Revista de Educação Ambiental
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental
Universidade Federal do Rio Grande - FURG
ISSN - 1413-8638 E-ISSN - 2238-5533

Edição Especial V CBEAAGT **Vol. 21, n. Especial, 2016**

ERODIBILIDADE DO SOLO E A RELAÇÃO COM AS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO SÃO NICOLAU – PIAUI

Cristiane Maria Cordeiro Santiago[1], Marta Celina Linhares Sales[2], Edson Vicente da Silva[3], Jorge Eduardo de Abreu Paula[4]

RESUMO

A Bacia Hidrográfica (BH) do rio São Nicolau está localizada no Norte do Piauí.Inserida na bacia do rio Poti, engloba 5 municípios perfazendo uma área de 5.389,8 km^2. Vem sendo intensamente ocupada com os mais diversos usos gerando, por vezes, efeitos degradacionais. Tem-se como objetivo geral analisar as alterações ambientais decorrentes das formas de uso e ocupação associada aos níveis de erodibilidade do solo da BH do rio São Nicolau. Para tanto, procedeu-se com o levantamento bibliográfico e cartográfico, técnicas de geoprocessamento e análise da Erodibilidade dos Solos (K) e das formas de uso e cobertura. Observou-seque a área estudada encontra-se com níveis satisfatórios de conservação. O levantamento permitiu visualizar as regiões mais suscetíveis aos processos erosivos. Com isso, se faz necessário a realização do adequado planejamento, especialmente, no que diz respeito a ações que visem a educação ambiental.

Palavras-chave: Degradação. Atividades desenvolvidas. Educação Ambiental.

ABSTRACT

The Basin (BH) São Nicolau River is located in the north of Piaui. Inserted in the basin of the Poti river encompasses five municipalities covering an area of 5389.8 km2. It has been heavily occupied with generating various uses, sometimes degradation effects. It has as main objective to analyze the environmental changes resulting from the forms of use and occupation associated with erodibility levels of the soil of the São Nicolau BH. Therefore, it proceeded with the bibliographic and cartographic survey, GIS techniques and analysis of soil erodibility (K) and forms of use and coverage. It was observed that the area is studied with satisfactory levels of conservation. The survey allowed to view the most susceptible regions to erosion. Thus, it is necessary to do proper planning, especially with regard to actions aimed at environmental education.

Keywords: Degradation. Developed activities. Environmental education.

[1] Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará-UFC-cristianesantiago21@gmail.com;

[2] Prof[a] do Departamento de Geografia na UFC. E-mail: mclsales@uol.com.br;

[3] Prof[o]do Departamento de Geografia na UFC. E-mail: cacauceara@gmail.com;

[4] Prof[o]. doDepartamento de Geografia da Universidade Estadual do Piauí-UESPI. E-mail: jorgeabreupaula@yahoo.com.br.

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

INTRODUÇÃO

A interferência humana, seja em qual for o ambiente, é praticamente inevitável. A maneira como ela acontece é que deve se ter atenção,de modo que o ser humano não se constitua numa influência negativa a determinado espaço.

A Bacia Hidrográfica (BH) do Rio São Nicolau está inserida na área de drenagem do rio Sambito que, por sua vez, integra a bacia dorio Poti. Esse conjunto forma a Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba cuja área abrange três Estados do Nordeste brasileiro: Piauí, Ceará e Maranhão. A bacia em estudo engloba os municípios de Aroazes, Assunção do Piauí, Pimenteiras, Santa Cruz dos Milagres e São Miguel do Tapuio perfazendo uma área de 5.389,8 km^2(SANTIAGO, 2014: 22). O rio São Nicolau, nasce próximo ao limite dos Estados do Piauí e Ceará e cruza o território piauiense no sentido Leste-Oeste desaguando no rio Sambito, afluente do rio Poti já nas proximidades da cidade de Prata do Piauí-PI (Figura 1).

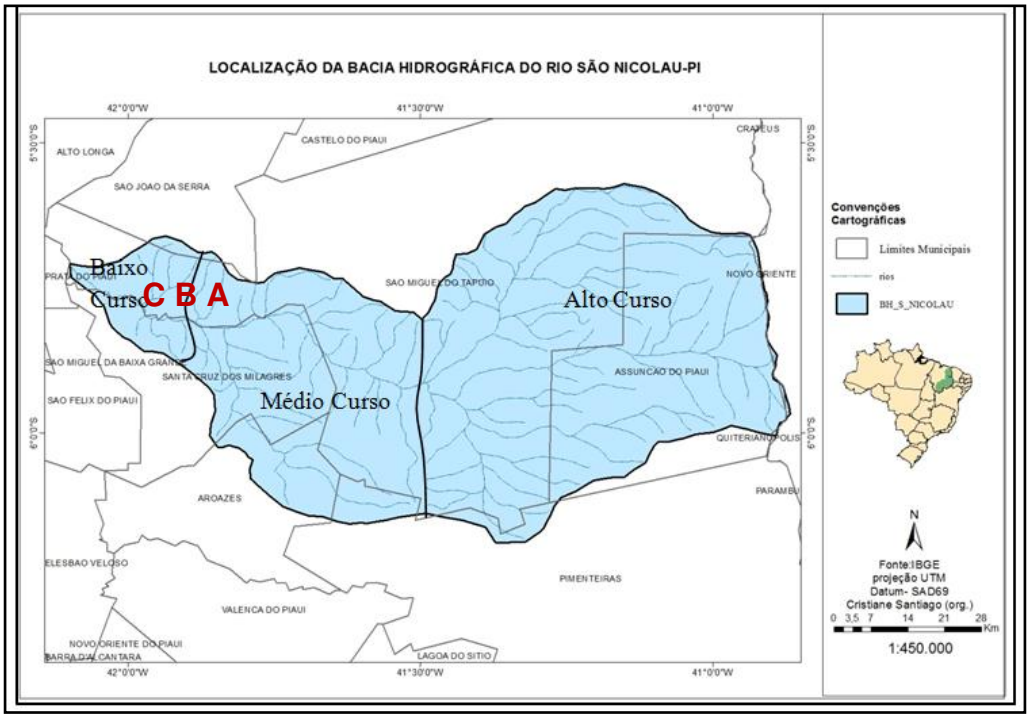

Figura 1 – Localização com Divisão dos Setores da Bacia do Rio São Nicolau
Fonte: ANA/IBGE (2016)

A água doce hoje é entendida como um recurso muitas vezes escasso.Logo, é relevante os estudos tendo por base bacias hidrográficas, especialmente em regiões

semiáridas, uma vez que a análise da bacia é o meio mais eficaz na aplicabilidade do planejamento e gestão mais adequados e condizentes com a realidade local. Também é essencial no sentido de compreender melhor a dinâmica ambiental nesta escala de estudo (SANTIAGO, 2014: 19).

Dentre as metodologias usadas em estudos desse tipo, o Diagnostico Físico Conservacionista-DFC tem a função de determinar o potencial de conservação/degradação ambiental de uma bacia a partir de fatores naturais. Sendo um meio essencial para aplicação do planejamento e para o manejo dos recursos naturais(BELTRAME, 1994:12). Por meio disso, a educação ambiental constitui um meio eficaz na prevenção e controle de impactos.

Dentre os parâmetros do DFC, o estudo da erodibilidade do solo é de fundamental importância na compreensão da conservação, pois, permite verificar áreas que são mais suscetíveis aos processos degradacionais e como as formas de uso e cobertura podem influenciar no estado ambiental da área. Essa análise permite uma tomada de decisão mais condizente com a realidade (SANTIAGO, 2014: 60).

As várias formas de uso e ocupação associadas às características peculiares da região fazem dessa bacia uma área bastante relevante para investigação de suas condições atuais em termos conservacionistas e de características ambientais. Diante disso, tem-se como objetivo geral do trabalho analisar as alterações ambientais decorrentes das formas de uso e ocupação associados aos níveis de erodibilidade do solo da bacia hidrográfica do rio São Nicolau.

Como específicos, verificar as formas de uso e cobertura da bacia do rio São Nicolau; identificar os níveis de erodibilidade do solo nos diferentes setores da bacia; e, identificar os impactos negativos associados ao uso e ocupação na área da bacia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo baseou-se na análise das formas de uso e cobertura e dos níveis de erodibilidade dos solos, parâmetro abordado no Diagnostico Físico Conservacionista-DFC. Foi realizado levantamento bibliográfico e de dados cartográficos: *shapes*, imagens de satélites, cartas, mapas etc., que permitiram o desenvolvimento da proposta.

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Realizou-se a divisão da bacia em setores denominados A, B e C, correspondendo, respectivamente, o alto, médio e baixo curso da bacia levando em consideração as características hidrológicas, a geologia e a hipsometria. Isto se fez objetivando melhor aprofundamento e uma escala mais precisa de análise do ambiente.

Para extração de informações e confecção de mapas foram utilizadas base cartográfica em formato *shapefile*, cartas temáticas do RADAM Brasil e documentos do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2006). Empregaram-se as imagens de satélite *Landsat TM* disponíveis no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, das datas de 07 de julho de 2010 para análise do uso e cobertura do solo. Os mapas gerados apresentam informações na escala de 1:450000 devido a extensão da área de estudo.

O cálculo de Erodibilidade (K) da bacia foi feita com base na classificação de solos de Jacomine (1986) para o estado do Piauí, em que, primeiramente, foram identificadas 16 associações de solos na bacia do rio São Nicolau. A nomenclatura foi substituída pela nova classificação de solo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA (2006).

Com base nas porcentagens de areia grossa, areia fina, silte e argila obtidas a partir da análise física de cada associação de solo realizada por Jacomine, estas foram introduzidas no programa computacional ERODIB/USUAIS desenvolvido por Oliveira & Sales (comunicação pessoal) o qual se utiliza da equação de Romkens *et al* (1997), obtendo-se o grau de erodibilidade de cada associação de solo da bacia. Com a determinação dos valores, estes foram divididos em intervalos de classes variando de baixo a muito alto os níveis de erodibilidade encontrados na bacia.

Tendo como base estudos integrados é plausível visualizar com mais clareza os processos degradacionais e os motivos que levam/levaram o ambiente a sofrer alterações. Para tanto, foram levantados dados das formas de uso e cobertura da terra com base em imagens de satélites, visitas de campo, registros fotográficos e dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2010). Com isso, foi construído o mapa de uso e cobertura da bacia por meio de imagens *Landsat* 5 TM e uso do *software Arcgis* 10.1. Também se levou em consideração o procedimento e a classificação apresentada no Manual de Uso da Terrado IBGE (2006) (Quadro 1).

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN - 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Quadro 1- Classificação do IBGE (2006) e Adaptações para a BH de São Nicolau- PI.

NÍVEL I (IBGE)	CLASSES PARA A BH DE SÃO NICOLAU
1- Áreas antrópicas não agrícolas	Solo exposto/ área urbana
2- Áreas antrópicas agrícolas	Área agrícola; Pastagem/Vegetação herbácea.
3- Áreas de vegetação natural	Caatinga; Cerrado/cerradão.
4- Água	Rede hidrográfica

Fonte: IBGE/ Santiago (org.).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Bacia Hidrográfica como forma de Organização e Análise Espacial

As áreas fluviais têm sido o território preferido para a instalação das atividades humanas às suas margens por proporcionar o desenvolvimento de diversas atividades tais como, agricultura, pesca, recreação, produção de energia, dentre outras.

Contudo, o grande consumo humano dos espaços, em especial na área urbana, e a inserção das políticas de desenvolvimento do país na busca do crescimento econômico, fazem com que estes ambientes sofram desequilíbrios e passem a ser, em muitos casos, bastante modificados ou mesmo totalmente degradados. Normalmente, os rios retratam:

> "as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica sofrendo, em função de escala e intensidade nesses dois elementos: alterações, efeitos e/ou impactos no comportamento da descarga, carga sólida e dissolvida, e poluição das águas" (CUNHA e GUERRA, 2009 p. 224).

De fato, o uso e ocupação do solo às margens de um curso d'água, em especial, pode ocasionar diversos tipos de impactos no meio. Desses, muitos são irreversíveis, pois refletem a forma de ocupação desordenada e a realização de modo inadequado das atividades desenvolvidas no ambiente acelerando, com isso, o processo de degradação ambiental (VIEIRA; TEIXEIRA; LOPES, 2007:2).

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Segundo Mota (2008), bacia hidrográfica surge como unidade a ser considerada quando se visa a proteção dos recursos hídricos, uma vez que, as atividades na mesma tendem a influenciar sobre a qualidade da água.

Botelho e Silva (2007:155), dizem que a bacia hidrográfica permite através de uma visão sistêmica conhecer seus componentes, os processos e interações que nela ocorrem, constituindo-se num espaço de planejamento e gestão das águas.

O disciplinamento do uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica é a forma mais eficiente de controle dos recursos hídricos. Por isso, as medidas de gestão devem ser adotadas considerando a bacia como um todo de modo que os usos provoquem o menor impacto possível sobre a qualidade do ambiente (MOTA, 2008).

Diante disso, o conceito que respalda este trabalho está fundamentado em Botelho (1999:270), que afirma ser a bacia hidrográfica uma unidade natural de análise da terra, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os múltiplos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua formação. Dessa forma, ela passa a representar uma unidade ideal para o planejamento de usos das terras.

É importante considerar neste estudo o entendimento do "planejamento" em Bacias hidrográficas, sendo destacado por Santos (2004:72) como o ordenamento do espaço.As diretrizes desse ordenamento são postas pelas ações norteadoras das formas de uso e ocupação, citadas como "ordem espacial" resultantes do papel regulador do Estado e do capital privado (empresas). Nesse jogo de interesses – onde se visa o lucro e o domínio do território - é que surgem os impactos ambientais e as formas de degradação em função do uso demasiado dos recursos naturais (SANTOS, 2004:100).

Erodibilidade dos Solos (K) e a importância do planejamento no manejo de bacias

Erodibilidade diz respeito à capacidade que o solo tem em erodir, ou seja, é a sua vulnerabilidade ou suscetibilidade à erosão. Apresentando-se o solo com alto nível de Erodibilidade, significa dizer que ele tende a sofrer processos erosivos mais facilmente. Ao contrário, quando o solo apresentar baixa Erodibilidade, o solo apresentará baixa suscetibilidade à erosão, segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012:83).

Cada tipo de solo tem uma capacidade diferenciada de erodir-se independente da intensidade e duração da chuva, da declividade, da cobertura vegetal ou mesmo das

formas de uso. Isso acontece devido às características próprias do solo (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012:45).

Lombardi Neto e Bertoni (2012:85) concluíram em estudos realizados que os solos com B textural apresentam maior suscetibilidade a erosão, tanto nos horizontes superficiais quanto nos de subsuperfície, que os solos com B latossólico.

Contudo, as características próprias do solo não descartam a probabilidade dos aspectos externos a ele influenciar ainda mais nos processos erosivos. A dinâmica do uso e ocupação, o manejo e tratamento do solo podem significar perdas maiores de solo através da erosão e assim, trazer consequências gravíssimas ao ambiente como um todo (SANTIAGO, 2014: 57).

Dentre várias técnicas citadas por Tundisi (2003) *apud* Nascimento e Villaça (2008:10) a fim de promover a recuperação de bacias hidrográficas e evitar danos maiores futuramente, tanto ao solo quanto à água, destaca-se o gerenciamento e adequação da aplicação de fertilizantes; o controle da erosão para diminuir assoreamento; tratamento de esgotos domésticos; monitoramento permanente para avaliação de potenciais impactos; gerenciamento integrado dos usos do solo da bacia etc.

Considerando o grau de erodibilidade de determinado tipo de solo e o nível de interferência humana no meio, tem-seque dá maior relevância ao planejamento ambiental.

Christofoletti (1980:2) insere a ideia de planejamento ambiental o qual é visto como a avaliação dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente delineando os processos a serem utilizados na elaboração de estudos contribuindo para a implantação de ações, objetivando a prevenção da degradação ou supressão de recursos do meio.

Em concordância, planejamento é definido como uma preparação para a gestão futura. É a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo e tomada de decisões para conseguir uma ótima utilização dos recursos a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade (ALMEIDA, 1999:124).

O processo de planejamento não é definitivo e sim dinâmico, uma vez que, os elementos que compõem o ambiente estão em constante transformação. Dentro dessa

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

perspectiva é que ele pressupõe três princípios da ação humana sobre o meio: o de preservação, recuperação e de conservação do meio ambiente (FRANCO, 2001 *apud* QUEIROZ, 2010:49).

Impactos Ambientais em Bacias Hidrográficas

A análise conjunta dos elementos permite visualizar os efeitos das intervenções humanas. Sendo que, dependendo da atuação, as alterações sofridas no ambiente podem ser vistas como algo benéfico ou prejudicial a todos os envolvidos.

Segundo Mota (2008), para avaliar os impactos das ações humanas sobre o ambiente, em especial nos corpos hídricos, é preciso verificar as alterações sofridas nos demais recursos naturais. Sendo os problemas ambientais foco de discussões constantes no meio científico, a degradação do ambiente é entendida como deterioração da qualidade ambiental e a alteração adversa das características do meio ocasionada por alguma interferência (BRASIL, 2012).

Nesse aspecto, a vegetação tem seu papel primordial na fertilidade do solo e na proteção do mesmo contra a ação da chuva, dos ventos, reduzindo o efeito erosivo produzido pelo escoamento superficial. O desmatamento, por sua vez, ocasiona diversos efeitos negativos, tais como, a perda da biodiversidade, infertilidade e a erosão do solo que pode culminar com a desertificação de áreas. Além disso, o solo estando desprotegido tende a provocar também o assoreamento dos cursos fluviais, além de outros problemas.

Dentre as atividades que podem provocar mudanças consideráveis no ambiente destaca-se a mineração, a qual degrada visualmente o solo, o relevo e a paisagem como um todo, além de alterar a qualidade da água. Também se considera como atividade impactante o turismo que, ao ser realizado sem o devido planejamento, traz consequências relevantes tanto para o ambiente físico quanto para o meio socioeconômico e cultural (DIAS, 1999:236).

Assim também, a agricultura e a pecuária não são exceções. Dos impactos que essas atividades provocam no ambiente destaca-se a contaminação, compactação do solo,perda de nutrientes, fauna e flora devido à retirada excessiva da vegetação original para o plantio (SANTIAGO, 2014: 32).

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN - 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Outras ações que podem ocasionar alterações nas características do ambiente, além do desmatamento para expansão de terras para a agricultura, são as queimadas periódicas e a falta de técnicas de manejo adequadas, uso intensivo da terra,impermeabilização etc.(MOTA, 2008). Além disso, o aumento progressivo do escoamento superficial pode influenciar gerando sulcos de erosão e ravinamentos.

E na pecuária, os problemas ambientais são originados pelo pisoteio excessivo do gado, o sobrepastoreio e a criação em regime extensivo que contribui para a degradação de grandes extensões de terras (DIAS, 1999:21).

Entende-se por degradação do solo o processo de empobrecimento dos ecossistemas que pode ocasionar processos de desertificação, em especial, nas áreas de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos (OLIVEIRA, 1995:250).

A erosão é um processo de degradação considerada a maior razão de perdas de áreas agricultáveis através do acelerado desgaste do solo com enormes perdas de nutrientes e propriedades necessárias para o bom desempenho e desenvolvimento das plantas. “Erosão é o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento” (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012, p. 68).

Estima-se, segundo Bertoni e Lombardi Neto (2012:68), que o Brasil anualmente perde através da erosão laminar, um dos tipos de erosão, cerca de 500 milhões de toneladas de terras. O efeito dessa perda nas culturas se difere basicamente pelo tipo e a profundidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Formas de Uso e Ocupação na Bacia do Rio São Nicolau -PI

Segundo os dados do IBGE (2010), a área compreendendo os cinco municípios da bacia apresenta uma população total de 46.943 habitantes. Nela foi possível constatar uma grande diversidade de atividades das quais se destacam a pecuária, especialmente a de forma extensiva, a piscicultura, a agricultura (familiar e em larga escala), ovinocaprinocultura e produção de mel. As áreas de maior adensamento populacional na bacia concentram a comercialização de grande parte daquilo que é produzido.

Principais Usos na Região do Alto Curso (Setor A)

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Grande parte do município de São Miguel do Tapuio tem como atividade predominante a agropecuária. Esse município compreende uma extensa área da bacia e, na parte que abrange o setor em questão, possui áreas com cultivo de caju, mandioca, manga, além de outras culturas. Há ainda a criação de bovinos, ovinos, equinos, suínos, aves e, principalmente caprinos.

Principais Usos na Região do Médio Curso(Setor B)

Pimenteiras e Aroases (setor B) possuem pouca extensão de terra inserida na bacia. Contudo, há predomínio de grandes fazendas. Observa-se nessa área que na maioria das fazendas a criação de caprinos e bovinos é realizada de forma extensiva.

Nas lavouras temporárias, destacam-se a produção de arroz, fava, feijão, milho, mamona, mandioca e melancia que juntas, totalizam uma produção de 6.570 toneladas. Existe também nessa região da bacia a extração de cera de carnaúba.

Principais Usos na Região do Baixo Curso (Setor C)

Dentre as atividades agropecuárias em pequena e larga escala destacam-se aquelas realizadas nas áreas ribeirinhas do setor com culturas de milho e feijão além de criação de bovinos e suínos. Em virtude do rio apresentar-se perene nessa região, por já estar próximo da foz, os moradores aproveitam para utilizar sistema de irrigação nas culturas.

Outra atividade de grande relevância nessa região é o turismo religioso, que acontece de forma bem significativa em Santa Cruz dos Milagres. Nesse meio, o rio São Nicolau apresenta-se como um atrativo turístico para romeiros e visitantes no que se refere ao lazer (Figura 2 e 3).

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN - 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT



Figura 2: Multidão Dirigindo-se à Igreja Matriz no Período da Invenção de Santa Cruz
Fonte: Portal O Dia, 2014.



Figura 3: ponto de encontro e lazer dos turistas no rio São Nicolau- Santa Cruz
Fonte: Santiago, 2014.

Devido a atividade turística, Santa Cruz dos Milagres é considerada a cidade com a maior romaria do Piauí e a terceira maior do Nordeste chegando a receber mais de 50 mil romeiros por ano. As romarias ocorrem em três períodos no ano. Com o crescimento da mesma e a valorização do local houve uma transformação espacial muito rápida no que tange a investimentos em infraestruturas, visando o desenvolvimento da economia local com base no turismo da região.

Dentre os investimentos destaca-se a construção da orla de São Nicolau concluída em 2011 e a Barragem dos Milagres já em fase de construção no rio São Nicolau, que prevê capacidade de 492hm^3 para fins de abastecimento hídrico.

A construção da Barragem Santa Cruz dos Milagres visa beneficiar uma população de cerca de 22.500 habitantes, através do abastecimento d'água das cidades circunvizinhas, irrigação ao longo do vale do rio São Nicolau à jusante e montante da barragem, aproveitamentos hidroagrícolas em torno do lago a ser formado, além de piscicultura e lazer (IDEPI, 2006:08).

Os investimentos apontam também para a infraestrutura implantada nos pontos mais visitados da cidade (Igreja principal, na Cruz do alto do morro e na Fonte dos milagres). Destaca-se também a construção de conjuntos habitacionais, de melhorias para a recepção de visitantes, vendedores, ainda a construção do novo santuário, já

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

inaugurado em janeiro de 2016, além de pavimentação de ruas e vias de acesso à cidade, dentre outras melhorias.

Diante das atividades apresentadas na bacia, a figura 4 espacializa o uso e cobertura da terra conforme os critérios adotados no manual de uso e ocupação do IBGE e destaca também a cobertura vegetal predominante em cada setor, o que ajuda a compreender o nível de conservação da área.

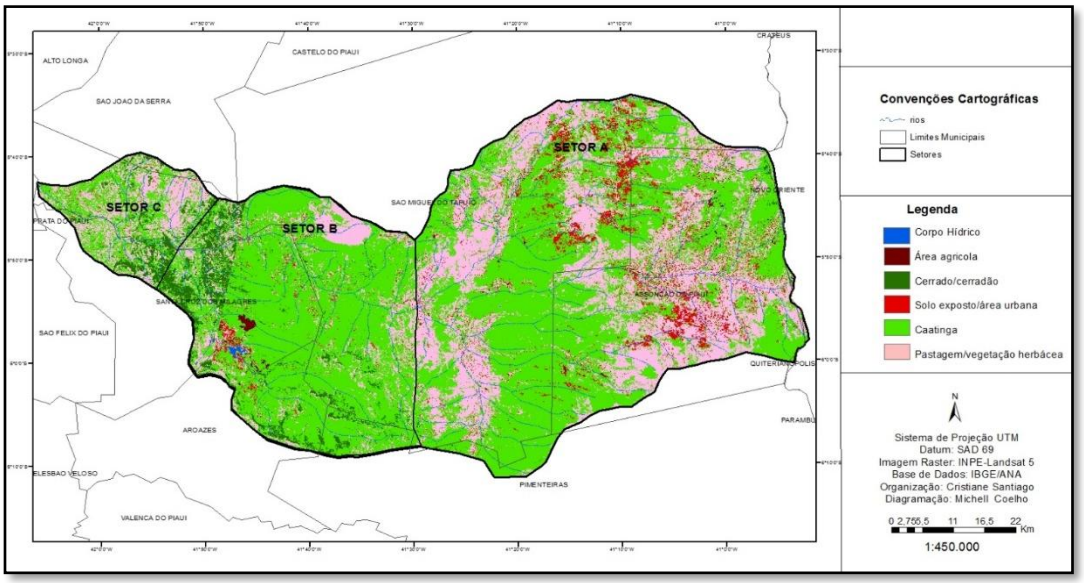

Figura 4: Uso e Cobertura da Bacia Hidrográfica do rio São Nicolau-PI
Fonte: IBGE/ANA

Erodibilidade do solo (K) da bacia do Rio São Nicolau-PI

Ao identificar os tipos de solo presentes na bacia e com base nas análises das porcentagens de areia grossa, areia fina, silte e argila feitas por Jacomine (1986:65), foi calculada a Erodibilidade para cada associação de solo. Com isso, obteve-se o grau de Erodibilidade dos solos da bacia conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1- Média Ponderada da Erodibilidade das Associações de Solo Presentes na Bacia.

ASSOCIAÇÕES	CLASSIFICAÇÃO ATUAL [5]	ERODIBILIDADE (K) %(ton. ha.h/ha.MJ.mm)
LA24	Latossolos Amarelo + Neossolos Quartzarênicos	**0.028**
LA30	Latossolos Amarelo + Neossolos Quartzarênicos	**0.0203**
LA31	Latossolos Amarelo+Neossolos Quartzarênicos+Argissolos	**0.026**

[5]Santos et al (2013).

PV16	Argissolos + Neossolos Litolicos	**0.0402**
PT4	Plintossolos+ Argissolos+ Neossolos Litolicos	**0.03833**
AQ3	Neossolos Quartzarênico + Latossolos Amarelo	**0.027025**
AQ6	Neossolos Quartzarênico + Latossolos Amarelo+Argissolos + Neossolos Litolicos	**0.03005**
AQ7	Neossolos Quartzarênico + Neossolos Litolicos+ Latossolos Amarelo	**0.0268**
R6	Neossolos Litolicos + Argissolos+Grupamento Indiscriminado	**0.0309**
R8	Neossolos Litolicos+ Neossolos Quartzarênico+ Afloramento De Rocha.	**0.015625**
R12	Neossolos Litolicos+ Planossolos Háplico + Afloramento De Rocha.	**0.0294**
R13	Neossolos Litolicos+ Neossolos Quartzarênico+ Planossolos Háplico+ Afloramento De Rocha	**0.020625**
R16	Neossolos Litolicos+ Argissolos	**0.0303**
R18	Neossolos Litolicos+Argissolos+LatossoloAmarelo	**0.03585**
R20	Neossolos Litolicos+Argissolos	**0.031625**
R24	Neossolos Litolicos+Planossolos Háplico+ Grupamento Indiscriminado	**0.0275**

Fonte: Cálculo da Erodibilidade baseado nos perfis de solos descritos por Jacomine (1986).

Os valores foram organizados em intervalos conforme apresentados na tabela2 a fim de atribuir as classes de Erodibilidade presentes na bacia.

Tabela 2- Classes de Erodibilidade (K) da BH de São Nicolau-PI

Índice de K (ton.ha.h/ha.MJ.mm)	**Classes**	**Categoria**
0,014≤K ≤0,021	Baixa	k1
0.022≤K≤ 0.029	Média	k2
0.030≤K≤ 0.037	Alta	k3
0.038 ≤ K ≤ 0.044	Muito alta	K4

Fonte: Santiago, 2014.

Nesse caso, é possível verificar que o grau de erodibilidade encontrado na bacia varia de baixo a muito alto, com destaque para os solos da associação ARGISSOLOS + NEOSSOLOS LITOLICOS a qual apresentou grau de erodibilidade de 0.040 representando aquela com maior nível de erodibilidade estando situada, em grande parte, no setor B. Muitas das outras associações variam de 0.026 a 0.038 com destaque para os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICO e NEOSSOLOS LITOLICOS, ambos com índice de 0,030 que estão situadas nos setores A e B. E, PLINTOSSOLOS com índice de 0.038, presente no setor C.

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Aassociação de solo que apresentou menor grau de Erodibilidade foi NEOSSOLOS LITOLICOS, com índice de 0.015 e que está presente no setor A. Também se enquadra no mesmo grau a associação NEOSSOLOS LITOLICOS+ NEOSSOLOS QUARTZARÊNICO encontrada nos setores B e C, e a LATOSSOLOS, no setor A.Ambas apresentam índice de 0,020. A figura 5 mostraas diferentes classes divididas conforme o grau de Erodibilidade do solo presentes na bacia.

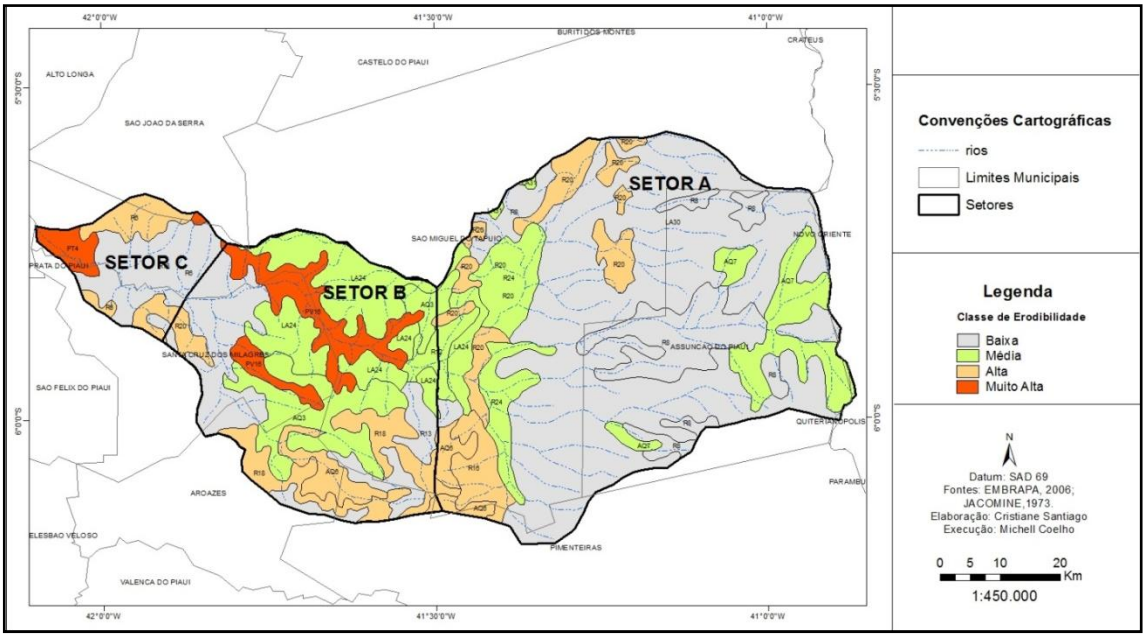

Figura 5: Erodibilidade do solo da baciado rio São Nicolau – PI.
Fonte: Santiago, 2014.

Os solos com níveis maiores de erodibilidade se concentram nos setores B e C. Também é nessa região onde se agrupam os maiores volumes de chuvas e, consequentemente, um maior número de áreas erodidas com destaque para presença de ravinas e voçorocas, confirmando então os altos níveis de erodibilidade do solo.

Nesse contexto, o nível de cobertura vegetal também deve ser levado em consideração, uma vez que, notou-se uma redução da mesma, tanto pelo crescimento das cidades quanto pela produção agropecuária que é bastante atuante nessa região, em especial, na área onde há predomínio de associações de solos Plintossolos+ Argissolos+ Neossolos Litólicos.

São localidades onde foi observado extensas áreas usadas para agricultura e extração de madeira e onde as cidades são mais desenvolvidas, o que faz com que o

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN - 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

solo, sendo ele naturalmente mais susceptível à erosão, tenha maior facilidade e rapidez em se desprender formando assim grandes áreas com solos degradados.

Impactos decorrentes da suscetibilidade erosiva dos solos associados às formas de uso e cobertura na BH de São Nicolau.

Em termos ambientais, em solos como os da região semiárida, qualquer alteração ou atividade implantada requer cuidados e estudos de modo a adequar o uso às limitações do ambiente. Do contrário, se terá um consumo limitado dos recursos, trazendo complicações maiores, especialmente as pessoas com menor poder aquisitivo.

Impactos observados no Setor A (Alto curso)

Dos impactos observados especificamente no setor A destaca-se a presença de erosão do solo de diferentes tipos. A erosão laminar apesar de ser de difícil detecção fora observada em alguns pontos (Figuras 6 e 7). Esse tipo de erosão é expresso a partir da aparência de solos pedregosos sinalizando perda das partículas menores por meio eólico já que, em particular, é passível de acontecer em solos expostos como os encontrados na região. É uma área onde predominam níveis de erodibilidade baixa e média, porém, com forte presença de solo exposto e criação de gado e caprino de forma extensiva onde se observou as áreas erodidas.



Figura 6- Solo pedregoso devido à erosão laminar.
Fonte: Santiago, 2014.



Figura 7- Solo exposto propiciando o surgimento de erosão.
Fonte: Santiago, 2014.

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

Outro tipo de erosão encontrado no setor A refere-se à erosão em sulcos e ravinas, muito comumente encontrada por toda a bacia também. O surgimento desses tipos de erosão se deve também pela retirada da vegetação e exposição do solo e pelo manejo inadequado no trato com a atividade agropecuária tornando o solo impróprio para culturas já que foram detectadas algumas áreas com a vegetação queimada(forma rústica de tratamento de áreas para produção agrícola) e, outras com solapamento, causado pelo solo exposto por possíveis sucessões de plantio, o que faz com que o solo perca algumas de suas propriedades e torne-se mais frágil e improdutivo com o passar do tempo (figura 8 e 9).



Figura 8-Área de vegetação queimada como forma de manejo agrícola.
Fonte: Santiago, 2014



Figura 9- Ravinas em processo evolutivo em uma área de forte declive e solo exposto.
Fonte: Santiago, 2014

Esse tipo de manejo, se realizado repetidas vezes, acelera o processo de erosão, ainda mais por conta do abandono dessas áreas posteriormente ao seu desgaste. Contudo, em regiões cujo clima é mais seco como fora detectado no setor A, a probabilidade de haver erosão linear e de voçorocas é muito menor. Nesse caso, a degradação pode estar associada às formas de manejo e trato com o solo causando o aparecimento de erosão desse tipo no setor.

Impactos observados no setor B

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN - 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

No setor B e C, a presença de sulcos foi detectada com maior frequência. Com o aparecimento dos sulcos, caso não exista intervenções e isso se prolongue por muito tempo, a tendência é evoluir para um estágio mais avançado da erosão com surgimento de voçorocas (Figuras 10 e 11) e, até inicie-se um processo de desertificação na região. Os níveis de erodibilidade do solo predominantes neste setor são de muito alto e médio.

Os impactos estão associados novamente à atividade agropecuária de forte presença na região.



Figura 10- Presença de ravinas na região do setor B
Fonte: Santiago, 2014



Figura 11- Exemplo de voçoroca no setor B
Fonte: Santiago, 2014

Impactos observados no setor C

O turismo presente na região, de forma direta ou indireta, influencia no cotidiano das pessoas. Em meio a isso e as outras atividades atuantes, uma série de problemas já é visível neste trecho do setor C, em termos de saneamento ambiental, drenagem urbana e infraestrutura inadequada para atender a demanda resultando em impactos ambientais consideráveis.

Existe neste setor a degradação dos solos derivada do uso inadequado das terras e pisoteio de animais criados no regime de pecuária extensiva. Também, devido às queimadas e pela extração de madeiras que são condicionantes para o aparecimento de áreas degradadas. É visível a erosão do solo com aparecimento de sulcos e de clareiras expostas às intempéries devido à retirada da vegetação.

AMBIENTE & EDUCAÇÃO
ISSN- 1413-8638
E-ISSN - 2238-5533
v. 21, n.2, p. 154-175, 2016
Edição Especial V CBEAAGT

A sede municipal está quase que totalmente inserida na área onde fora detectado solos com níveis alto e muito alto de erodibilidade. E é onde muitos moradores utilizam as áreas de várzeas para a agricultura. Alguns empregam sistemas de irrigação nas lavouras através do bombeamento da água do rio. O sistema usado na irrigação é o de aspersão.

O modelo usado no cultivo pode estar contribuindo fortemente para o transporte de partículas do solo através do salpicamento. Estando associado aos níveis de erodibilidade dos solos predominante nessa região (muito alto e alto), também com o declive do terreno e a direção que estão sendo plantadas as culturas, ou seja, paralelamente ao declive do terreno, pode causar o aparecimento de sulcos, tornar o solo improdutivo com o passar do tempo devido à retirada de nutrientes do mesmo (figura 12) e contribuir também para o assoreamento do rio dentre outras implicações.



Figura 12- Sistema de plantio com uso de irrigação por aspersão com declive no sentido ao rio.
Fonte: Santiago, 2014.

Muito embora essas ações não estejam resultando em danos irreversíveis aparentes ao ambiente até o momento,algumas iniciativas advindas das escolas públicas da região surgiram buscando, por meio de informativos e avisos, promover a educação ambiental de modo a sensibilizar a todos que frequentam o ambiente analisado,e assim, contribuir para a conservação modificando diversas ações que comprometem a qualidade ambiental.

É importante frisar que um solo mais suscetível à erosão, não necessariamente venha a se apresentar sempre de forma degradada, e um solo com menor capacidade em erodir-se se apresente sempre bem conservado. O que vai definir o estado conservacionista do solo, além dos aspectos físicos, são as interferências antrópicas no mesmo. Por isso, os limites do ambiente precisam ser respeitados.

A apropriação do ambiente, sem dúvida, traz alterações consideráveis, desde a presença de lixo até outras atividades geradas sem o devido planejamento,o que acaba comprometendo a dinâmica natural do ambiente.

A implantação de atividades visando a compreensão por parte dos agricultores e grandes proprietários, em especial, sobre a fragilidade do ambiente e sobre o manejo adequado do mesmo, bem como, o direcionamento de atividades voltadas à população com o intuito de levar o conhecimento sobre a região semiárida e ressaltar suas fragilidades e potencialidades, possibilitaria uma melhor convivência e desenvolvimento dessa região.

Certamente, contribuiria para evitar e atenuar consideráveis impactos negativos ao ambiente ocasionados por manejo inadequado e interferências exaustivas ao ambiente na ausência de planejamento e gestão apropriados às limitações do semiárido.

CONCLUSÃO

O levantamento dos níveis de erodibilidade dos solos, em conjunto com a análise das formas de uso e cobertura da bacia permitiu visualizar as regiões mais suscetíveis aos processos erosivos associando tais características.

Das regiões da bacia em que se observaram grandes indícios de degradação foram os setores B e C. Justamente nessas regiões são perceptíveis os maiores níveis de uso e ocupação e onde há predomínio de solos com níveis alto e muito alto de erodibilidade, com destaque para o setor B, onde esses níveis abrangem quase toda a extensão do setor.

As atividades predominantes são a agricultura em pequena e larga escala, caprinocultura e pecuária extensiva, além do turismo no baixo curso (setor C). Porém, é notório que a bacia, de modo geral, ainda encontra-se bastante conservada se considerado o grau de cobertura vegetal apresentado na figura 4. No entanto, se faz

necessário a realização do adequado planejamento em toda a bacia, especialmente, no que diz respeito a ações que visem a educação ambiental, de modo a evitar o surgimento de danos mais graves ao ambiente analisado.

A reorientação na utilização dos recursos e aplicação de medidas de gestão atuantes, numa escala maior, possibilita um manejo mais apropriado e um desenvolvimento voltado à sustentabilidade da região.

REFERENCIAS

ALMEIDA, J.R. Conceito de Planejamento Ambiental. In **Planejamento Ambiental**. 2 ed. Rio de Janeiro. Thex. 1999, 180p. (p.123-133).

BELTRAME, Ângela da V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas***: modelo e aplicação*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. Ed. São Paulo: ícone, 1990. 355p. 8 ed. 2012

BRASIL, CPRM / Ministério de Minas e Energia / Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Mapa Geológico do Estado do Piauí** - 2ª Versão – 2006b.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente.** Lei 6.938/81. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ acessado em 05/05/2012.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: Guerra, A.J.T.; Silva, A. S.; Botelho, R.G.M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Ed. Bertand Brasil. 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: Vitte, A. C.; Guerra, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. Blucher. São Paulo, 1980.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A J.T. (org.). **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 5 ed. Rio de janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 250p.

DIAS, M. do C. O. (coord.). **Manual de Impactos Ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999. 297p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2 Ed. 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010** – Contagem da População**.** Disponível em: www.ibge.gov.br. Acessado em 03/04/2012.

IDEPI (Emgerpi). **Barragem de Santa Cruz dos Milagres: Projeto Executivo Memória Justificativa e de Cálculos**. Piauí. Ed. Escala. 2006. Volume I e II.

JACOMINE, P.K.T. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Piauí**. Rio de janeiro, EMBRAPA, SNLCS/SUDENE-DRN, 1986. 782p.

MIRANDA, E. E. de (Coord.).**Brasil em Relevo.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005.Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br> Acesso em: 14 agosto de 2014.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Curso de Gestão de Recursos Hídricos.** Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais**.** ANA, Brasília**,** 2013**.**

MOTA, S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos**. 3ª Ed. RJ: ABES, 2008. 343p.

NASCIMENTO, W. M. do; VILLAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas. MS. Nº 7. Ano 5, Maio de 2008.

OLIVEIRA, V.P. Et AL. **Á**reas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Ceará. IN: GOMES, G.M. Et AL. **Desenvolvimento sustentável no nordeste**. Brasília*:* IPEA, 1995, 377p.

PIAUÍ, Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação - PAEPI**, Teresina: MMA, 2010. 229p.

QUEIROZ, P. H. B. de. **Planejamento ambiental aplicado a um setor do médio curso da bacia hidrográfica do rio Pacoti – CE**. Dissertação, UFC, Fortaleza- CE 200p. 2010.

ROMKENS, M.J.M; PRASAD, S.N.; POESEN, J.W.A. "Soil Erodibility and Properties". XIII **Congress Int. Soil Science Soc**. v. V, 1986. p. 492-503.

SALES, Marta Celina Linhares. "Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro".*GEOUSP:* **Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 11, pp.115-126, 2002.

SANTOS, H. G. dos. Et. al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília- DF: EMBRAPA, 2013.

SANTOS, Rozely Ferreira dos. "**Planejamento Ambiental: teoria e prática".** Oficina de Textos. São Paulo, 2004.

VIEIRA, D. M.; TEIXEIRA, P.W. G. do N.; LOPES W. G. R.; "Identificação dos Usos e Ocupações do Solo nas Áreas de Preservação Permanente do Rio Poti e Sua Compatibilidade Legal no Perímetro Urbano de Teresina, Piauí- Brasil".In: VII **Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Fortaleza, 2007.