roupas a lavar por semana, número de lavagens de louça por dia e duração de cada lavagem, todos estes relativos ao uso interno. Quanto ao uso externo, é necessário

introduzir a quantidade de lavagens de veículos por semana, a quantidade de irrigações de plantas por semana, a duração de cada irrigação, e o tempo de lavagens gerais (casa, calçada, equipamentos, etc.), em minutos por semana. Nos campos das variáveis, deve-se introduzir a taxa de reuso para a simulação desejada e informar se o usuário pratica ou não economia de água no banho e/ou na limpeza pessoal, tal como é exigido no Water Footprint Extended Calculator. Deve-se informar também a vazão do chuveiro e da torneira, em litros por minuto. Após a introdução destes dados, a ferramenta apresentará a saída, em toda área destacada de verde.

Sub-rotina para reuso de água interna			
Entrada		Variáveis	
Uso Interno		Taxa de reuso	0.3
Banhos (dia)	2	Economia no banho	Não
Duração de cada banho (minutos)	20	Economia na limpeza	Sim
Limpeza pessoal (dia)	5		
Lavagens de roupa (semana)	1		
Lavagens de louça (dia)	2		
Duração de cada lavagem (minutos)	6.25		
Uso Externo		Constantes	
Lavagem de carro (semana)	1.33	Vazão chuveiro (L/min)	4
		Vazão torneira (L/min)	4
Irrigação de plantas (semana)	4		
Duração de cada irrigação (minutos)	15		
Lavagens gerais (minutos/ semana)	30		
Saída (litros por semana)			
Total em banhos	1120	Total em lavagens de veículo	133
Total em limpeza pessoal	35		
Total em lavagens de roupa	60	Total em irrigação de plantas	240
Total em lavagens de louça	175	Total em lavagens gerais	120
Total do uso interno			1390
Total do uso externo			493
Total geral			1883
Correção dos dados de uso externo na Calculadora da Pegada Hídrica			
		Total da água reusável	417
Lavagem de veículo (semana)	0.21	Sobra de água	0
Irrigação de plantas (semana)	0.62		
Duração de cada irrigação (minutos)	2.31		
Lavagens gerais	4.62		

Figura 2. Interface da sub-rotina.

Para finalizar a simulação de reuso, o usuário deve voltar ao Water Footprint Extended Calculator e inserir os dados da Tabela 1, substituindo os dados referentes a uso externo de água originais por aqueles fornecidos pela sub-rotina. Para o exemplo apresentado, as novas pegadas hídricas total e de

uso direto de água são de 1.080 m³/ano e 240 m³/ano, respectivamente. Assim, para o exemplo em questão, ao reutilizar 30% da água proveniente do uso interno no ambiente interno, as pegadas hídricas total e de uso direto de água são diminuídas em 3.83% e 15.5%, respectivamente.

Uma aplicação prática

Reutilizando-se 30% da água proveniente do uso interno no uso externo, 47% das famílias da microbacia Riacho Fundo não teriam qualquer sobra de água, pois esta taxa seria insuficiente para suprir a demanda externa para essas famílias. Entretanto, para o restante, 53%, esta taxa, além de ser suficiente, faz sobrar água. A maior diminuição de pegada hídrica total identificada foi de 13.31%.

No tocante à média da microbacia, esta taxa de reuso é suficiente para suprir a demanda de todas as atividades externas, gerando, porém, pouca sobra de água: 58 litros por semana. No que se refere à diminuição da pegada hídrica total e de uso doméstico em relação às originais, os valores são de 2.78% e 12.58%, respectivamente.

Conclusão

Reusar água é uma ação coerente com estratégias de sustentabilidade dos recursos hídricos locais, como provam as informações obtidas por este estudo, cujo cenário de reuso de água avaliado, que foi de 30%, proporcionou diminuição, na pegada hídrica total, de 2,78%.

Esta informação, apesar de relevante, não traduz todo o potencial da sub-rotina criada para estas simulações, porque esta pode ser utilizada em outras realidades de uso de água e apresentar diminuições mais ou menos significativas. Esta sub-rotina, concebida no estudo, pode vir a ser o embrião de ferramentas mais poderosas que integrem ainda mais a pegada hídrica e o reuso de água doméstica, contribuindo com estudos que tornem os cálculos mais precisos e específicos. Há a possibilidade, por exemplo, de simular a aplicação da sobra de água para irrigar culturas, debitando os alimentos consumidos gerados por estas culturas dos dados de entrada de alimentação no Water Footprint Extended Calculator, diminuindo ainda mais a pegada hídrica.

Referências bibliográficas

- Asano, T., Burton, F. L., Laverenz, H. L., Tsuchihashi, R., E Tchobanoglous, G. (2007) *Water Reuse, Issues, Technologies, and Applications*; McGraw-Hill: New York.
- Chapagain, A. K; Tickner, D. (2012). Water Footprint: Help or Hindrance? *Water Alternatives* 5(3), 563-581.
- Dumont, A., Salmoral, G, Llamas, M. R. (2013). The water foot print of a river basin with a special focus on ground water: The case of Guadalquivir basin (Spain). *Water Resources and Industry* 1 (2), 60–76.
- Hespanhol, I (2002). Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7 (4), 75-95.
- Hoekstra, A.Y (2011). The global dimension of water governance: Why the river basin approach is no longer sufficient and why cooperative action at global level is needed. *Water*, 3(1), 21-46.
- Hoekstra, A. Y; Chapagain, A. K; Aldaya, M. M; Mekonnen, M. M. (2011). *The water footprint assessment manual*. Earthscan: London.
- Silva, V De P. R Da; Aleixo, D. De O.; Neto, J. D.; Maracajá, K. F. B.; Araújo, L. E. de. (2013). Uma medida de sustentabilidade ambiental: pegada hídrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(1), 100-105.
- Tundisi, J. G. (2008). Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos avançados*, 22 (63).
- Vanham, D. (2013). An assessment of the virtual water balance for agricultural products in EU river basins. *Water Resources and Industry* 1(2), 49–59.
- Verlicchi, P., AL Aukidy, M., Galletti, A., Zambello E., Zanni G., Masotti L. (2012). A project of reuse of reclaimed wastewater in the Po Valley, Italy: Polishing sequence and cost benefit analysis. *Journal of Hydrology*, 432, 127–136.

PEGADA HÍDRICA CONSUNTIVA NA MICROBACIA RIACHO FUNDO- MUNICÍPIO DE CABACEIRAS-PB

*Geraldo Moura Baracuhy Neto
Vera Lúcia Antunes de Lima
Carlos Alberto Vieira de Azevedo
Lincoln Eloi de Araújo*

Introdução

A água doce é um recurso natural renovável que sofre forte pressão antrópica, seja por consumo ou poluição dos corpos hídricos. A atividade agrícola é a que mais contribui para o grande volume de água consumida e poluída, mas os setores industrial e doméstico também têm grande participação (WWAP, 2009). Assim, a ciência vem buscando meios que levem a um consumo sustentável deste recurso, e o conceito de pegada hídrica é forte aliada nesta busca.

A pegada hídrica é um indicador que mostra uma realidade de consumo de água diferente da sugerida por análises convencionais em termos monetários, abarca o uso de água como um todo e não sob a perspectiva reducionista e simplista do uso direto. A pegada hídrica inclui os conceitos de água azul, verde e cinza (Hoekstra, 2011), enriquecendo a conotação dos tradicionais sistemas de recursos hídricos e conectando a água real com a água virtual, possibilitando melhor reflexão das demandas e usos de água doce. Um grande mérito da pegada hídrica é visualizar o uso oculto da água em produtos e contribuir para o entendimento da configuração global dos recursos hídricos, bem como a quantificação dos efeitos do consumo e do comércio destes produtos no uso da água, fornecendo amparo científico para melhor gerenciamento dos recursos hídricos do planeta.

A pegada hídrica consuntiva é definida, de acordo com Hoekstra et al. (2011), pelo volume total de água doce consumida e poluída na produção dos bens e serviços utilizados pelo consumidor; já a pegada hídrica de um grupo de consumidores é igual à soma das pegadas hídricas dos consumidores individuais. Desta forma, de acordo com Vanham (2013), a pegada hídrica do consumidor é definida como o volume total de água doce que é utilizado para produzir os produtos consumidos pela habitantes de uma região geográfica. É a soma do uso da água doméstica direta e indireta e de recursos hídricos estrangeiros através do consumo de bens.

É obtida pela soma da pegada hídrica direta deste consumidor e de sua pegada hídrica indireta (Hoekstra, 2011): $PH_{cons} = PH_{cons,dir} + PH_{cons,indir}$.

Para obtenção da pegada hídrica individual consuntiva, a organização Water Footprint Network criou e disponibiliza online o software Water Footprint Extended Calculator, que mostra esta informação após a inserção de dados referentes a alimentação, consumo de produtos industrializados e uso direto de água. Este software funciona por meio de complexos cálculos adaptados às realidades do país e das atividades de consumo. Deste modo, objetiva-se com este trabalho avaliar a pegada hídrica consuntiva da população da microbacia hidrográfica Riacho Fundo, no município de Cabaceiras-PB, obtendo-se, para tal, a pegada hídrica total dos habitantes da microbacia, a participação dos três componentes (alimentação, uso doméstico e bens de consumo) e a contribuição das categorias alimentícias individuais na pegada hídrica total.

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na microbacia Riacho Fundo, que situa-se entre as coordenadas geográficas 7°25'12" e 7°30'06" de latitude Sul e 36°20'02" e 36°24'50" de longitude Oeste. Esta microbacia se localiza no município de Cabaceiras, Estado da Paraíba, e está a cerca de 15 km a leste da sede municipal.

Optou-se por uma microbacia porque, conforme a política nacional de gerenciamento de recursos hídricos, a bacia hidrográfica é a unidade de referência e planejamento. A microbacia específica, por estar situada em pleno semiárido brasileiro, região que reconhecidamente é abalada por déficit hídrico, aumenta a relevância de qualquer estudo que trate de sustentabilidade da água.

Conforme Rocha & Kurtz (2001), tecnicamente é aconselhável começar a recuperar o meio ambiente adotando como unidade básica as bacias hidrográficas, as quais, subdivididas em sub-bacias e microbacias, tem mostrado grande eficiência em trabalhos de campo, conforme as recomendações dadas pelo Programa Nacional de Microbacias.

Procedimentos metodológicos

Para a concepção inicial do estudo, foram feitas pesquisas bibliográficas em livros, teses e periódicos, envolvendo a pegada hídrica. Posteriormente, a pesquisa de campo consistiu no levantamento de dados nas

residências da microbacia. Os dados foram utilizados para alimentar o sistema Water Footprint Extended Calculator, conforme será melhor explicado adiante.

Como existem 352 residências na microbacia Riacho Fundo, foi necessário definir uma amostra representativa. Para tal, foi utilizada a fórmula deduzida pelo Professor de Estatística do Centro de Ciências Rurais - CCR da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Dr. Valduino Stefanel, utilizada por Rocha (1997):

$$n = \frac{3,841 \cdot N \cdot 0,25}{\{(0,1)^2 \cdot (N - 1) + 3,841 \cdot 0,25\}}$$

Em que:

n = domicílios a serem visitados;

3,841 = valor tabelado proveniente do Qui-Quadrado;

0,25 = variância máxima para um desvio 0,5;

0,1 = erro amostral de 10%;

N = número total de casas da microbacia;

Assim,

n = 75,6 residências

Entretanto, para conferir maior confiabilidade os dados foram levantados em 100 residências, o que equivale a 28,4% do universo de residências da área de estudo.

Definida a amostra, foram obtidos os dados de entrada por meio de um instrumento de coleta dirigido ao consumidor, que foi o chefe da família ou seu cônjuge, com questões específicas do software Water Footprint Extended Calculator. Estas questões referem-se a: consumo de alimentos; consumo doméstico, que é subdividido em uso em ambiente interno e uso em ambiente externo; e consumo de bens industrializados, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Questões do Water Footprint Extended Calculator

Pegada hídrica	Medida
Alimentação	
Cereais (trigo, arroz, milho, etc)	kg por semana
Carne	kg por semana
Ovos	Quantidade por semana
Teor de gordura	Alto, médio e baixo
Consumo de açúcar	Alto, médio e baixo
Vegetais	kg por semana
Frutas	kg por semana
Tubérculos	kg por semana
Xícaras de café	Quantidade por semana
Xícaras de chá	Quantidade por semana
Uso direto de água	
Interno	
Banhos	Quantidade por dia
Duração de cada banho	Minutos por banho
Tipo de chuveiro	Padrão/ baixo fluxo
Banhos de banheira	Quantidade por semana
Limpeza pessoal (dentes, mãos, barba)	Quantidade por dia
Deixa a torneira aberta na limpeza pessoal?	Sim ou não
Lavagem de roupa	Quantidade por semana
Sistema de dupla descarga	Sim ou não
Lavagem de louça manual	Quantidade por dia
Duração de cada lavagem	Minutos por lavagem
Máquina de lavar louça	Utilizações por semana
Externo	
Lavagem de carro	Quantidade por semana
Irrigação de plantas	Quantidade por semana
Tempo de cada irrigação	Minutos por irrigação
Tempo em lavagem de equipamentos e áreas externas	Minutos por semana
Capacidade da piscina	Metros cúbicos
Esvaziamento da piscina	Quantidade por ano
Consumo e bens industrializados	
Renda anual bruta	US\$ por ano

O software Water Footprint Extended Calculator calcula a pegada hídrica individualmente. Como interessa a pegada hídrica média da residência, tomaram-se informações médias de toda a residência. Porém, durante o primeiro levantamento de dados, constatou-se extrema dificuldade das pessoas em responder as questões referentes à alimentação como apresentadas na Tabela 1. Foi percebida a aleatoriedade de algumas respostas, que levariam à geração de informações irreais. Para resolver o problema, foram obtidos aleatoriamente em algumas residências os pesos de porções de alimentos cuja entrada é exigida em peso (kg) no software. A partir dos quais, chegou-se a um peso de porção padrão para cada um destes alimentos. Desta forma, durante o levantamento de dados, em vez de ser questionado o consumo de alimentos por peso, foi questionado o número de vezes, semanalmente, em que aquele alimento era consumido. Na tabulação dos dados, estes números foram multiplicadas pelas porções padrão obtidas anteriormente, gerando dados de entrada mais fidedignos.

Esta adaptação metodológica se mostrou bastante eficaz. Como discutido nos resultados, o consumo médio de carne obtido na microbacia foi de 31,72 kg por pessoa/ ano, o que é semelhante ao consumo médio de carne no Brasil obtido por Hoekstra & Mekonnen (2012): 32 kg por pessoa/ano.

Outra adaptação metodológica se refere ao uso de água interno e externo. No software, conforme a Tabela 1 pode-se entrar com o dado referente ao tipo de chuveiro: padrão ou baixo fluxo. Não foi constatado nenhum chuveiro de baixo fluxo. Entretanto, algumas famílias costumam fechar o chuveiro durante a etapa de ensaboamento. Quando isto ocorreu, considerou-se chuveiro de baixo fluxo. Por fim, foi verificada a alta incidência de motocicletas na localidade. Como o software dispõe apenas de entrada do número de lavagens de carros, foram consultadas algumas empresas do ramo de lavagens veiculares (lava-jato) e foi obtida a informação de que, geralmente, uma lavagem de motocicleta consome 1/3 (um terço) do volume de água de uma lavagem de carro. Assim, para a lavagem de motocicleta que ocorre uma vez por semana, foi introduzido o valor 0.33 na entrada referente à lavagem de carro.

Cálculo da pegada hídrica

Os dados coletados foram tratados conforme estas adaptações metodológicas e alimentaram um sistema que exibiu as informações desejadas. O sistema utilizado foi o software Water Footprint Extended Calculator, desenvolvido pelos pesquisadores holandeses Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain e Mesfin M. Mekonnen em 2005, cujo fluxograma está apresentado na Figura 1. O software Water Footprint Extended Calculator,

disponibilizado pela Water Footprint Network, é acessível e utilizável diretamente de algum navegador (browser). No presente estudo, foi utilizado o navegador Mozilla Firefox. O software pode ser acessado por meio do hiperlink <http://www.waterfootprint.org/?page=cal/WaterFootprintCalculator>.

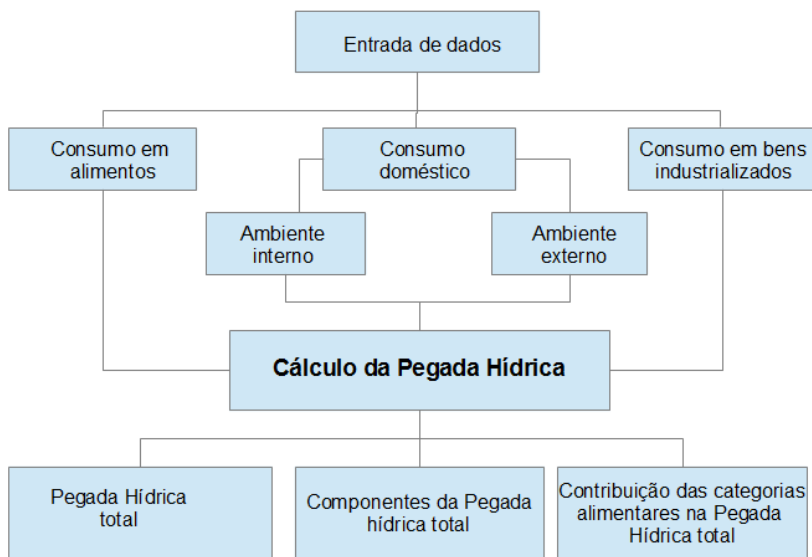


Figura 1. Fluxograma do Water Footprint Extended Calculator.

Fonte: Adaptado de Water Footprint Network (2013).

A entrada se refere à inserção dos dados no software. Posteriormente, o botão “submit” deve ser clicado para o devido processamento dos dados. A ferramenta Water Footprint Extended Calculator é construída com complexos cálculos adaptados à realidade de cada país.

Após o processamento, o software retorna, conforme a Figura 2, que apresenta a sua interface de saída:

- a) A pegada hídrica total;
- b) A participação dos componentes: alimentação, uso doméstico e consumo de bens industrializados nesta pegada hídrica total; e
- c) A contribuição das categorias alimentícias na pegada hídrica, assim listada: cereais, carnes, vegetais, frutas, laticínios, estimulantes, gorduras, açúcares, ovos e outros.

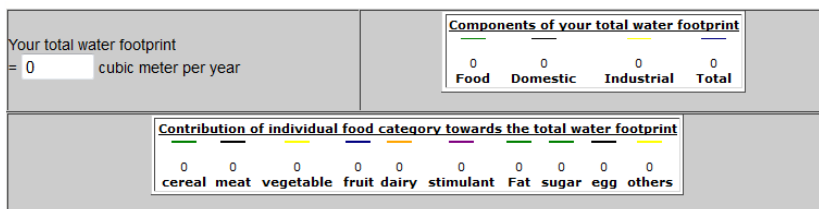


Figura 2. Interface de saída do Water Footprint Extended Calculator.
Fonte: Water Footprint Network (2013).

Resultados

Pegada hídrica total e componentes

Os resultados da pegada hídrica total, seus componentes e a participação de cada categoria alimentar, obtidos no software Water Footprint Extended Calculator, foram analisados de forma per capita, como é recomendado por Mekonnen & Hoekstra (2011). Os autores afirmam que, em números absolutos, a China é o país com a maior pegada hídrica de consumo no mundo, com um total de 1.368 Gm³/ano, seguido pela Índia e os EUA com 1145 Gm³/ano e 821 Gm³/ano, respectivamente. Salvo exceções, os países com grandes populações tendem a ter uma pegada hídrica grande. Por isso, é recomendável avaliar a pegada hídrica per capita.

Analisando-se os dados obtidos, verifica-se que o maior valor da pegada hídrica total na microbacia hidrográfica Riacho Fundo é de 1.123 m³/ano. Este valor está abaixo da média mundial que, conforme Mekonnen & Hoekstra (2011), é de 1.385 m³/ano. Em relação à pegada hídrica do brasileiro, a média é de 1.107 m³/ano (Maracajá, 2013), muito semelhante à pegada hídrica máxima na microbacia (1.123 m³/ano). Entretanto, este valor encontrado por Maracajá (2013), quando comparado com a média da microbacia, que é de 807,07 m³/ano (Tabela 2), equivale a 137% deste.

Este fato pode ser explicado pela renda média anual na localidade, que é de R\$ 5.837,00, considerada baixa quando comparada com a renda média anual do Brasil, que é de R\$ 8.142,00, conforme IBGE (2010). Embora o consumo de carne seja um forte determinante na pegada hídrica consuntiva, a quantidade de carne consumida por pessoa na localidade é praticamente a mesma consumida nacionalmente, conforme exposto adiante. Desta forma, constata-se que o fator renda é de fato o responsável pela diferença entre a pegada hídrica consuntiva média do Brasil e a da microbacia Riacho Fundo.

Tomando-se ainda como referência a pesquisa desenvolvida por Maracajá (2013), tem-se que a pegada hídrica total por habitante na região Nordeste é de 805 m³/ano. Verifica-se que, na microbacia estudada, 57% das famílias têm pegada hídrica superior a este valor e 18% apresentam pegada hídrica acima de 1.000 m³/ano. Este resultado pode ser justificado pela avaliação da renda média que, na microbacia estudada, é de R\$ 5.837,00, equivalente a 126% em relação à renda da região Nordeste, que é de R\$ 4.630,00 anuais (IBGE, 2010). Os valores médios de pegada hídrica total, seus componentes e participação das categorias alimentares são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de pegada hídrica total, componentes e participação das categorias alimentares, em m³/ano

PH total		PH de alimentação					PH de consumo de bens industrializados		PH de uso direto	
807,07		586,29					174,59		47,26	
Cereais	Carne	Vegetais	Frutas	Laticínios	Estimulantes	Gordura	Açúcar	Ovos	Outros	
75,24	249,08	7,09	31,5	32,9	84,87	0,59	3,04	25,22	62,27	

A análise da Tabela 2 permite verificar que a pegada hídrica média de alimentação, de 586,29 m³/ano, corresponde a 72,6% da pegada hídrica média total, que é de 807,07 m³/ano, evidenciando que, na microbacia Riacho Fundo, a pegada hídrica contida nos alimentos é a maior responsável pela pegada hídrica total consuntiva da localidade. A pegada hídrica de consumo de bens industrializados corresponde a 21,6% da pegada hídrica total e a de uso direto de água, 5,8%. Estes resultados podem ser melhor visualizado na Figura 3.

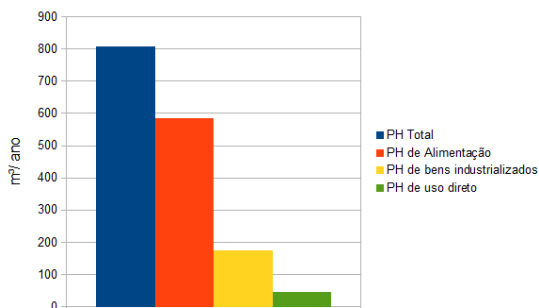


Figura 3. Representatividade de cada componente na pegada hídrica total.

Como já mencionado, Maracajá (2013) identificou que, na região Nordeste, a pegada hídrica total média por habitante é de 805 m³/ano, valor muito semelhante ao da microbacia Riacho Fundo, encontrado pelo presente estudo: 807,07 m³/ano.

No entanto, conforme o trabalho desenvolvido por Maracajá (2013), as pegadas hídricas de alimentação, de consumo de bens industrializados e de uso direto da água, para o habitante da região Nordeste, foram de 738 m³/ano, 33 m³/ano e 50 m³/ano, respectivamente, correspondendo, em relação à pegada hídrica total, a 91,6%, 4% e 4,4%. Em comparação com as porcentagens identificadas na microbacia Riacho Fundo (72,6%, 21,6% e 5,8%, respectivamente), percebe-se uma sensível diferença em relação à pegada hídrica de consumo de bens industrializados, que é muito maior para o habitante da microbacia.

Uma vez que a pegada hídrica de consumo de bens industrializados é afetada diretamente pela renda, ou seja, quanto maior a renda, maior o poder de compra, pode-se deduzir que a renda média anual na localidade é maior do que a da região Nordeste. De acordo com IBGE (2010), esta dedução é acertada, já que a renda per capita desta região é de R\$ 4630,00 anuais, ao passo que na microbacia é de R\$ 5.837,00.

Pegada hídrica das categorias alimentares

Analisando-se a Tabela 2 em relação à pegada hídrica das categorias alimentares, verifica-se que o papel do consumo da carne merece destaque, correspondendo a 42,48% da pegada hídrica de alimentação e a 30,86% da pegada hídrica total.

Isto se dá por existir um grande consumo de carne per capita na localidade: 31,72 kg/ano. Este consumo é muito semelhante ao consumo padrão de carne do brasileiro, constatado por Hoekstra & Mekonnen (2012), que é de 32 kg/ano. Este valor é alto em comparação com a de outros países, conforme se verifica na Tabela 3. Além do alto consumo de carne verificado na localidade, a pegada hídrica do consumo deste alimento é influenciada também pelo fato de a pegada hídrica da carne brasileira ser uma das maiores: 19.400 m³/t, acima da média mundial que é de 15.400 m³/t, conforme a mesma tabela.

Tabela 3. Consumo de carne e pegada hídrica da carne em alguns países do mundo

Países	Consumo de carne (kg/ pessoa/ ano)	Pegada hídrica da carne (m ³ / ton)
EUA	43	15500
Brasil	32	19400
México	23	17500
Reino Unido	18	9900
Ucrânia	10	12600
China	5	13700
Bolívia	12	77000
Média mundial	9	15400

Fonte: Adaptado de Hoekstra & Mekonnen (2012).

Como pode ser observada, de forma geral, a carne tem uma alta pegada hídrica. Isto se explica porque seu cálculo é feito baseando-se em toda a alimentação do animal durante toda a sua vida e nos volumes de água consumidos para dessedentação e outras atividades, como as de higiene, conforme ilustrado na Figura 4.

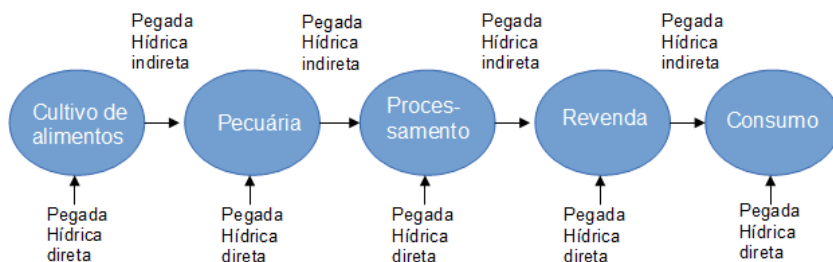


Figura 4. Componentes da pegada hídrica de um animal.

Fonte: Adaptado de Hoekstra (2012).

Como cada país tem particularidades desde o cultivo e tipo da alimentação dos animais, passando pela atividade da pecuária, da obtenção e processamento da carne e pela revenda, até o consumidor final, as pegadas hídricas diretas e indiretas de cada atividade e cada processo são diferentes, o que explica a discrepância da pegada hídrica da carne entre os países observada na Tabela 3.

No tocante à participação das outras categorias alimentares, a pegada hídrica de consumo de estimulantes também se destaca, apenas ficando atrás da pegada hídrica de consumo de carne, como pode ser visualizado na Figura 5.

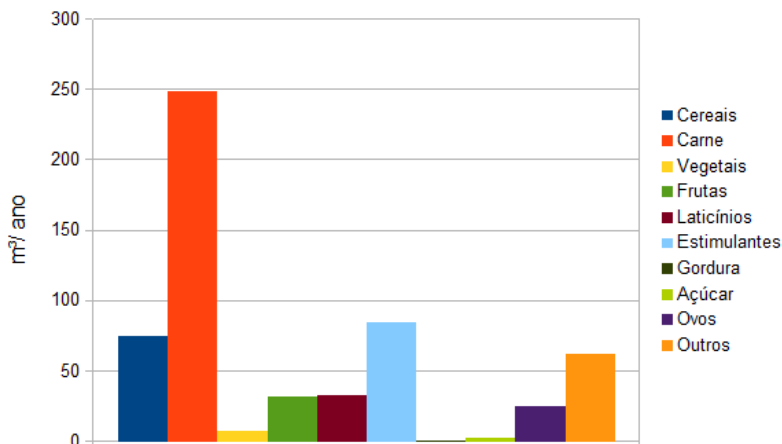


Figura 5. Representatividade das categorias alimentares na pegada hídrica de alimentação.

Um estimulante é uma droga que aumenta a capacidade motora e cognitiva, reforça o estado de atenção e aumenta a euforia do consumidor. Na microbacia, o principal estimulante consumido é a cafeína, uma vez que o consumo de café é alto na localidade, em torno de 14 xícaras por semana, para cada habitante. Além disso, há o consumo de chás, em torno de 3 xícaras por semana por habitante. Entretanto, foi verificado que o chá consumido é, geralmente, proveniente de cultivo caseiro.

Devido à proximidade entre a produção e o consumo, a pegada hídrica dos estimulantes do chá deveria ter pouca participação proporcional em relação à cafeína, pois o café é produzido remotamente e perpassa por muitas etapas até o consumo. No entanto, não há a possibilidade de incorporar esta dimensão espacial do chá na Water Footprint Extended Calculator.

Outra categoria alimentar com relevante participação são os cereais, que correspondem a 13% da pegada hídrica de alimentação. Na localidade, praticamente todos os dias são consumidos cereais, destacando-se o arroz e os derivados do milho, com 94% e 61%, respectivamente, de famílias que consomem estes alimentos diariamente. As massas à base de farinha de trigo,

como pão, macarrão e bolo, também são largamente consumidos: 54% dos habitantes da microbacia incluem massa na alimentação diariamente.

Conclusão

O presente estudo buscou contribuir com a produção de informações que visam à economia de recursos naturais, já que dados quantitativos são necessários para permitir comparações e eventuais tomadas de decisões políticas que definam padrões, metas e formas de gestão da água que incentivem a produção sustentável do ponto de vista do uso dos recursos hídricos.

Na microbacia estudada, a pegada hídrica total é de 807,07 m³/ano por pessoa. Dentro desta pegada hídrica, merece destaque a de alimentação, que é de 586 m³/ano por pessoa. Isto indica a forte participação desta componente na pegada hídrica total, sugerindo que qualquer política ou linha de ação que vise reduzir este indicador tem que focar na alimentação, principalmente no consumo da carne, que corresponde a 30,86% da pegada hídrica por pessoa. Desta forma, é urgente uma reflexão global concernente ao consumo de carne e de uma mobilização social e política quanto a adoção de medidas que diminuam a pegada hídrica da carne para consumo.

A avaliação da pegada hídrica de consumo de bens industrializados da microbacia Riacho Fundo, que é de 174,59 m³/ano por pessoa, também demonstra a forte participação da renda na determinação deste indicador, cuja média é maior na localidade do que na região Nordeste. Esta diferença se deve principalmente à renda, como ficou evidenciado no estudo.

Na microbacia Riacho Fundo, o uso direto da água representa a menor participação dos componentes na pegada hídrica total, com 47,26 m³/ano por pessoa. Entretanto, este aspecto também deve ser inserido em estratégias para sustentabilidade dos recursos hídricos locais, uma vez que a água proveniente do uso direto é potencialmente reutilizável, abrandando a necessidade hídrica da região.

Referência bibliográfica

HOEKSTA, A. Y. The hidden water resource use behind meat and dairy. *Animal Frontiers*, 2(2): 3-8, 2012.

HOEKSTRA, A. Y. The global dimension of water governance: Why the river basin approach is no longer sufficient and why cooperative action at global level is needed. *Water*, 3(1): 21-46, 2011.

HOEKSTRA, A. Y.; MEKONNEN, M. M. From water footprint assessment to policy, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(22): E1425, 2012.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. *The water footprint assessment manual*. Earthscan: London, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatório de 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 07/2013.

MARACAJÁ, K. F. B. *Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo Exploratório da pegada hídrica no brasil*. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences* 15:1577-1600, 2011.

ROCHA, J. S. M. da. *Manual de projetos ambientais*. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

ROCHA, J. S. M., KURTZ, S. M. J. M. *Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas*. 4 ed. Santa Maria: Edições UFSM/CCR, 2001.

VANHAM, D. An assessment of the virtual water balance for agricultural products in EU river basins. *Water Resources and Industry* 1–2, 49–59, 2013.

WFN. *Water Footprint Network*. Disponível em: <http://www.waterfootprint.org/>. Acesso em: 07/2013.

WWAP – *World Water Assessment Programme*. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/>. Acesso em: 05/2009.

ECO RESIDÊNCIA RURAL

*Vicente de Paula Teixeira Rocha
José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
Dermeval Araújo Furtaado
Paulo Roberto Megna Francisco*

Introdução

A preocupação pela preservação dos recursos naturais e o futuro do planeta tem crescido consideravelmente, tendo maior relevância a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992. A busca por formas de desenvolvimento que atendam as necessidades da população sem que se comprometam as futuras gerações tem levado a um termo conciliador que se denomina desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável exige que se tenha uma visão sistêmica de todo o processo produtivo, resultando na adoção de medidas que atendam às necessidades com o mínimo impacto ao meio ambiente.

A construção sustentável implica em aumento na eficiência do uso de recursos naturais, redução dos custos de manutenção e aumento da vida útil da infraestrutura.

Os objetivos das construções sustentáveis são: consumir mínima quantidade de energia e água desde a implantação da obra e ao longo de sua vida útil, emitir o mínimo de poluentes durante e após a implantação da obra, uso de matérias-primas ecoeficientes (sem causar agressão ao meio ambiente, que sejam renováveis, recicladas, recicláveis e, quando possível, desmontáveis), gerar o mínimo de resíduos e contaminação ao longo de sua vida (durabilidade e reciclabilidade), utilizar o mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural, adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários e criar um ambiente interior saudável (IDHEA, 2006).

A sustentabilidade na construção civil hoje é um tema de extrema importância, já que a indústria da construção causa um grande impacto ambiental ao longo de toda a sua cadeia produtiva. Esta inclui ocupação de terras, extração de matérias-primas, produção e transporte de materiais, construção de edifícios e geração e disposição de resíduos sólidos.

Materiais e métodos

A casa ecológica encontra-se construída na área rural no Distrito de Ribeira, coordenadas geográficas 7°24'60"S 36°21'60"W, situado em Cabaceiras/PB, região semiárida no estado da Paraíba, cidade cuja precipitação média é de 336 mm/ano.

O projeto arquitetônico da Casa Ecológica incorpora princípios da arquitetura sustentável, sendo observados os preceitos estabelecidos na Norma Brasileira NBR-15220. Como é de amplo conhecimento, esta Norma institui o zoneamento bioclimático brasileiro e recomenda as diretrizes construtivas para habitações de interesse social.

Os tijolos de solo-cimento foram produzidos utilizando-se prensa manual. A mistura fresca de solo-cimento foi depositada dentro de moldes de ferro e imediatamente prensada. Depois de retirado da prensa, o tijolo foi armazenado em local coberto e protegido do vento para evitar desidratação precoce, onde foi molhado por um período mínimo de 7 dias para ser curado, adquirindo uma melhor resistência mecânica. Pelo fato do tijolo ser construído no local da obra, o processo garante um menor desperdício de material, além de reduzir tempo e custo de mão-de-obra. O traço da mistura de solo-cimento ficou na proporção 1:12 (cimento: terreno natural), sendo 20% de resíduo de caulim, em substituição à parte do terreno natural. O tijolo de solo-cimento apresenta faces regulares e um duplo encaixe. Ele permite um bom nivelamento, prumo, esquadro e alinhamento, além de satisfatório acabamento, oferecendo beleza estética à construção.

A escolha do formato da unidade habitacional foi definida por obedecer a um padrão de projeto elaborado por professores e alunos da pós-graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Para a implantação da Casa Ecológica no terreno foram observados critérios como a orientação solar de seus cômodos, a localização das esquadrias, o comportamento do vento, a iluminação natural, bem como a opção do sentido de escoamento de água da cobertura com o fito de melhor atentar para o desempenho térmico da edificação.

A habitação foi dotada de dois quartos, sala, cozinha, banheiro, terraço e mezanino, contemplando uma área de construção de 69,60 m², sendo 56,85 m² no térreo e 12,75 m² no mezanino. A cobertura tem uma inclinação de 35% e o pé-direito do térreo é de 2,70 metros. A alvenaria é do tipo aparente sem revestimento, exceto áreas molhadas - banheiro e cozinha.

A concepção da cobertura planejada observou ação de captadora e coletora de águas pluviais, armazenando-a em reservatório no ponto mais alto do terreno. O processo de uso de água da chuva e reuso da água dispensa a

necessidade de bombas, uma vez que o aproveitamento é por processo de gravidade, visto que o terreno onde a casa está construída consta de uma declividade na ordem de 6,4%.

A água residual também recebe especial tratamento, no sentido da otimização do seu uso. A água a ser utilizada na lavanderia passa por um filtro erguido em alvenaria, onde fica guardada por período curto e, depois, abastece os vasos sanitários. Após este uso higiênico, é tratada em fossa séptica e usada em frutíferas que serão plantadas na parte mais baixa do terreno. O reaproveitamento da água da cozinha e das pias dos banheiros são direcionadas à fossa séptica, e, posteriormente, servirão para aguar plantas frutíferas, a exemplo de coco, maracujá, dentre outras.

Resultados obtidos

A alvenaria executada com tijolo solo-cimento proporciona diversas vantagens, a exemplo de um menor custo, dispensabilidade do emprego de fôrmas (muito utilizado na alvenaria monolítica), celeridade no processo de construção e facilidade a passagem das instalações hidráulicas e elétricas (Figura 1).

Além das vantagens já destacadas podemos mencionar o caráter de alinhamento com o respeito ao meio ambiente, a partir de uma menor devastação da flora. Além de não usar vegetação para a queima do tijolo, a madeira é dispensada para confecção das peças de concreto armado. Ocorre que o tijolo funciona como elemento para moldar os pilares da construção.



Figura 1. Tijolo de solo cimento utilizado na construção da eco residência.



Figura 2. Vista frontal da construção da eco residência.



Figura 3. Vista lateral da construção da eco residência.



Figura 4. Vista dos fundos da construção da eco residência.



Figura 5. Vista da fundação da construção da eco residência.

**LIVROS DIDÁTICOS E A TEMÁTICA AMBIENTAL:
ESTUDO DE CASO NA ESCOLA CLÓVIS PEDROSA
CABACEIRAS/PB**

*Catyelle Maria de Arruda Ferreira
Silvana Eloisa da Silva Ribeiro
José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
Bruno Soares de Abreu
Júlia Soares Pereira*

Introdução

O ensino da Educação Ambiental (EA) nas escolas brasileiras é uma importante ferramenta na busca por hábitos mais sustentáveis que respeitem os recursos naturais, as limitações e o tempo do meio ambiente possibilitando que as gerações futuras usufruam dos mesmos benefícios que a natureza proporciona hoje.

Para que EA seja implementada no cenário educacional brasileira, dentre outras ações, foi sancionada a lei 9.795 em 27 de abril de 1999 que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental, um importante passo para a construção e consolidação da educação ambiental no país.

De base na lei 9.795/99 em seu Art. 2º a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. Isso quer dizer que o ensino da Educação Ambiental não deve ser uma disciplina isolada dos demais conteúdos, nem tampouco, criada como uma disciplina distribuída no cronograma da escola. A EA deve estar presente em todas as disciplinas que são ofertadas na escola.

Ainda segundo a lei a educação ambiental deve ser implantada de forma interdisciplinar com participação do indivíduo e da comunidade. A interdisciplinaridade na educação ambiental abrange, ou deveria estar presente em todas as disciplinas oferecidas pela escola.

O ensino da Educação Ambiental aos poucos vem sendo modificada, visto sua importância para a construção de uma “nova” postura socioambiental da sociedade, como esse principal objetivo o estudo observa a relevância do tema no cenário nacional e, principalmente no universo

educacional, uma vez que os futuros multiplicadores ambientais são também educados na escola.

A preocupação de realizar este estudo decorreu do fato dos livros didáticos, na sua grande maioria, serem adotadas para as escolas sem a realização de pesquisas criteriosas sobre as diversidades regionais, as especificidades socioambientais das regiões, assim como os costumes e hábitos das localidades a que tais livros se destinam. Inclusive, os conteúdos têm desconsiderado as características do mundo rural, divulgando uma concepção de meio ambiente generalizada.

Dificultando assim o processo de construção de Educação Ambiental capaz de promover mudanças de hábitos e aquisição de conhecimentos sobre as realidades e as diversidades locais e de possibilitar a permanência da população do campo em seu lugar de origem, estimulando o “*sentimento de pertencimento*” e a valorização das potencialidades locais (patrimônio natural-cultural).

A carência de relacionar potencialidades e características da realidade local com os conteúdos ambientais implica em privilegiar uma visão de mundo, que não considera o universo heterogêneo brasileiro e também em elaborar livros didáticos para serem aplicados em diversos contextos com um caráter homogêneo, como se os conteúdos ambientais fossem receitas passíveis de aplicações em qualquer situação.

Com o objetivo de regionalização dos currículos escolares, corroborando com a Lei 9.395 de 20 de Dezembro de 1996 denominada de Lei de Diretrizes e Bases Curriculares (LDB), o governo federal em 20 de março de 2012 lançou com presença da presidente Dilma Rousseff o Programa Nacional de Educação no Campo - Pronacampo1. O objetivo é formar professores, educar jovens e adultos e garantir práticas pedagógicas para reduzir as distorções no cenário educacional do campo brasileiro. O conjunto de ações articuladas atenderá escolas do campo e quilombolas em quatro eixos: gestão e práticas pedagógicas, formação de professores, educação de jovens e adultos e educação profissional e tecnológica.

Destaca-se o eixo I denominado por “gestão e práticas pedagógicas” algumas ações serão específicas quanto aos livros didáticos. Serão implantados livros didáticos específicos para os anos iniciais do ensino fundamental, no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD Campo e livros didáticos específicos para os anos iniciais do ensino fundamental, no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD Campo.

Além disso, outro objetivo é selecionar obras de referência com especificidades do campo e das comunidades quilombolas no âmbito do Programa Nacional de Biblioteca da Escola – PNBE para os anos finais do

ensino fundamental e ensino médio. As metas do governo para o ano de 2013 é atingir 3,2 milhões de estudantes no PNLD e 1,9 milhão de estudantes no PNBE. A partir dessas considerações, verifica-se a relevância dessa pesquisa para o cenário educacional brasileiro.

Fundamentação teórica

Sociedade e Educação Ambiental

A expressão “Educação Ambiental” (EA) surgiu apenas nos anos 70, sobretudo quando surge a preocupação com a problemática ambiental e muitos dos conhecimentos atuais sobre sistemas ambientais surgiram nesse mesmo período. A partir de então surge vários acontecimentos que solidificaram tais questões e muitas discussões sobre a educação ambiental foram desencadeadas.

Atualmente o mundo exige cuidados, isso porque o homem vem utilizando os recursos naturais de forma inadequada, o que além de prejudicar e degradar o próprio meio ambiente acaba se prejudicando, uma vez que a natureza tem reagido e esses impactos. Dessa forma, diante do caos em que vivemos se faz necessária uma educação ambiental que sensibilize as pessoas proporcionando acesso a uma melhor qualidade de vida, mas sem desprezar o meio ambiente, tentando criar uma nova mentalidade com relação a como usufruir dos recursos naturais de forma correta, sem agredir a natureza, criando assim um novo modelo de comportamento que leve toda a sociedade a refletir e repensar seus valores acerca do meio ambiente.

A educação ambiental consiste em uma ferramenta que busca, sobretudo, a conscientização das pessoas, de modo a gerar novos conceitos sobre a importância da preservação do meio ambiente no dia-a-dia, desenvolvendo uma consciência de respeito com a natureza, e dentro desta lógica, a educação ambiental segundo Dias (2004), é: Processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem novos conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir e resolver problemas ambientais, presentes e futuros (p. 523).

O Brasil é o único país da América Latina que possui uma política nacional específica para a Educação Ambiental, e tornou-se lei em 27 de Abril de 1999, pela Lei N° 9.795 – Lei da Educação Ambiental, onde em seu Art. 2° afirma: “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal”.

A educação ambiental deve ser um exercício para a cidadania, de forma que mobilize toda sociedade e não apenas pequenos grupos, uma vez que, a mesma deve ser comunitária e não individualista. A EA nesta perspectiva deve ter um caráter interdisciplinar, onde sua abordagem deve ser integrada e contínua, e não ser uma nova disciplina, ou seja, “A Educação Ambiental não deve ser implantada como uma disciplina no currículo de ensino em conformidade com a lei 9.795/99”.

Segundo Leff (2001) a maioria dos problemas ambientais que estamos vivenciando no século XXI é consequência de nossas atitudes. Sendo assim, a crise ambiental que vivenciamos revela-se: Nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social (LEFF, 2001, p.191).

Ao longo do tempo, a questão da sobrevivência humana esteve ligada aos recursos existentes na natureza, mas o modelo de crescimento convencional baseado na acumulação e concentração de capital, iniciado com o advento da Revolução Industrial provocou a exploração dos recursos naturais de forma inadequada, retirando da natureza muito além das necessidades humanas em favor do capitalismo que visa apenas o processo de acumulação de capital. Tal procedimento tem provocando desequilíbrio na relação do homem com o meio natural, degradando os ecossistemas e comprometendo a qualidade de vida das populações em situação de riscos.

Ao abordar esta questão Beck (1998) alerta que o desequilíbrio ambiental foi uma construção do século XIX, em que o homem teve como finalidade dominar a natureza. Naquele contexto, ela foi vista como um fenômeno externo e como uma fonte de recursos inesgotáveis. Entretanto, no final do século XX, ocorreu uma mudança nessa visão, porque a própria natureza passou a apresentar sinais de esgotamento. Sendo assim, a natureza explorada passou a ser vista, sobretudo pelos educadores ambientais como um fenômeno produzido pelas ações dos próprios homens.

Diante do cenário de natureza contaminada pelas ações humanas torna-se necessário a construção de processos educativos informais e formais, que utilizem instrumentos e materiais didáticos dinâmicos e relevantes nas escolas situadas em situações de riscos ambientais, com capacidade para viabilizar um processo de Educação Ambiental que possibilite mudanças de hábitos e costumes compatíveis com as necessidades das comunidades, conforme recomendam as Conferências Mundiais sobre Meio Ambiente, a Constituição Federal, a Política Nacional de Educação Ambiental e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's).

Política e Inserção da Educação Ambiental na Escola

Conforme os objetivos propostos pelo Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), a Educação Ambiental deve apresentar um caráter de transversalidade, perpassando todas as disciplinas dos currículos escolares em todos os níveis de ensino. Além disso, essa modalidade educativa deve ser viabilizada por equipes multidisciplinares, constituídas por professores de diferentes formações, e que tenham acesso a um apoio técnico quando se fizer necessário (BRASIL, 2001).

Em 1994, foi aprovado o Programa Nacional de Educação Ambiental, (PRONEA) tal programa foi desenvolvido para apoiar a educação não formal, que ficou a cargo do IBAMA e a educação formal, que ficou a cargo do MEC, constituído por sete linhas de ação:

- Educação Ambiental através do ensino formal;
- Educação no processo de gestão ambiental;
- Realização de campanhas específicas de Educação Ambiental para usuários de recursos naturais;
- Cooperação com os que atuam nos meios de comunicação e com os comunicadores sociais;
- Articulação e integração das comunidades em favor da Educação Ambiental;
- Articulação intra e interinstitucional;
- Criação de uma rede de centros especializados em Educação Ambiental, integrando universidades, escolas profissionalizantes, centros de documentação, em todos os Estados da Federação.

No Plano Plurianual do governo 1996/1999, por meio da Portaria nº 153/96, o MEC e MMA assinaram um Protocolo de Intenções para cooperação técnica e institucional em Educação Ambiental. Neste contexto, foi realizada discussões para inserção da EA em outros níveis de ensino, na perspectiva da nova Lei de Diretrizes e Bases (Lei nº 9394/96), que mudou a concepção curricular no ensino formal.

Em 1997, o MEC distribuiu os Parâmetros Curriculares Nacionais de 1ª à 4ª séries e de 5ª à 8ª séries e incluiu o Meio Ambiente como tema transversal. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (1998) no que se refere ao Tema Transversal Meio Ambiente, a escola deve: [...] oferecer meios efetivos para cada aluno compreender os fatos naturais e humanos referentes à temática ambiental, desenvolver suas potencialidades e adotar posturas pessoais e comportamentos sociais que lhe permitam viver numa relação construtiva consigo mesmo e com seu meio, colaborando para

que a sociedade seja ambientalmente sustentável e socialmente justa; protegendo, preservando todas as manifestações de vida no planeta; e garantindo as condições para que ela prospere em toda a sua força, abundância e diversidade (PCN, 1998, p. 197).

Assim, segundo os PCN (1998, p.197-198), o trabalho com a temática ambiental na escola deve contribuir para que os alunos sejam capazes de:

- identificar-se como parte integrante da natureza e sentir-se afetivamente ligados a ela, percebendo os processos pessoais como elementos fundamentais para uma atuação criativa, responsável e respeitosa em relação ao meio ambiente;

- perceber, apreciar e valorizar a diversidade natural e sociocultural, adotando posturas de respeito aos diferentes aspectos e formas do patrimônio natural, étnico e cultural;

- observar e analisar fatos e situações do ponto de vista ambiental, de modo crítico, reconhecendo a necessidade e as oportunidades de atuar de modo propositivo, para garantir um meio ambiente saudável e a boa qualidade de vida;

- adotar posturas na escola, em casa e em sua comunidade que os levem a interações construtivas, justas e ambientalmente sustentáveis;

- compreender que os problemas ambientais interferem na qualidade de vida das pessoas, tanto local quanto globalmente;

- conhecer e compreender, de modo integrado, as noções básicas relacionadas ao meio ambiente;

- perceber, em diversos fenômenos naturais, encadeamentos e relações de causa/efeito que condicionam a vida no espaço (geográfico) e no tempo (histórico), utilizando essa percepção para posicionar-se criticamente diante das condições ambientais de seu meio;

- compreender a necessidade e dominar alguns procedimentos de conservação e manejo dos recursos naturais com os quais interagem, aplicando-os no dia-a-dia.

Silva (2003) explicita que a Educação Ambiental tem um importante papel na busca por hábitos mais sustentáveis e deve ser inserida de forma interdisciplinar e/ou transdisciplinar nas escolas, descartando as práticas tradicionais de ensino, em que os alunos ficam confinados no ambiente escolar juntamente com o professor que é tido como “detentor do saber”, e os transformando em cidadãos capazes de agir de modo responsável e consciente, sabendo cumprir as suas obrigações, exigindo e respeitando os direitos próprios e os de toda uma comunidade.

De acordo com Minnini (1994), a Educação Ambiental enfatiza o desenvolvimento de valores e comportamentos diferentes na inter-relação homem e meio ambiente, defendendo a necessidade de um conhecimento integrado da realidade e procedimentos baseados na investigação dos problemas ambientais, utilizando estratégias interdisciplinares e sustentáveis.

A Educação Ambiental relacionada com a sustentabilidade pode ser vista como processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito a todas as formas de vida. Neste sentido, a preservação ecológica e a formação de sociedades mais justas e equilibradas pressupõe uma pedagogia baseada no diálogo de saberes e orientada para a construção de consciências críticas.

Agrupadas à garantia de preservação dos recursos naturais e determinadas espécies animais e vegetais, é prioritário que sejam focadas também as questões econômicas e culturais entre a humanidade e a natureza e entre os homens, fazendo-nos entender a Educação Ambiental como formadora de cidadania nacional e planetária, fundamentando as relações sociais e com a natureza na ética, portanto, uma EA como educação política (REIGOTA, 1995).

Paulo Freire (2001), ressalva que a consciência crítica é a representação das coisas e dos fatos como se dão na existência empírica, a sustentabilidade não tem a ver apenas com uma área do conhecimento específica, ela busca relacionar o indivíduo com a natureza. O autor considera que a pedagogia problematizadora inicia o processo educativo ensinando o educando a fazer a leitura do mundo em que está inserido, entendendo que o universo dos alunos é o primeiro educador.

Materiais e métodos

A fim de atender aos objetivos da pesquisa, foram utilizadas abordagens quantitativas como também qualitativas para melhor esclarecer o objeto de estudo. Foi realizado um estudo de caso, pelo fato deste permitir o conhecimento amplo e detalhado dos fenômenos estudados em seus aspectos sociais e ambientais o estudo foi desenvolvido no município de Cabaceiras no Distrito da Ribeira. A seguir as etapas da pesquisa:

a) Primeira etapa: revisão bibliográfica

A primeira etapa da pesquisa consistiu da realização de uma ampla revisão de literatura. Para Silva e Menezes (2005) a partir da revisão de literatura é que se torna possível elaborar uma fundamentação teórica voltada para tratar o tema e o problema da pesquisa em questão, dando-se a possibilidade de se traçar um quadro teórico que resultará na estruturação conceitual que, por sua vez, dará sustentação ao desenvolvimento do estudo.

b) Segunda etapa: escolha da área de estudo

A escolha da área de estudo ocorreu primeiramente devido à pesquisadora ser membro técnico do projeto MCT/CNPq/ CT – AGRONEGÓCIO / CT-HIDRO – N° 27/ 2008 intitulado como UNIDADE DE TECNOLOGIAS INTEGRADAS PARA CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – UT – HIDRO aprovado pela instituição CNPq, realizado no Distrito da Ribeira, Município de Cabaceiras/PB.

A Escola Estadual de Ensino Fundamental Clóvis Pedrosa é a única escola localizada no distrito de Ribeira (Figuras 1, 2 e 3).

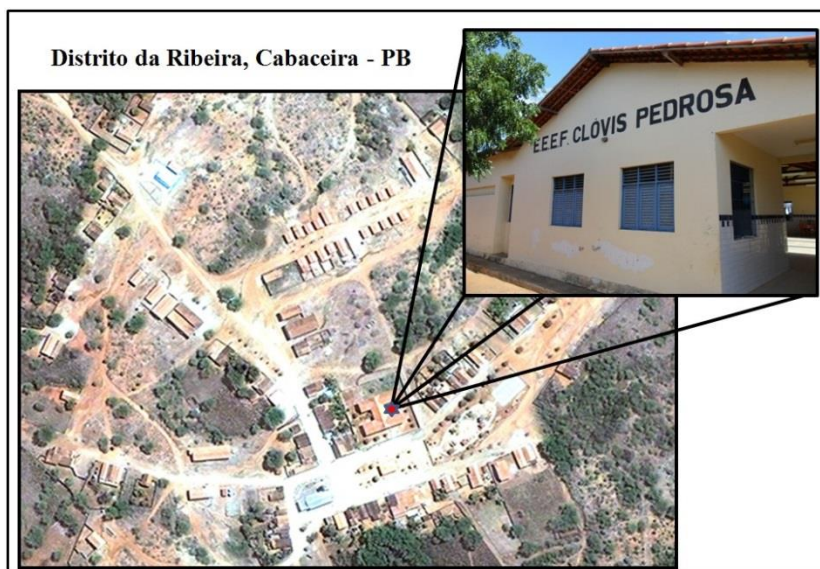


Figura 1. Mapa de localização da E.E.E.F Clóvis Pedrosa. Fonte: Elaborado por Bruno Abreu, 2012.



Figura 2. Fachadas da escola, lateral direita e lateral esquerda da entrada.



Figura 3. Salas de aula e pátio da escola.

c) Terceira etapa: recolhimento do material

Esta etapa da pesquisa iniciou com visitas a escola Clóvis Pedrosa, que de acordo com LAKATOS (2010), é denominado como pesquisa exploratória ou investigação preliminar, enquadra-se como levantamento inicial de dados. Nesse momento, a pesquisadora buscou através de documentos e o contato direto com os pesquisados, dados preliminares que subsidiou o trabalho. O envolvimento e entrosamento com a comunidade escolar foi possível após conhecer a direção da escola, professores, funcionários e alunos.

Após uma aproximação inicial com a administração da escola, estabelecemos um contato e, posteriormente recolhemos os 8 livros didáticos (2 de Língua Portuguesa, 2 de Ciências, 2 de História e 2 de Geografia do Ensino Fundamental II) analisados na pesquisa.

Os critérios de seleção dos livros foram: 1) Adotados pela escola e pelos professores do Ensino Fundamental II da escola E.E.E.F. Clóvis Pedrosa; 2) Terem sido publicados após a implantação da Política Nacional do Meio Ambiente; 3) Serem recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) ou de acordo com as diretrizes formuladas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

d) Quarta etapa: análise e discussão dos livros didáticos

Foi realizada uma análise e discussão dos livros didáticos, denominada de “Categorias de Análise” através de metodologia desenvolvida por Ferreira (2013) a partir das leituras dos autores: Freire (1975, 1996, 2005, 2011), Veiga (2005) e Sato (1997). Esta metodologia permitiu discutir e analisar os textos dos livros didáticos, considerando as seguintes categorias: Sensibilização ambiental e compatibilidade com a realidade local. Sendo assim, apresentaram-se as variáveis e a estratégia de análise da seguinte forma:

- Sensibilização ambiental – verificaram-se os textos que abordam a temática ambiental estimulam o processo de sensibilização em relação ao

meio ambiente, uma vez que esta variável se relaciona ao enfoque da Educação Ambiental baseado em Sato (1997), quando enfoca a sensibilização como necessária para produzir conhecimento sistêmico da dinâmica ecológica educativa. Também se relaciona com o conhecimento/envolvimento dos educados, que através da responsabilidade social escola pode levar a participação e o efetivo exercício da cidadania.

- Compatibilidade com a realidade local e com a linguagem local – verificaram-se os textos utilizam uma linguagem compatível com os problemas e as especificidades da cultura local, por considerar essencial para a construção do “sentimento de pertencimento” dos membros da escola em relação à comunidade em que ela se encontra inserida. Nessa perspectiva, Freire (2005) fornece subsídios à construção de propostas de “educação popular” voltada à mobilização, organização e capacitação das classes populares em favor da localidade que as classes estão inseridas, enfocando que a capacitação científica e técnica só serão possíveis quando a escola se inserir no contexto político-social da realidade local.

Categorização e análises Dos livros didáticos

Este tópico irá relacionar a vivência e o entendimento do alunado sobre o meio ambiente com os assuntos que foram encontrados nos livros didáticos, visto que em muitos textos observou-se a incompatibilidade da realidade local com o que é abordado nos livros.

Análises dos livros de Português do 6º ano e 9º ano2

Categorias de análise:

- Sensibilização ambiental

Com base nas diretrizes do PCN “Meio ambiente” o aluno deve ser capaz de “observar e analisar fatos e situações do ponto de vista ambiental, de modo crítico, reconhecendo a necessidade e as oportunidades de atuar de modo propositivo, para garantir um meio ambiente saudável e a boa qualidade de vida”.

Sendo assim, verificou-se que os textos dos livros de português do 6º ano contemplam tanto a diretriz do PCN como os aspectos que elencamos a sensibilização ambiental, abaixo fragmentos que corrobora tal informação: (...) Nossos rios descomunais foram muito poluídos, mais ainda guardam uma peixaria imensa. Nossos céus azuis são a alegria da passara inumerável, de todo colorido. [...] Ultimamente, as coisas pioraram muito. As fábricas

esfumaçando gases fétidos e vomitando ácidos nojentos nos rios. As lavouras abusando dos desfolhantes, inseticidas e fertilizantes químicos, em quantidade cada vez mais espantosas, estão envenenando as águas que estamos bebendo, poluindo os vegetais que comemos, acabando com os peixes e com animais silvestres(...) (Darcy Ribeiro, p. 152-153, apud livro de português do 6º ano).

Tabela 1. Quantitativos de textos nos livros português do 6º ao 9º ano

Crítérios de seleção	6º ano	7º ano	8º ano
Apresenta temáticas ambientais	8	5	1
Não apresenta temática ambiental	27	25	26
Total de textos	35	30	27

- Compatibilidade com a realidade local

Infelizmente observa-se poucos textos abordando essa variável tão importante para o cenário semiárido que os alunos vivenciam cotidianamente e de acordo com Freire (1996) os educadores necessitam construir conhecimentos baseado na realidade dos alunos envolvidos, considerando o conhecimento e cultura dos educandos, respeitando a linguagem e valorizando a cultura e a história de vida de cada indivíduo, de forma que o conteúdo não fuja da realidade dos mesmos.

Para o autor a educação é um ato político e pedagógico e sendo assim é importante que o ensino considere a diversidade étnico-cultural, religiosa e biológica de cada região e que esteja também presente nos livros didáticos. A variável “compatibilidade com a realidade local” não foi encontrada em nenhum texto analisado.

Análises dos livros Ciências do 6º e 9º ano

Aspectos de análise:

- Sensibilização ambiental

Freire (1996, p. 25) afirma que “quando mais criticamente se exerça a capacidade de aprender tanto mais se constrói e desenvolve o que venho chamando “curiosidade epistemológica”, sem a qual não alcançamos o conhecimento cabal do objeto”. Esse pensamento nos leva a criticar o ensino “bancário” onde a educação torna-se um ato de depositar, os educandos são depositários e o educador depositante.

A Educação Ambiental vem contrapondo a esta concepção “bancária” colocada por Freire, ela surge como um instrumento de mudança, uma ferramenta pedagógica possível de ser utilizada na escola que instiga nos alunos o processo de sensibilização para as questões ambientais.

Os dois livros analisados da disciplina de ciências apresentam textos que aborda Sensibilização ambiental. “Evite desperdícios! O Brasil é um país privilegiado em quantidade de água, pois contém cerca de 10% das reservas de água doce do plante. Mas doenças diversas transmitidas por meio de água contaminada são uma das principais causas de mortes de crianças no Brasil. Muitos rios brasileiros apresentam contaminação principalmente pela descarga de esgotos domésticos e industriais na água. [...] E há também o desperdício doméstico: por exemplo, tomas banho com o chuveiro ligado durante dez minutos consome cerca de 160 litros de água, o dobro da quantidade diária suficiente para uma pessoa se manter em níveis satisfatórios de saúde e de higiene.”(Autor desconhecido, p. 149 apud livro de ciências do 6º ano).

Tabela 2. Quantitativos de textos nos livros ciências do 6º ao 9º ano

Critérios de seleção	6º ano	9º ano
Apresenta temáticas ambientais	10	2
Não apresenta temática ambiental	25	28
Total de textos	35	30

- Compatibilidade com a realidade local

O autor Paulo Freire defende uma pedagogia fundada na ética, no respeito, na dignidade e na autonomia do educando. Existe educador autoritário e conservador, que não permite a participação dos educandos, não os permitem colocar suas curiosidades e as suas vivências adquiridas no decorrer da vida e do seu meio social, a realidade dos educandos deve estar presente em sala de aula. Tanto nas discussões das aulas como nos livros didáticos.

Entretanto, nenhum texto nos livros de ciências retrata compatibilidade com a realidade local estudada pelo trabalho. Ao contrário, o que se verificou foram textos abordando assuntos importantes com linguagem técnica dificultando o entendimento do público leitor, “Desafios do presente! Álcool e biodiesel: fontes alternativas de energia. [...] Mas o chamado B2, mistura de 2% de biodiesel e 98% de diesel comum, deverá ter vida curta. Isso porque a meta projetada pelo governo federal da adição de biodiesel, nos próximos anos, é de 5%, com o produto ao qual se convencionou chamar de B5. Sob a perspectiva atual, a produção e o uso de biodiesel em todo o mundo se sustentarão enquanto não resultar na invasão de áreas como a floresta Amazônia ou a disputa com culturas de alimentos.”(Autor desconhecido, p. 149 apud livro de ciências do 9º ano).

Análises dos livros História do 6º e 9º ano

Aspectos de análise:

- Sensibilização ambiental

No capítulo 2 da obra *Pedagogia da Autonomia* Paulo Freire aborda a questão da ética entre educador e educando, e sobre a prática de ensinar. Para o autor “Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho – a de ensinar e não a de transferir conhecimento (Freire 1996, p. 47).

Ou seja, respeitar a autonomia e a identidade do educando. Para passar conhecimento o educador deve estar envolvido com ele, para envolver os educandos. Deve estimular os alunos a desenvolverem seus pensamentos. Fornece argumentos mostrando que desta forma é possível o desenvolvimento da crítica.

Com objetivo de estimular e sensibilizar os alunos as questões ambientais os três livros analisados da disciplina de história abordam a concepção Sensibilização ambiental, fragmentos dos textos. “Desenvolvimento sustentável”. A busca de formas de desenvolvimento sustentável que não agridam o meio ambiente é um grande desafio para o século XXI. Os debates sobre o tema levaram à formulação do conceito de desenvolvimento sustentável [...] Os cidadãos, por sua vez, precisam mudar seus hábitos de consumo, aprender a reutilizar os materiais, a evitar o desperdício, a separar o lixo para possibilitar a reciclagem. A tarefa de salvar o planeta caba a todos nós. Pequenas atitudes dentro de casa contribuem muito para a economia de água, recurso cada vez mais escasso na natureza. Por exemplo: fechar a torneira ao escovar os dentes, ao fazer a barba e enquanto se ensaboa no banho.” (Autor desconhecido p. 263 apud livro de história 9º ano).

Tabela 3. Quantitativos de textos nos livros história do 6º ao 9º ano

Crítérios de seleção	6º ano	Percentual	9º ano	Percentual
Apresenta temáticas ambientais	1	3,0	5	14,0
Não apresenta temática ambiental	30	97,0	30	86,0
Total de textos	31	100,0	35	100,0

- Compatibilidade com a realidade local

Respeitar as diferenças sem discriminação e entender a diversidade sociocultural existente no Brasil, é também o saber educar que Freire (1996)

aborda em seu livro. Qualquer forma de discriminação deve ser rejeitada, alguns conceitos são necessários para o desempenho do bom ensino tendo por consequência maior aproveitamento no aprendizado, por exemplo, a ética, o bom senso, a responsabilidade, a coerência, a humildade, a tolerância são qualidades de um bom educador. O professor deve defender seus direitos e exigir condições para exercer sua docência, pois dessa forma estará exercendo sua ética e respeito por si mesmo e pelos alunos.

Freire (1996, p. 68) afirma que ensinar exige apreensão da realidade, ou seja, para o autor “à experiência educativa é o que diz respeito à sua natureza”, e ainda conclui que “A capacidade de aprender, não apenas para nos adaptar mas sobretudo para transformar a realidade, para nela intervir, recriando-a [...]. Mulheres e homens, somos os únicos seres que, social e historicamente, nos tornamos capazes de aprender [...] aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.

Os livros de história do 6º e 9º ano apresentam textos sobre compatibilidade com a realidade local, abaixo alguns fragmentos dos textos analisados “Ontem e Hoje! Agricultura e mudanças ambientais. A adoção da agricultura juntamente com suas duas maiores consequências – as comunidades assentadas e uma população continuamente crescente – submeteram o meio ambiente a uma tensão constante. [...] *(colchetes do texto original)* O solo fica muito mais exposto ao vento e à chuva do que antes, principalmente onde os campos ficam nus durante a maior parte do ano, o que causa um nível de erosão do solo muito mais forte do que acontece nos ecossistemas naturais. [...] A adoção da irrigação é uma fator mais destruidor, pois cria um meio ambiente que é ainda mais artificial do que a fazenda seca, que depende da chuva”(Clive Ponting, p. 57, apud livro de história do 6º ano).

“Cerca de 70% da superfície da Terra é constituída da água. A maior parte dessa água (97%) encontra-se nos oceanos, misturada aos sais. Cerca de 14% da água doce do planeta está no Brasil. Os brasileiros vivem, portanto, em um país privilegiado. A abundância de água no nosso país faz com que tenhamos uma grande responsabilidade, que exige de nós o uso correto desse valioso recurso.”(Autor desconhecido p. 262 apud livro de história 9º ano).

Análises dos livros de geografia do 6º e 9º ano

Aspectos de análise:

- Sensibilização ambiental

Todos os textos dos livros de geografia apresentam o aspecto de sensibilização ambiental, importante destacar neste tópico o papel do professor no cenário de formação dos educandos quanto às temáticas

ambientais. É muito importante a segurança e o conhecimento do professor para se fazer respeitado, afirma Freire (1996), o autor traça argumentos a favor da recriação de uma sociedade menos injusta e mais humana. Aponta que o professor exerce uma grande importância para que haja um movimento de mudança social, para isso há necessidade de decisões, rupturas e escolhas para alcançar os objetivos.

Abaixo fragmentos que demonstram um pouco a mudança que os professores podem exercer. “Há dois mil anos, os habitantes de Roma grande cidade da Europa, já jogavam os esgotos e o lixo nos rios e nos mares. Naquela época, talvez os oceanos ainda conseguissem absorver e transformar esses resíduos, pois, só havia no mundo aproximadamente 133 milhões de pessoas. Hoje somos mais de seis bilhões de habitantes vivendo em inúmeras cidades espalhadas pelo mundo. O lixo pode e deve ser separado e reaproveitado ou reciclado antes de ser definitivamente descartado. Reciclar nada mais é do que reutilizar materiais anteriormente utilizados, promovendo sua transformação e possibilitando seu reaproveitamento. A reciclagem substitui, em parte, a extração de matérias-primas, ajudando a preservar os recursos naturais e a diminuir a quantidade de lixo. Hoje em dia, a reciclagem do lixo é fundamental para proteger o meio ambiente”.(Autor desconhecido, p. 32, apud Livro de geografia do 6º ano).

- Compatibilidade com a realidade local

O professor crítico de acordo com Freire (1996) impõem a decência e a ética como fatores qualitativos para obter o respeito dos alunos, acompanhada desta postura têm uma séria de responsabilidade social e democrática. Estes devem abstrair-se da sua “ignorância” para escutar os educandos assim conhecendo a realidade de cada alunado. Há uma necessidade de mudanças na postura dos profissionais para enfim colaborar com a melhoria de condições e qualidade de vida de cada indivíduo, desarticular qualquer forma de discriminação, injustiça e preconceito, é importante para o avanço da educação.

Apenas os livros de geografia do 6º abordam o aspecto de compatibilidade com a realidade local

Tabela 4. Quantitativos de textos nos livros geografia do 6º ao 9º ano

Critérios de seleção	6º ano	Percentual	9º ano	Percentual
Apresenta temáticas ambientais	9	29,0	2	6,0
Não apresenta temática ambiental	22	71,0	30	94,0
Total de textos	31	100,0	32	100,0

“De bem com a Natureza! Parques Nacionais do Nordeste. Entre os parques do Nordeste, dois são marinhos: Abrolhos – refúgio de baleias jubarte – e Fernando de Noronha, morada de tartarugas e golfinhos. Ambos abrigam centenas de espécies de peixes tropicais, além de servir de santuário para dezenas de espécies de aves marinhas. Os outros parques da região Nordeste exibem paisagens diversificadas, como as das fotos da página ao lado.” (Autor desconhecido, p. 246, apud livro de geografia do 6º ano).

Considerações finais

A partir das análises feitas nos livros didáticos verificou-se que a comunidade necessita de temas e assuntos que retratam à Educação Ambiental (EA) contemplando as especificidades da região do semiárido objeto do nosso estudo.

A maioria dos textos analisados apresenta sensibilização aos temas ambientais e com pouca criticidade, entretanto, a minoria relaciona compatibilidade com os problemas socioambientais da localidade. A linguagem técnica presente em alguns textos não contribui para o entendimento do assunto considerando as diversas faixas etárias dos leitores (educandos).

Considera-se que um efetivo estudo de EA voltado para as dimensões da sustentabilidade que comporte, sobretudo, as singularidades regionais seja necessário para avançar nas discussões sobre meio ambiente. Requer também o comprometimento e o engajamento da população de forma consciente e organizada, tendo em vista a construção da Educação Ambiental eco cidadã.

Para isso, torna-se necessária elaboração de projetos financiados pelas diversas esferas governamentais permitindo assim o processo contínuo de qualificação profissional, sendo possível uma melhor abordagem frente às questões socioambientais locais. A regionalização dos livros didáticos é preciso, entretanto, não podemos desconsiderar os aspectos mais globalizantes do fenômeno ambiental contemporâneo.

Ao longo da investigação verificou-se que nenhum dos livros analisados citou a temática do Meio Ambiente como eixo central de discussão, quando mencionados nos livros às questões ambientais encontravam-se no final dos capítulos, em anexos ou em leituras complementares.

Ao final conclui-se que a escola e os princípios que são repassados por ela devem estar de acordo com a realidade dos educandos para que assim a aprendizagem aconteça dentro e fora da sala de aula.

Referências bibliográficas

- ADAS, M. Geografia: Conteúdo para o 9º ano: O mundo desenvolvido – 5 ed. – São Paulo: Moderna, 2006.
- BARROS, C. Ciências: Conteúdo para o 6º ano: O meio ambiente. São Paulo: Ática, 2009.
- BARROS, C. Ciências: Conteúdo para o 9º ano: Física e Química. São Paulo: Ática, 2009.
- BECK, U. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Ed. 34, 2010.
- BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: UNESP, 1998.
- BELTRÃO, E. L. S. Diálogo: língua portuguesa, 6º ano. São Paulo: FTD, 2009. – (Coleção diálogo).
- BELTRÃO, E. L. S. Diálogo: língua portuguesa, 9º ano. São Paulo: FTD, 2009. – (Coleção diálogo).
- BRASIL. Constituição Federal. 1988.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei 9.394 de 20 de Dezembro de 1996.
- BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei 9795/99. Brasília, 1999.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais; Meio Ambiente e saúde. Secretária de Educação Fundamental. Brasília, 1998.
- FERREIRA, C.M. de A. A questão ambiental nos livros didáticos do ensino fundamental II no Distrito de Ribeira - Cabaceiras/ PB. Pós Graduação em Recursos Naturais/ Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2013 (Dissertação).
- FREIRE, P. Extensão ou comunicação? Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1996. (Coleção Leitura).
- FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2011.
- FREIRE, P. Pedagogia da Esperança. Um reencontro com a pedagogia do Oprimido, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- FREIRE, P. Educação e Mudança, São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- FREIRE, P. Educação como prática da liberdade, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- FREIRE, P.; NOGUEIRA, A. Que fazer Teoria e Prática em educação popular, Petrópolis: Vozes, 2005
- LAKATOS, E. M^a.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de Metodologia científica. – 7 ed. – São Paulo: Atlas 2010.

- LEFF, E. Epistemologia ambiental. São Paulo: Cortez, 2001. 240p.
- LEFF, E. Ideias para uma sociologia da questão ambiental – teoria social, sociologia ambiental e interdisciplinaridade. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, Editora UFPR, p. 77-89, jul./dez. 2004.
- MININNI, N. M. Elementos para a introdução da dimensão ambiental na educação escolar – 1º grau. Amazônia: uma proposta interdisciplinar de educação ambiental. Brasília, IBAMA, 1994.
- REIGOTA, M. O que é Educação Ambiental. São Paulo: Brasiliense, 1995.
- RIBEIRO, S. E. da S. Em busca do equilíbrio perdido com a natureza: a relação entre uma comunidade urbana em João Pessoa – PB com a mata, o rio e os novos projetos socioambientais, UFPE, Recife, 2007. (Tese de Doutorado).
- SACHS, I. Estratégias de Transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo, Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo (FUNDAP), 1993.
- SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- SACHS, I. Espaços, tempo e estratégias do desenvolvimento. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1986.
- SATO, M. Educação ambiental. São Carlos: RiMa, 2004.
- VEIGA, J. E. Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

***CARTILHA E MÍDIA DA UNIDADE DE
TECNOLOGIAS INTEGRADAS PARA CONSERVAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS***

*Paulo Roberto Megna Francisco
José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy
Dermeval Araújo Furtado*

A ideia de facilitar o entendimento dos usuários deste material foi criada uma cartilha que segue juntamente com este livro. A cartilha foi elaborada conforme as etapas do projeto de onde originou este livro.

A primeira etapa demonstrada na cartilha é a Barragem Subterrânea onde simplificada descreve-se suas etapas de construção. Em seguida vem o Poço Amazonas, o Sistema de Barramento com Pneus, o Poço Artesiano com Cata-vento, a Cisterna de Placas, o Sistema de Tratamento de Água Residuária, a Unidade de Produção Agrícola Controlada (UPAC), o Viveiro Florestal, a Recuperação de Áreas Degradadas, as Matas Ciliares, e finalizando com a Eco Residência Rural. Todo este material foi elaborado com imagens obtidas nos experimentos durante seu processo de elaboração.

Ainda seguindo esse mesmo objetivo de facilitar a melhor compreensão pelos usuários, decidimos criar e confeccionar um DVD, sendo incluído como parte integrante do livro, juntamente com um pequeno filme produzido com o material coletado pelos pesquisadores e também sendo incluído os artigos científicos publicados e as dissertações e teses elaboradas através deste projeto de pesquisa.

Portanto esperamos que este material seja replicado pelos leitores melhorando assim a vida do homem do campo da região semiárida nordestina.

Curriculum dos Autores e Organizadores

Aline Costa Ferreira: Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande, Especialista em Desenvolvimento Sustentável para o Semiárido Brasileiro, Especialista em Gestão da Agroindústria Sucroalcooleira, Mestre em Irrigação e Drenagem pela UFCG e Doutora em Irrigação e Drenagem pela UFCG.

Bruno Soares de Abreu: Graduado em Economia (UFCG), Especialista em Gestão e Análise Ambiental, em Gestão da Agroindústria Sucro-Alcooleira (UFCG). Mestre e Doutor em Recursos Naturais pela UFCG. Atualmente Coordenador e Professor do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental na UBTECH – Unipê Business & Technology School.

Carlos Alberto Vieira de Azevedo: Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado em Engenharia Civil (irrigação e drenagem) pela Universidade Federal da Paraíba e doutorado em Agricultural And Irrigation Engineering pela Utah State University, Estados Unidos. Desde 1993 é professor da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência em Irrigação por Superfície. Tem desenvolvido pesquisas nas áreas de Manejo de Água, Solo e Planta e de Engenharia de Irrigação e Drenagem.

Catyelle Maria de Arruda Ferreira: Bacharel em Serviço Social (UEPB), Licenciada em Ciências Sociais, Especialista em Manejo Ecológico Integrado de Bacias Hidrográficas para o Semiárido Brasileiro (UFCG), Mestre em Recursos Naturais (UFCG) e Doutoranda em Recursos Naturais na UFCG.

Dermeval Araújo Furtado: Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal da Paraíba. Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba e professor do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPB. Tem experiência na área de Zootecnia e Engenharia Agrícola, com ênfase em Manejo de Animais, atuando principalmente nos seguintes temas: ambiência, caprinos, semiárido, conforto térmico animal e aves.

Enoque Marinho de Oliveira: Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Paraíba, especialização em Agribusiness pela Universidade Federal da Paraíba e curso-técnico-profissionalizante pela Universidade Federal da Paraíba.

Geórgia Karênia Rodrigues Martins Marsicano de Melo: Graduada em Direito e Especialista em Direito Processual Civil pela Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas - FACISA. Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Professora dos cursos de Administração e Direito da Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas - FACISA.

Geraldo Moura Baracuhly Neto: Graduado em Administração de Empresas pela Universidade Federal de Campina Grande. Especialista em Administração de Sistemas de Informação pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande.

José Geraldo de Vasconcelos Baracuhly: Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, graduação em Direito pela Universidade Estadual da Paraíba, mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal da Paraíba. Curso de especialização em Inovação Tecnológica pela Universidade Federal do Espírito Santo, especialização em Agronegócio pela UFPB/USP, curso de gerenciamento de parques de maquinaria agrícola pelo CORI/Itália e curso de especialização em direito civil pela Universidade Estadual da Paraíba. Atualmente é professor associado III da Universidade Federal de Campina Grande.

Júlia Soares Pereira: Possui graduação em Engenharia Agrícola (UFCG), Mestre em Engenharia Agrícola na área de Irrigação e Drenagem pela UFCG.

Kalyne Sonale Arruda de Brito: Bacharela em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande e, atualmente, mestranda pelo Programa de Pós graduação em Engenharia Agrícola, na área de Irrigação e Drenagem.

Lincoln Eloi de Araújo: Atualmente é professor adjunto III da Universidade Federal da Paraíba, Campus IV/Rio Tinto, Departamento de Engenharia e Meio Ambiente (DEMA), Curso de Ecologia e Pró-reitor Adjunto da Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários (PRAC). Possui graduação em Meteorologia e em Geografia, mestrado em Meteorologia (2006) e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Hidrometeorologia e Climatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Índices climáticos; Climatologia; Sistema de Informação Geográfica (SIG); Degradação e Impactos Ambientais; Diagnósticos Ambientais em Bacias Hidrográficas, Clima Urbano e Pegada Hídrica.

Paulo Roberto Megna Francisco: Graduado pela UNESP como Tecnólogo Agrícola com especialização em Mecanização. Mestre em Manejo de Solo e Água pelo CCA/UFPB. Doutor em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem pela UFCG. Participa de Projetos de Pesquisa e Extensão juntamente com a EMBRAPA-Algodão, UFPB-Campus João Pessoa, UFCG-Campus Sumé, IFPB-Campus Campina Grande e Picuí. Ministrou as disciplinas de Mecanização Agrícola, Máquina e Motores Agrozootécnicos e Máquinas e Motores Agrícolas no CCA/UFPB. Atualmente presta consultoria para o INCRA/PB na realização de PDA's.

Pedro Dantas Fernandes: Graduado em Engenharia Agrônômica Mestrado em Fitotecnia e Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, Pós-doutorado na University of Arizona. Foi Professor da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/UNESP e do CCA/UFPB de onde foi transferido para a Engenharia Agrícola/UFPB em Campina Grande. Atualmente, é Professor Visitante da Universidade Estadual da Paraíba e continua como Prof. Voluntário da UFCG.

Silvana Eloisa da Silva Ribeiro: Possui Licenciatura Plena em Ciências Sociais (UFPB), Mestre em Sociologia Rural pela UFPB e Doutorado em Sociologia pela UFPE. Atualmente professora Adjunta IV da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

Silvana Fernandes Neto: Possui formação em Técnico em Agropecuária e Processamento de Dados pelo Colégio Agrícola de Santa Maria-UFSM; graduação em Geografia Bacharelado e Especialização em Geociências pela Universidade Federal de Santa Maria-UFSM/RS, Mestrado em

Recursos Naturais pelo Centro de Tecnologia em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande-UFCCG/PB; Especialização em Gestão na Agroindústria Sucroalcooleira pela Universidade Federal de Campina Grande e Doutorado em Recursos Naturais pelo Centro de Tecnologia em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

Viviane Farias Silva: *Possui graduação em Engenharia Agrícola e Mestranda em Engenharia Agrícola com Área de Concentração em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCCG).*

Vera Lucia Antunes de Lima: *Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba e doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é Professora Associado II da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Tecnologia e Problemas Sanitários de Irrigação, atuando principalmente nos seguintes temas: reuso de água; adubação orgânica; cultivo de algodão irrigado; propriedades físico-hídricas do solo; drenagem de terras agrícolas.*

Vicente de Paula Teixeira Rocha: *Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Fortaleza/CE (UNIFOR), Especialista em Segurança de Trabalho e Aluno do Mestrado de Engenharia Agrícola pela UFCCG.*



ISBN 978-85-60307-12-8

APOIO

