GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

DIAGNÓSTICO FÍSICO–CONSERVACIONISTA NA BACIA DO RIBEIRÃO LAJES, ARAGOMINAS – TO

Francisco Nilson Viana **da Paz**[1], Fernando de **Morais**[2]

(1 - Universidade Federal do Tocantins, Mestre em Ciências do Ambiente, email: nilsonvpaz@hotmail.com, 2 - Universidade Federal do Tocantins, Docente do Departamento de Geografia, e dos Mestrados em Ciências do Ambiente e em Geografia nos Campus de Palmas e Porto Nacional. email: morais@uft.edu.br)

Resumo: A sociedade atual tem provocado danos diversos ao meio ambiente pelo uso e ocupação desordenada da terra. O monitoramento, sobretudo em bacias hidrográficas tem se tornado frequente em estudos ambientais no meio acadêmico. O Diagnóstico Físico-conservacionista tem se mostrado eficiente nesse processo, pois tem como finalidade diagnosticar qualitativamente e quantitativamente o grau de degradação ambiental de determinada área. Neste trabalho, o objetivo foi analisar a degradação Ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes em Aragominas, situada na porção norte do estado do Tocantins, mediante aplicação de Diagnóstico Físico-conservacionista, técnicas advindas do Geoprocessamento e Sensoriamento remoto a partir do uso de ferramentas SIGs. Analisou-se a cobertura vegetal no período de 1991 a 2011 e demais parâmetros de caracterização física de bacias hidrográficas, com os quais foram gerados os mapas base para aplicação do Diagnóstico Físico-conservacionista na bacia. Após análise dos dados, constatou-se uma degradação física moderada de 39,96 unidades de risco para toda a bacia e setores B e C, e 43,29 para o setor A, com maior risco de degradação. Conclui-se que o aumento das atividades agropecuárias são as principais causas da degradação física na bacia, provocando substituição da vegetação original por pastagem em função da criação de gado.

Palavras-chaves: Diagnóstico Ambiental. Bacia Hidrográfica. Sistema de Informação Geográfica.

PHYSICAL DIAGNOSIS-CONSERVATIONIST OF RIBEIRÃO LAJES WATERSHED, ARAGOMINAS - TO

Artigo recebido para publicação em 01 de Julho de 2016
Artigo aprovado para publicação em 10 de Dezembro de 2016

Abstract: Current society has caused much damage to the environment by use of the land. Monitoring, especially in river basins has become common in environmental studies among students. The Physical Diagnosis conservationist has proven effective in this process, as is intended to diagnose quantitatively and qualitatively the degree of environmental degradation of the determined area. In this work, the objective was to analyze the environmental degradation of the Lages River basin area in Aragominas, located in the northern area of the state of Tocantins, by means of Physical conservation diagnosis application, techniques resulting from the Geo processing and Remote Sensing from the SIG tools. We analyzed the vegetation coverage during the period of 1991 to 2011 and other physical characterization parameters of river basins, with which were generated maps basis for the Physical Diagnosis conservation application in the basin. After analyzing the data, there was a moderate physical degradation of 39.96 risk units for the entire basin and sections B and C, and 43.29 for the section A, with increased risk of degradation. We conclude that the increase in agricultural activities is the main causes of physical degradation in the river basin, replacing the original vegetation for grazing cattle purpose.

Keywords: Environmental Diagnosis. Water Basin. Geographic Information System.

DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA EN LA CUENCA DEL RIO LAJES, ARAGOMINAS – TO

Resumen: La sociedad actual ha causado diversos daños al medio ambiente por el uso y la ocupación desordenada de la tierra. El monitoreo, sobre todo en las cuencas hidrográficas se ha tornado frecuente en los estudios ambientales realizados en el medio académico. El diagnóstico físico conservacionista ha demostrado ser eficaz en este proceso, ya que tiene como finalidad diagnósticar cuantitativa y cualitativamente el grado de degradación ambiental de un área determinada. El objetivo de este trabajo fue analizar la degradación Ambiental en la cuenca hidrográfica del rio Lajes en Aragominas la cual se encuentra situada en la parte norte del estado de Tocantins, mediante la aplicación del Diagnóstico Físico conservacionista, técnicas de Geoprocesamiento y Detección remota a partir del uso de herramientas SIGs. La cubierta vegetal fue analizada durante el período de 1991 al 2011, y otros parámetros físicos que caracterizan las cuencas hidrográficas, con los cuales fueron generados los mapas base para la aplicación del Diagnóstico Físico conservacionista en la cuenca del río. Después del análisis de los datos, se constató una degradación física moderada de 39,96 unidades de riesgo para toda la cuenca del río y los sectores B y C, y 43,29 para el sector A, con mayor riesgo de

degradación. Se concluye que el aumento de las actividades agrícolas es la causa principal de la degradación física de la cuenca del río, provocando la sustitución de la vegetación original por aquella usada para el pastoreo en función de la ganadería.

Palabras-claves: Diagnóstico ambiental. Cuencas Hidrográficas. Sistema de Información Geográfica.

1. Introdução

O modo de desenvolvimento adotado pela sociedade atual tem provocado danos de difícil recuperação ao meio ambiente. Os fatores antropogênicos têm influência direta nos processos físicos e configuração da paisagem pelo uso intensificado e sem controle do solo, o que tem levado à substituição da cobertura vegetal original das bacias hidrográficas. De acordo com Mendoza *et al.* (2011) e Coelho *et al.* (2013), são muitos os fatores que estão ligados a este processo de substituição da paisagem, o que pode provocar danos diretos ao meio ambiente. Entre esses fatores estão o crescimento do agronegócio e o do setor pecuarista em diversas partes do mundo, sobretudo no Brasil.

Para Tucci e Charke (1997, p. 135) "o desenvolvimento econômico e a expansão das fronteiras agrícolas produziram alterações significativas na superfície e no uso do solo rural em países em desenvolvimento como o Brasil". Entre os espaços mais atingidos estão as bacias hidrográficas devido ao uso e ocupação da terra de maneira mal planejada. Segundo Scapini (2006, p. 16), a "bacia hidrográfica é reconhecida mundialmente como a melhor unidade para o manejo dos recursos naturais, por ela ser uma unidade de planejamento ambiental". Isso atribui importância aos estudos de caracterização para fins de conservação das bacias hidrográficas, independentemente da escala.

O Estado do Tocantins apresenta uma riqueza imensa com relação as suas bacias hidrografias, com amplo destaque para as bacias dos rios Araguaia e Tocantins. Tanto nas bacias maiores como nas menores, o potencial hídrico é bem presente, como as bacias do rio Lontra e do ribeirão Lajes, um de seus afluentes. Realidade essa ameaçada pelo avanço do agronegócio, pela criação de bovinos e cultivo de grãos. No município de Aragominas essas mudanças já são bem visíveis, uma vez que este apresenta boa parte de sua economia dominada pelo setor agropecuarista ou atividades relacionadas, o que tem levado a substituição da vegetação original por monoculturas.

Uma das metodologias usadas no meio acadêmico é o Diagnóstico Físico-conservacionista que consiste em detectar e analisar o grau de degradação ambiental em certa

área pesquisada pelo uso do geoprocessamento, integrando diversas variáveis e dados advindos do sensoriamento remoto mediante aplicação dos SIGs, sendo capaz dessa forma, de indicar os principais riscos físicos e alterações no meio, sobretudo em bacias hidrográficas. Este trabalho teve como objetivo analisar a Degradação Ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes em Aragominas, TO através do Diagnóstico Físico-conservacionista mediante a análise da cobertura vegetal, fatores e riscos físicos de degradação, assim como fazer um levantamento das condições do solo em função da intervenção antrópica.

2. Caracterização da área de estudo

Aragominas está localizada na porção norte do Estado do Tocantins, com seu sítio situado às coordenadas 07º09’35” de latitude sul e 48º31'39" de longitude oeste, apresentando uma área de 1.173 km². Segundo o IBGE (2010), apresenta uma população de 5.882 habitantes e possui altitudes que variam de 234 a 500 metros, tendo a agropecuária como principal fomento econômico. O clima do município é Tropical Equatorial e Semiúmido com sazonalidade bem definida nos meses chuvosos, que variam de 7 a 8 meses e não chuvosos, entre 4 a 5 meses com temperaturas médias maior que 18ºC, apresentando no inverno deficiência hídrica e evapotranspiração potencial anual média entre 1400 mm e 1700 mm.

No tocante à geomorfologia, Aragominas está compreendida no Domínio Morfoestrutural, Complexos Metamórficos e Sequências Vulcano-Sedimentares do Arqueano e Proterozóico Inferior, na região Geomorfológica da Depressão do Araguaia Tocantins, na unidade Geomorfológica Planalto Residual do Araguaia, tendo como tipo de Modelagem a Dissecação e incluso na Depressão do Médio e Baixo Araguaia e Patamares do Araguaia, na faixa de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares (ROMÃO *et al*., 2002; SOUSA *et al.*, 2012).

De acordo com Sousa; Borges e Dias (2012) a bacia apresenta os solos: Argissolo PA (amarelo) ocupando uma área de 4,18 km² ou 1,99%; Argissolo PVA (vermelho amarelo) ocupando 45,56 km² ou 21,72% e Neossolo Litólico RL ocupando 159,97 km² ou 76,29% da bacia.

A cobertura vegetal na bacia de maior prevalência é o Cerrado, assim como em todo o Estado, que de acordo com Sano *et al.* (2010; 2009) ocupa 92% do seu território com predominância para vegetação xeromorfa aberta marcada pelo estrato herbáceo. Em 2002, esse tipo de cobertura ocupava 79% da área do Estado. Nessa composição há presença de outras vegetações, como a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Decidual, associadas a

afloramentos rochosos, possuindo ainda características de outras regiões formando um Ecótono, misto de Floresta Estacional e Floresta Ombrófila (OLMOS *et al.*, 2004), de acordo com a (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes

Cobertura vegetal/florestas	Descrição
Ombrófila Densa	Apresenta vegetação arbórea com porte de 25 a 40 metros de altura. Típica de regiões de clima tropical com temperaturas altas e precipitação.
Estacional e Estacional Decidual	Vegetação com estrutura florestal contendo árvores de 12 a 24 metros de altura ocupando ambientes e topos de morros.
Ecótono	Encontro de duas ou mais fitofisiografia vegetais diferentes. Na bacia ocupa um misto de Floresta Estacional e ombrófila.
Cerrado	Abriga uma grande quantidade de fauna e flora, ocupando uma área 1,8 milhão de km² (cerca de 21% do território brasileiro) e corta diagonalmente o País no sentido nordeste-sudoeste (AGUIAR; CAMARGO 2004).
Babaçuais	Distribuído não uniformemente em toda a bacia. Tendem a se concentrar no ambiente de floresta e em proporção menor na transição desse tipo de floresta para o Cerrado, pastagem e florestas em regeneração (BELLIA; DIAS, 2004).

Para o cerrado, foram observadas subclassificações como Senso Restrito que apresenta baixa cobertura de gramíneas, arbustos e mediana cobertura de árvores e Cerradão com formações florestais, estrato herbáceo e gramíneas dominada por plântulas e outras. O município apresenta ainda, sobretudo na região da bacia a presença de Babaçuais não uniforme.

3. Material e métodos

No desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma série de procedimentos para a aplicação do Diagnóstico Físico-conservacionista a partir de técnicas advindas do Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto mediante o uso de ferramentas SIGs na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes em Aragominas Tocantins. Esses procedimentos, usados adequadamente, tem se mostrado capaz de apontar de forma qualitativa e quantitativa as condições físicas de determinada área em estudo.

3.1 Materiais

Nos trabalhos laboratoriais e de campo, foram utilizados os seguintes materiais:

a) Cartas Planialtimétricas de Muricilândia (SB -22-Z-D-II) e de Araguaína (SB -22-Z-D-III), de escala 1:100.000 e equidistância de 50 metros das curvas de nível;

b) Computador notebook AMD 3420-M APU with Radeon HD Graphics 1.5 GHz 4,00 GB, HD 500GB;

c) Software livre Spring® 5.2 (DPI, INPE Brasil) 2012;

d) Software Global Mapper;

Imagens de satélite Landsat TM +5 - órbita 223 e ponto 65 - (INPE) com as bandas 2,3,4,5,6 e 7 para os anos de 1991 a 2011 na data de 9 de julho com intervalos de 5 anos;

e) Imagem Geocover da NASA referente à área de estudo;

f) GPS *Garmim® Etrex® Venture*;

g) Mapas geológico, geomorfológico, tendo como fontes o Zoneamento Ecológico Econômico do Bico do Papagaio, TO (ZZE) e projeto RadamBrasil (1982) na escala de 1: 1000.000.

3.2 Método

Esta metodologia é a mesma proposta por Beltrame (1994), e tem como alicerce os trabalhos realizados pelo CIDIAT (Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras) sediado na Venezuela, bem como pelo Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR) da Venezuela, visando apontar riscos de degradação em uma bacia hidrográfica a partir de quatro aspectos potenciais, a saber: vegetação, clima, características geológicas e pedológicas; relevo e declividade média.

A análise destes quatros aspectos na bacia englobou:

I. Setorização da bacia nos setores, A, B e C (Figura 2) adotando-se os critérios hidrográficos, hipsométricos e perfil longitudinal, sugeridos por Beltrame (1994);

II. Anásilse de cobertura vegetal original (CO) e atual (CA) por imagem de satélite na região da bacia, usando cartas topográficas de escla de 1:100.000 e imagem do satélite Landsat TM 5, permitindo detalhamento em até 1:50.000 e elaboração de mapas de uso e ocupação na bacia no período de 1991 a 2011 através dos softwares Spring® 5.2 e Global Mapper;

III. Mapa de hipsometria e de Drenagem: elaborados no Spring® 5.2;

IV. Declividade Média: extraída com o uso do Spring® 5.2 e Global Mapper a partir das folhas planialtimétricas SB-22-Z-D-II de Muricilândia e SB-22-Z-D-III de Araguaína na escala 1:100.000 elaborando-se uma grade triangular de altimetria (TIN). Com o software Spring® 5.2 gerou-se o fatiamento com os intervalos 0-3, 3-8, 8-20, 20-45, 45-75 e acima de 75%, aplicando na sequência fómula DM = (E.LCN)/A;

V. Erosividade da Chuva: utilizou-se a média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h) para o estado do Tocantins e na sequência fez-se o cáculo da preciptiação da média mensal anual em mm a partir dos dados pluviométricos disponívies no site do INMET no período de 1991 a 2011 para a região e aplicou-se a equação da erosividade da chuva proposta por Bertoni e Moldenhauer (1980 *apud* BELTRAME, 1994): E = 6,886 (r^2/P).0,85;

VI. Potencial Erosivo do solo: Fez-se a integração dos índices de declividade média e suscetibilidade à erosção do solo e elaborou-se uma matriz com combinações entre diferentes classes de declividade e suscetibilidade do solo à erosão, proposta por Beltrame (1994) e adaptada por Leite (2007), da qual fez-se a avaliação das classes de potencial erosivo na bacia;

VII. Densidade de Drenagem: Com o uso do software Spring® 5.2, mediu-se o comprimento de todos os canais total da área. A partir desses dados pode-se aplicar a fórmula da Densidade drenagem: Dd = Lt/A e a tabela de classificação proposta por Beltrame (1994) para obter-se o índice DD para a área;

VIII. Balanço Hídrico: Obteve-se os dados de precipitação pluviométrica disponíveis para a área, no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e Estação Meteorológica de Araguaína – TO a partir do mês de janeiro de 1991 a janeiro de 2011, assim como os respectivos valores da Evapotranspiração Real para os períodos de 2003, 2006 e de 2007 a 2010 e da Evaporação compreendida no período de 2003 e de 2006 a 2010;

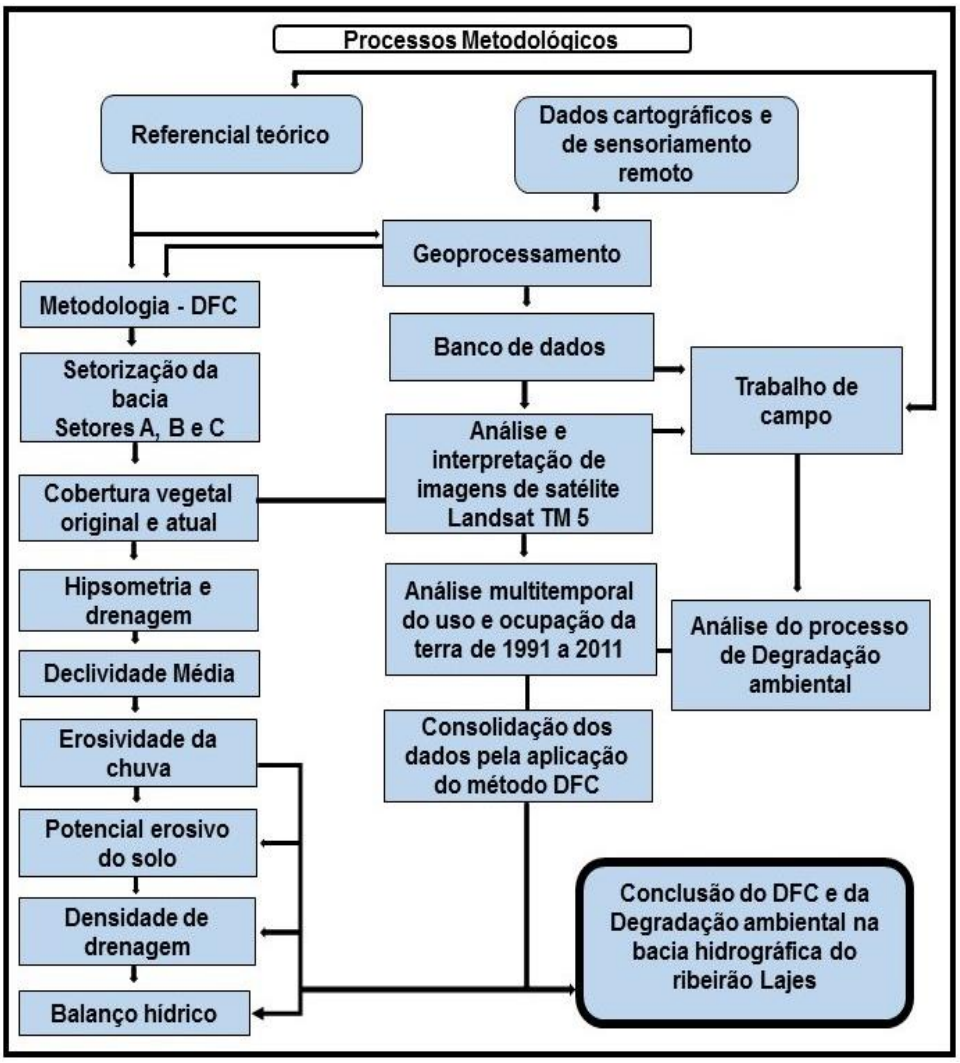
IX. Trabalho de campo para observação e registro das condições ambientais da bacia em pontos distintos dos setores A, B e C;

X. Com os dados obtidos aplicou-se a fórmula descritiva: **E(f) = COa CAb DMc Ed PEe DDf BHg** usada por Beltrame (1994).

Além do levantamento bibliográfico, tem-se uma visão mais abrangente da metodologia utilizada na descrição da figura 1.

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Figura 1 - Organograma de execução do Diagnóstico Físico Conservacionista para a bacia do ribeirão Lajes.



3.3 Setorização da bacia

Para a setorização da bacia nos setores, A, B e C (Figura 2), adotou-se os critérios hidrográficos, hipsométricos e perfil longitudinal, sugeridos por Beltrame (1994). O setor A corresponde ao alto curso da bacia com terrenos variando de 300 a 470 metros de altitudes. A declividade varia entre 3 a 20%. Os solos presentes são: Neossolos Litólicos – RL – ocupando quase toda a área do setor e Argissolo – PA (Tabela 2). O setor B compreende a parte urbana do município com altitudes entre 200 a 400 metros. A declividade está compreendida entre 20 e 75% tendo como solos mais presentes o Neossolo e Argissolo (vermelho amarelo), este último em menor proporção. O setor C representa a área mais baixa da bacia com altitudes

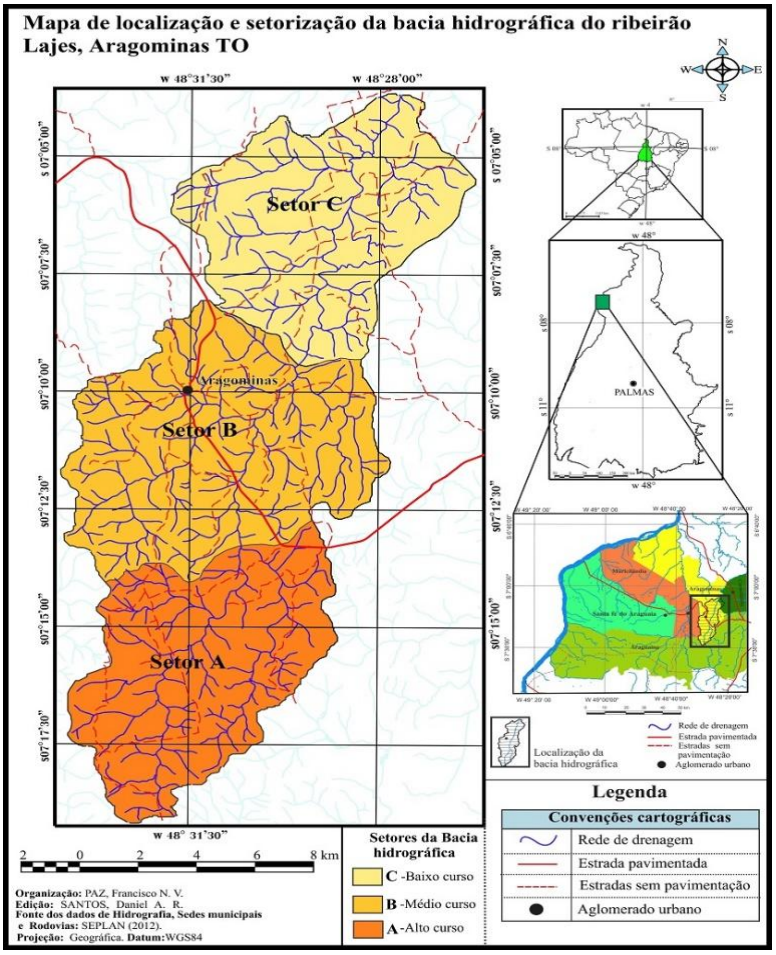
GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

máximas de 200 metros e declividade menor que 20% com predominância dos solos Argissolo – PVA (vermelho amarelo) e Neossolo Litólico – RL (Tabela 2).

Tabela 2 - Hipsometria, declividade e solos da bacia do ribeirão Lajes.

CLASSES	SETOR A	SETOR B	SETOR C
Hipsometria	300 a 470 m	200 a 400 m	Menor que 200m
Declividade média	3 a 20 %	20 a 75 %	Menor que 20%
Solos	Neossolo Litólicos e Argissolo	Neossolo e Argissolo (vermelho amarelo)	Argissolo (vermelho amarelo)

Figura 2 - Setorização e localização da bacia hidrográfica do ribeirão Lajes - Aragominas, TO.



3.4 Cobertura vegetal

Na aplicação do Diagnóstico Físico-conservacionista, usou-se cartas topográfica em escala de 1:100.000 e imagens do satélite Landsat TM 5 para analisar a cobertura vegetal original (CO) e atual (CA), como pode-se observar nas figuras 3 e 4.

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Figura 3 – Uso e ocupação da terra no ribeirão Lajes, Aragominas – TO – 1991

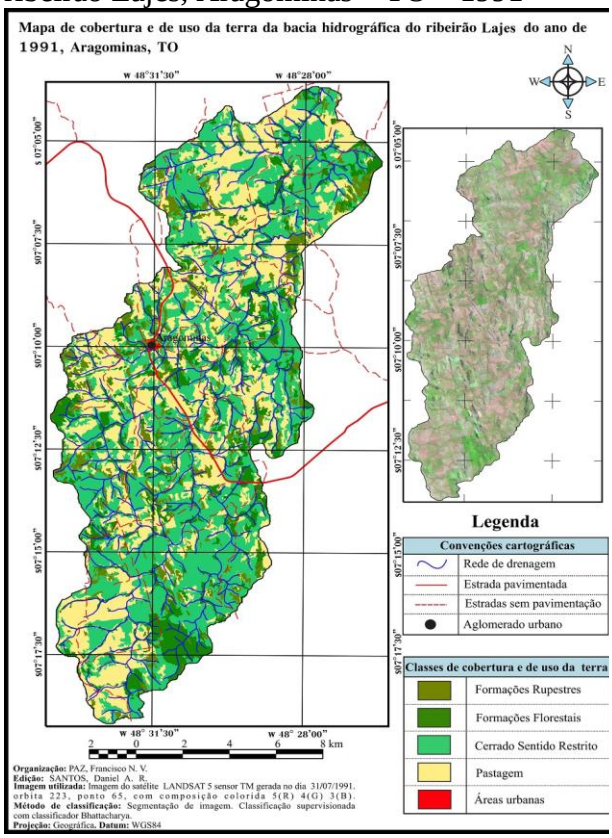
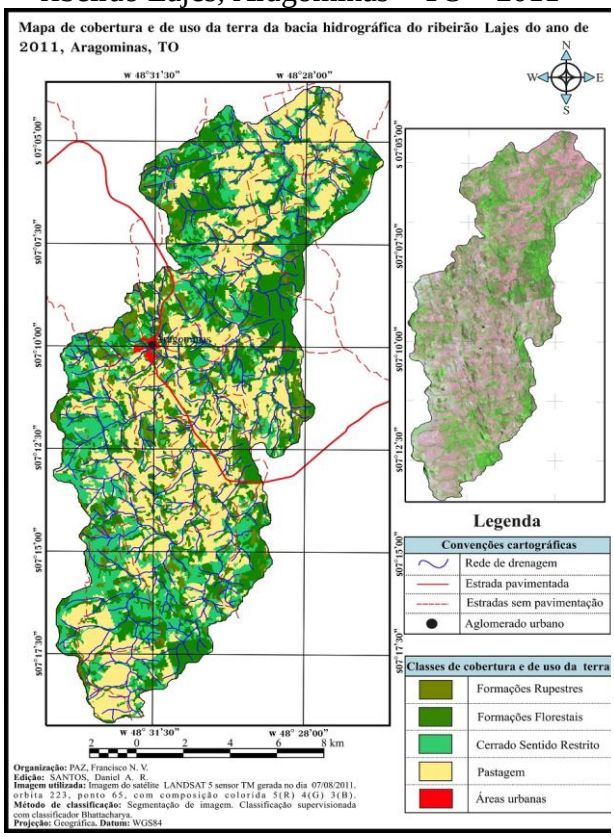


Figura 4 – Uso e ocupação da terra no ribeirão Lajes, Aragominas – TO – 2011



Essas imagens permitem detalhamento em até 1:50.000 e foram usadas para a elaboração e análise dos mapas de uso e ocupação da bacia no período de 1991 a 2011, os quais foram elaborados com uso dos softwares *Spring® 5.2 e Global Mapper*, assim como os demais mapas usados neste trabalho (Figuras 3 e 4).

3.4.1 Cobertura vegetal original e atual na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes em 20 anos

A ação antrópica provocou alterações notáveis na cobertura vegetal original na bacia hidrográfica do ribeirão Lajes em 20 anos. Como ponto de partida, considerou-se cobertura vegetal Original (CO) aquela presente na área de estudo no ano de 1991, e cobertura vegetal atual a vegetação presente no ano de 2011. Os mapas foram elaborados a partir das imagens do satélite Landst 5 TM, obtidas nos meses de junho de cada ano (período seco), considerou-se a densidade da fisiografia, não as espécies arbóreas em si. De 1991 ao ano de 2011, obtiveram-se os valores apresentados nas figuras 3 e 4 e tabela 3.

A Formação Florestal apresentou um aumento de 30,18 km² para 64,50 km², correspondendo a 113,8% em 20 anos. No mesmo período o Cerrado no Sentido Restrito apresentou uma queda de 89,43 para 44,93 km² ou 40,96%. Ainda de acordo com os dados

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

levantados, a pastagem teve aumento de 71,72 km² para 83,83 km², o que equivale a 17% a mais em 20 anos. A Formação Rupestre se manteve estável, com pouca variação e a Área Urbana apresentou quase 100% de aumento de sua área, passando de 0,30 km² para 0,57 km² (Tabela 3). Nas figuras 3 e 4 percebe-se que a pastagem avançou mais incisivamente sobre o Cerrado no Sentido Restrito. Nota-se ainda, que a Formação Florestal aumentou consideravelmente, o que representa uma estagnação no desmatamento, mas não significa que tenha diminuído a degradação ambiental, tendo em vista as outras formas de ocupação na bacia. Fazendo uma analogia da Cobertura vegetal original e relacionando com o grau de Semelhança, obteve-se o índice CO_4, que indica Baixa semelhança de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 - Analogia do uso e ocupação da terra de 1991 a 2011 e os índices e níveis de semelhança da vegetação na bacia.

USO E OCUPAÇÃO	1991	2011	GRAU DE SEMELHANÇA	ÍNDICE	NÍVEIS DE SEMELHANÇA
TIPO DE COBERTURA	km²	km²			
Formação Florestal	30,18	64,50	81 a 100%	$(CO)_1$	Altamente semelhante
Cerrado Sentido Restrito	89,43	44,93	61 a 80%	$(CO)_2$	Semelhante
Formação Rupestre	18,08	15,88	41 a 60%	$(CO)_3$	Mediamente semelhante
Pastagem	71,72	83,83	21 a 40%	$(CO)_4$	Baixa semelhança
Área Urbana	0,30	0,57	01 a 20%	$(CO)_5$	Nenhuma semelhança
TOTAL	209,71	209,71			
USO E OCUPAÇÃO	1991	2011	GRAU DE SEMELHANÇA	ÍNDICE	NÍVEIS DE SEMELHANÇA
TIPO DE COBERTURA	km²	km²			
Formação Florestal	30,18	64,50	81 a 100%	$(CO)_1$	Altamente semelhante
Cerrado Sentido Restrito	89,43	44,93	61 a 80%	$(CO)_2$	Semelhante
Formação Rupestre	18,08	15,88	41 a 60%	$(CO)_3$	Mediamente semelhante
Pastagem	71,72	83,83	21 a 40%	$(CO)_4$	Baixa semelhança
Área Urbana	0,30	0,57	01 a 20%	$(CO)_5$	Nenhuma semelhança
TOTAL	209,71	209,71			

A partir dos índices de proteção total da cobertura vegetal atual, determinados para cada tipo de uso na bacia conforme Beltrame (1994), pode-se alcançar o índice e proteção total da bacia, que foi de 0,72 que revela as condições da cobertura vegetal atual, obtido a partir da divisão da superfície reduzida (coluna 3) pela área da bacia (coluna 1). Esse índice, quando relacionado ao índice de proteção total, confere à cobertura vegetal atual o símbolo CA_3 (Tabela 4).

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Tabela 4 – Uso e ocupação da terra e o respectivo índice de proteção fornecida ao solo, com base na área ocupada por cada classe para cobertura atual do solo

TIPOS DE USO DA TERRA	ÍNDICE DE PROTEÇÃO	ÁREA km² *(1)	ÍNDICE DE PROTEÇÃO *(2)	SUPERFÍCIE REDUZIDA *(3)	ÍNDICE DE PROTEÇÃO TOTAL	PROTEÇÃO	SIMB.
Formação Florestal	1	64,50	1	64,50		1	CA_1
Cerrado Sent. Restrito	0,7	44,93	0,7	31,48		0,8 – 0,99	CA_2
Pastagem	0,6	83,83	0,6	50,29		0,6 – 0,79	CA_3
Formação Rupestre	0,4	15,88	0,4	6,35		0,04 – 0,59	CA_4
Área Urbana	0,2	0,57	0,2	0,11		0,2 – 0,39	CA_5
TOTAL	-	209,71		154,73	0,72	0,1 – 0,19	CA_6
						0,0	CA_7

Adaptado de Beltrame (1994) e Leite (2007) Obs.: * refere-se às colunas 1, 2 e 3, respectivamente.

3.5 Declividade Média

Aplicou-se a fórmula: **DM=E.LCN/A**, determinando-se a declividade da bacia, a partir dos dados das cartas topográficas de Araguaína e Muricilândia cuja escala é de 1:100.000. Assim temos: DM: declividade média; E: equidistância das curvas de nível = 50m; LCN: longitude das curvas de nível = 22,47 e A: área = 209,71 km^2. Logo: **DM=E.LCN/A** = 5,35. De acordo com as classes usadas por Beltrame (1994), determinou-se a área ocupada para cada intervalo de declividade, sendo: 80,28% ou 168,48 km² apresentam declividade entre suave ondulado a ondulado (classes: 3 - 20), 13,97% ou 29,18 km² terrenos planos (0 - 3), 5,56% ou 12,61 km² terrenos fortemente ondulados (20 - 45) e 0,18% 0,30 km² são montanhosos (45 - 75), tabela 5.

Tabela 5 – Classes de declividade por área ocupada

Classe de declividade	% da área	Km²
Plano – 0 - 3	13,97%	29,18
Suave ondulado a ondulado 3 - 20	80,28%	168,48
Fortemente ondulado 20 - 45	5,56%	12,61
Montanhoso 45 - 75	0,18%	0,30

3.6 Erosividade da chuva

Usando a equação de Bertoni e Moldenhauer (1980) citado pela mesma autora e com valores de precipitação média, tabulados de acordo com os dados disponibilizados pelo Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia) para o período em estudo, foi calculado a erosividade da chuva para a bacia: **E = 6,886 (r^2/P)0,85.**

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Onde: E = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h); r = precipitação média mensal em mm; P = precipitação média anual em mm. Assim tem-se: $\mathbf{E = 6{,}886\ (10^2/145{,}41)^{0{,}85}}$ **E = 4,02.** Seguindo os procedimentos sugeridos por Beltrame (1994), obteve-se o índice de erosão (E) para a bacia do ribeirão Lajes: 4,02 e o subíndice E_1. Dessa forma sua erosividade foi considerada débil.

3.7 Potencial erosivo

Para Lal (1988) citado por Jacobs (1995), a erodibilidade do solo é o efeito integrado dos processos que regulam a precipitação e a resistência do solo à desagregação e subsequente transporte. Segundo Gerra e Cunha (2003) citado por Leite (2007), para se determinar o potencial erosivo do solo é preciso correlacionar os valores dos índices de declividade e suscetibilidade à erosão e relacionar com o escalonamento proposto por Beltrame (1994), tabela 6.

Tabela 6 – Matriz de integração entre os subíndices de declividade e de suscetibilidade do solo à erosão para a bacia do ribeirão Lajes e Escalonamento dos índices do potencial erosivo.

Matriz				Escalonamento		
Subíndice de declividade	Suscetibilidade do solo a erosão		Classes	POTENCIAL EROSIVO	SÍMBOLO	POTENCIAL EROSIVO
	Baixa	Alta	11A	baixo potencial erosivo	PE1	0,0 - 0,0125
	1	2	12B	baixo a moderado potencial erosivo	PE2	0,0126 - 0,0250
1	*11_A	12_B	21C	moderado a baixo potencial erosivo	PE3	0,0251 - 0,0375
2	21_C	22_D	22D	moderado a alto potencial erosivo	PE4	0,0376 - 0,0500
3	31_E	32_F	31E	alto a moderado potencial erosivo	PE5	0,0501 - 0,0625
4	41_G	42_H	32F	alto a muito alto potencial erosivo	PE6	0,0626 - 0,0750
			41G	muito alto a alto potencial erosivo	PE7	0,0751 - 0,0875
			42G	muito alto potencial erosivo	PE8	0,0876 - 0,1

$_A$baixo potencial erosivo;
$_B$ baixo a moderado potencial erosivo
$_C$ moderado a baixo potencial erosivo;
$_D$ moderado a alto potencial erosivo;
$_E$ alto a moderado potencial erosivo;
$_F$ alto a muito alto potencial erosivo;
$_G$ muito alto a alto potencial erosivo;
$_H$ muito alto potencial erosivo.

*Esses índices são necessários para obter-se o potencial erosivo total dos solos na bacia hidrográfica. De acordo com as oito classes obtidas pela matriz foram estabelecidos oito intervalos ou faixas do potencial erosivo dos solos (BELTRAME, 1994).

*Primeiro digito atribuído à declividade e o segundo dígito ao índice de suscetibilidade a erosão pelo solo – Adaptado de Leite (2007).

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Das diversas classes de relevo estabelecidas para a bacia de acordo com a declividade, verificou-se que a classe 2 é a mais presente, apresentando terrenos que variam de suave ondulado para ondulado, ocupando 168,48 km², o que corresponde a 80,20%, destes 97,75 km² são suavemente ondulados e 72,72 km² apresentam relevo ondulado. Dessa forma, o potencial erosivo considerado para a bacia foi de moderado a baixo, cujo símbolo do índice considerado é PE_3.

3.8 Densidade de Drenagem

Esse parâmetro foi definido pela primeira vez em 1945 por Horton (CHRISTOFOLETTI, 1980**).** "Ela correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica" (*op. cit*, p. 115). Pode ser calculada de acordo com a fórmula: **Dd = Lt / A**. Onde: Dd = Densidade de drenagem; Lt = Comprimento total dos canais; A = área total da bacia. A extensão total da rede de drenagem da bacia do ribeirão Lajes é 385,33 km dos quais 219,28 km são de 1ª ordem; 86,19 km de 2ª ordem; 51,06 km de 3ª ordem; 11,15 km de 4ª ordem e 17,65 km de 5ª ordem (Tabela 7).

Tabela 7 - Ordens e extensão dos canais da bacia do ribeirão Lajes e Classificação dos valores de densidade de drenagem e respectivos símbolos

Ordem e extensão dos canais		Valores e símbolos da Densidade de Drenagem		
Ordens	Extensão em km	VALORES DA DD (km/km²)	CLASSIFICAÇÃO DA DD	SÍMBOLO
1ª	219,28			
2ª	86,19	Menor que 0,50	Baixa	DD_1
3ª	51,06	De 0,50 a 2,00	Mediana	DD_2
4ª	11,15	De 2,01 a 3,50	Alta	DD_3
5ª	17,65	Maior que 3,50	Muito alta	DD_4
Total	385,33			

Fonte: Beltrame (1994).

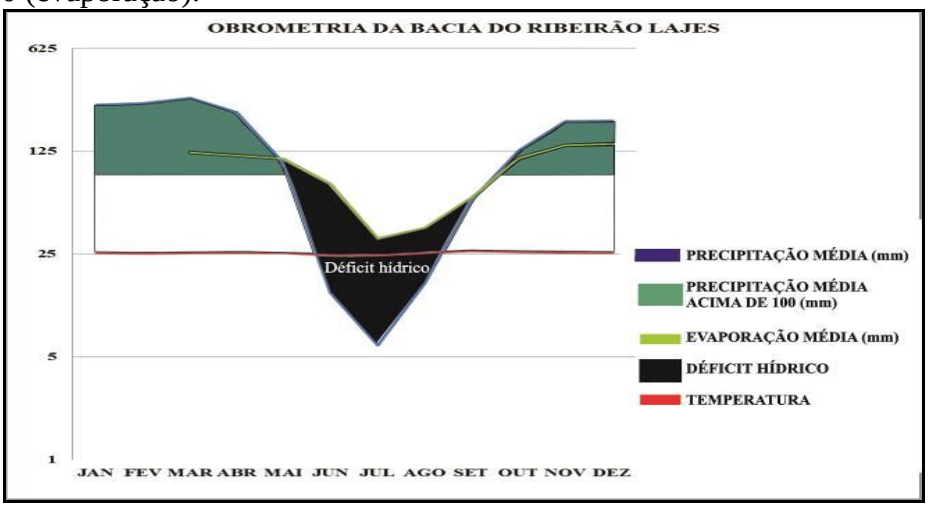
Este parâmetro permite verificar o maior ou menor escoamento superficial, indicando assim maior ou menor intensidade de processos erosivos na bacia de acordo com a forma e estruturação dos canais. Dessa forma, aplicando-se a equação anterior, tem-se: **Dd** = 338,70/209,71, resultando na densidade de drenagem de 1,61km/km² para a bacia do ribeirão Lajes; logo o símbolo atribuído é DD_2 e sua classificação é mediana de acordo com a tabela 7.

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

3.9 Balanço Hídrico

Para Beltrame (1994), o balanço hídrico permite indicar o potencial de degradação ou conservação física de uma bacia hidrográfica. Com os dados pluviométricos disponíveis no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), assim como na estação Meteorológica de Araguaína, TO, determinou-se a média anual dos dados de precipitação e da evaporação para o período de 20 anos.

Gráfico 1 - Balanço hídrico do ribeirão Lajes – período de 1991 a 2011 (precipitação) e 2003, 2006 a 2010 (evaporação).



Os dados coletados da precipitação anual para a bacia foram de 1760,85 mm/ano e de evaporação real 1199,08 mm/ano. Fazendo a subtração da média anual da precipitação pela média anual da evaporação, encontrou-se 561,77mm/ano. Fazendo a subtração pelo Excedente hídrico de 680,61mm/ano encontrado para o período, determinou-se o Déficit Hídrico 118,84 mm/ano a partir dos meses de maio a setembro (Gráfico 1). Havendo deficiência hídrica nos meses de maio a setembro e de acordo com os valores dos índices propostos por Beltrame (1994), assim o Balanço Hídrico para a área em estudo pode ser considerado de Qualidade baixo, e o símbolo atribuído foi BH_4.

Os dados coletados foram submetidos à fórmula descritiva final usada por Beltrame (1994).

E(f) = COa CAb DMc Ed PEe DDf BHg, Onde:

E(f) = Estado físico ambiental da bacia, proporcional aos parâmetros:

COa = Cobertura vegetal original: Busca-se o grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a cobertura atual (a é o índice específico); **CAb** = Cobertura vegetal atual: define o grau de proteção do solo proporcionado pelo tipo de cobertura existente (b é o índice

específico); **DMc** = Declividade média: este parâmetro é utilizado para caracterizar o relevo da bacia hidrográfica, (c é o índice específico); **Ed** = Erosividade da chuva: corresponde à quantidade de solo que se perde pela erosão causada pelas chuvas (d é o índice específico); **PEe** = Potencial erosivo do solo: é a erodibilidade dos solos (e é o índice específico); **DDf** = Densidade de drenagem: é o potencial da bacia e de seus setores em permitir maior ou menor escoamento superficial da água (f é o índice específico); **BHg** = Balanço hídrico: é a relação da entrada e saída de água no solo (g é o índice específico).

4. Resultados e discussão

Com a aplicação da fórmula descritiva final mediante os dados para cada parâmetro de toda a bacia e setores (Tabela 8), pode-se calcular numericamente o Estado físico da bacia a partir do risco de degradação ambiental, obtido através da aplicação da equação da reta: y = ax+b (Quadro 1a).

Tabela 8 – Relação dos resultados dos parâmetros da fórmula descritiva final

PARÂMETRO		SETOR A	SETOR B	SETOR C	MÉDIA DOS SETORES	TODA BACIA
Cobertura Vegetal Original		CO4	CO4	CO4	CO4	CO4
Cobertura Vegetal Atual		CA3	CA3	CA3	CA3	CA3
Declividade Média		DM3	DM1	DM2	DM2	DM2
Potencial Erosivo do solo		PE3	PE3	PE3	PE3	PE3
Erodibilidade da chuva		E1	E1	E1	E1	E1
Densidade de Drenagem		DD2	DD2	DD2	DD2	DD2
Balanço Hídrico		BH4	BH4	BH4	BH4	BH4
SOMATÓRIO		20	18	19	19	19

De acordo com a fórmula descritiva aplicada neste trabalho, o valor mínimo que pode ser encontrado é 7 (somatório de todos os índices mínimos possíveis da fórmula e o valor máximo é 37 (somatório dos valores máximos possíveis de cada índice aplicado). De acordo o método proposto, índices próximos de 7 e 37 indicam respectivamente menor e maior risco de degradação física na bacia, os quais plotados no plano cartesiano devem estar apresentados no eixo das ordenadas e os valores da equação da reta devem estar plotados no eixo das abcissas. A reta formada deve apresentar um ângulo de 90ºC para indicar risco mínimo de degradação. Nesse sentido para a reta formada, ângulos menores que 90ºC indicam maior risco de degradação ambiental na bacia (Quadro 1).

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Quadro 1 - Aplicação das equações 1 e 2 da reta para o valor crítico dos parâmetros da fórmula descritiva final e gráfico da equação da reta

a) b)

Equação 1:

y = ax + b

Se: Se:

y = 0 y = 100 37a + b – 100 = 0

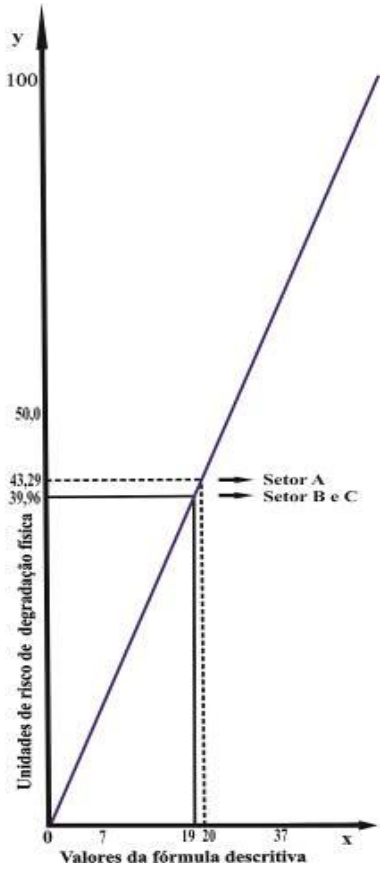
x = 7 x = 37 7a + = 0 (-1)

7a + b = 0 37a + b – 100 = 0 30a - 100 = 0

a = 3,33

Então:

b = 23,33



Equação 2:

Assim a equação da reta é y = 3,33; x = 23,31 que resultará em:

Toda a Bacia do ribeirão Lajes: y = 3,33 x 19 - 23,31

logo y = 39,96

Por setores temos:

Setor A

Bacia do ribeirão Lajes: y = 3,33 x 20 - 23,31 assim, y = 43,29

Setor B

Bacia do ribeirão Lajes: y = 3,33 x 19 - 23,31 assim, y = 39,96

Setor C

Bacia do ribeirão Lajes: y = 3,33 x 19 - 23,31 assim, y = 39,96

∗ Os valores de **y** na equação da reta indicam o risco de degradação ambiental e são chamadas de Unidades de Risco de degradação física numa bacia.

4.1 Degradação nos setores A, B, C e em toda a bacia

O setor **A** foi o que apresentou maior risco de degradação ambiental, com 43,29 Unidades de risco de degradação física na bacia. Associado a outros valores encontrados, pode-se dizer que ele apresenta maior vulnerabilidade à degradação ambiental. A cobertura vegetal original (CO) e atual (CA) apresentaram os mesmos resultados para todos os setores e bacia, ambos com índices CO_4 (baixa semelhança) e CA_3. (Índice de proteção moderada para cobertura vegetal atual). Neste setor a Declividade média se mostrou mais acentuada, com índice DM_3, sendo assim o mais ondulado da bacia. O Potencial erosivo se mostrou igual em todos os setores, apesar deste ser mais acentuado. A erosividade se mostrou semelhante aos outros setores, cujo símbolo correspondente é E_1.

O Balanço Hídrico apresentou-se com o mesmo índice, BH_4 para ambos os setores e bacia o que implica dizer que o déficit apresentado é baixo. Isto é provocado em especial pelo déficit entre os meses de maio a setembro. O risco de degradação na bacia se mostrou com características semelhantes aos setores. A cobertura vegetal original (CO) apresenta indicie baixa semelhança (CO_4) quando comparado à cobertura atual, dando um indicativo que em 20 anos essa remoção de certa forma foi proporcional à dos setores.

4.2. Principais riscos de degradação registrados na bacia

Por meio de trabalhos de campo pode-se registrar e fazer observações sobre as condições ambientais da bacia, sobretudo das nascentes principais. A maioria delas são encontradas no Setor A e estão desprotegidas, sujeitas ao pisoteio por animais e contaminação (Figura 5a). Outro agravante é que frequentemente se percebe o não cumprimento de vegetação ciliar conforme determinação de áreas de APPs segundo o código Florestal brasileiro. Notoriamente a retirada da mata ciliar tem acarretado o assoreamento do leito do ribeirão Lajes (Figuras 5b Setor B) e desbarrancamento (Figura 5n Setor C).

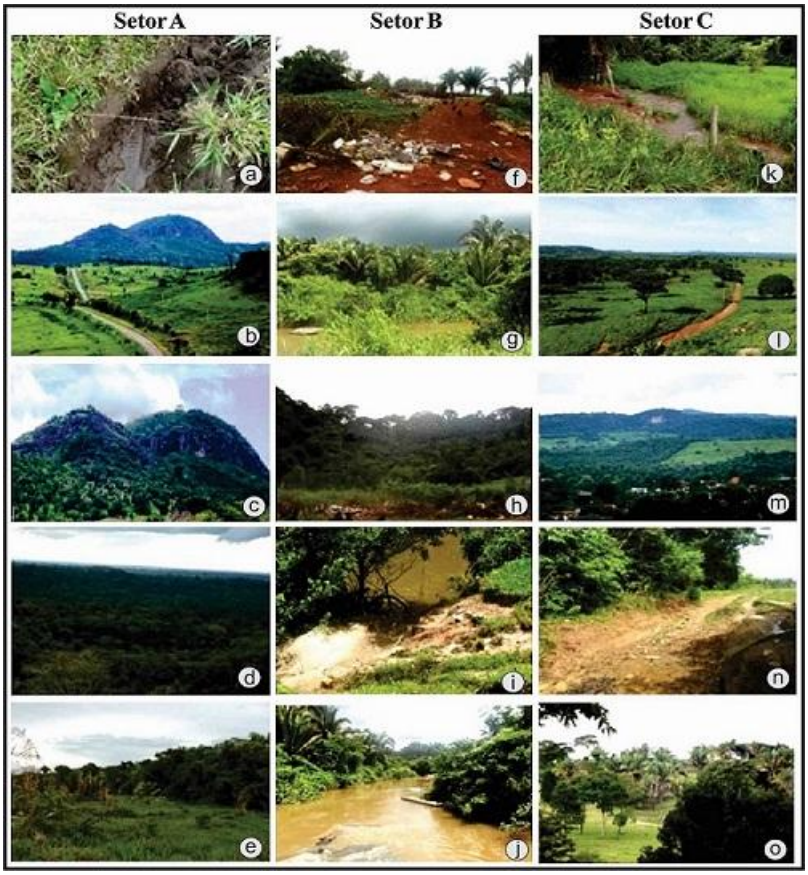
Além da diminuição do curso e da vazão da água, o assoreamento causa outros danos como perda de solo e redução da fauna aquática, uma vez que pode dificultar além do transporte a oxigenação da água pela inserção de matéria orgânica dentro do corpo d'água. Um problema detectado no Setor B é a presença de lixão a céu aberto situado próximo a encosta (Figura 5f e 5h), onde se sabe que o lençol freático se encontra muito próximo da superfície. No período chuvoso o *chorume* pode escoar para uma das drenagens do ribeirão Lajes, contaminando o solo e o lençol freático.

GEOAMBIENTE ON-LINE
Revista Eletrônica do Curso de Geografia – UFG/REJ
Graduação e Pós-Graduação em Geografia
http://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/index
Apoio: PRPG/PROAPUPEC
Jataí-GO | n.27 | Jul-Dez/2016
ISSN 1679-9860

Foi detectado remanescente de Formação Florestal nos Setores A e C (5d e 5m), as quais permanecem com algumas partes preservadas. Detectou-se também a presença de franjas de babaçuais, vegetação de encostas e mata de galeria no leito do ribeirão Lajes e em algumas de suas drenagens (Figura 5g no Setor B; 5c Setor A; 5e Setor A e 5j Setor B).

Constatou-se como um dos principais fatores de degradação física na bacia a pastagem. Em todos os Setores ela se mostrou imponente pela presença de grandes fazendas destinada à pecuária (Figuras 5b, Setor A e 5l, Setor C).

Figura 5 - Prancha com algumas fisiografias da bacia hidrográfica do ribeirão Lajes



Setor A: a) nascente desprotegida; b) desmatamento e pastagem; c) vegetação de encosta; d) franja de Formação Florestal; e) Mata de Galeria. **Setor B**: f) Lixão a céu aberto; g) Babaçual; h) Lixão na encosta de morro; i) Assoreamento na margem do ribeirão Lajes; J) Mata de galeria. **Setor C**: k) Leito sem vegetação; l) Desmatamento e pastagem; m) Formação Florestal e pastagem; n) Desbarrancamento; o) Babaçual.

5. Considerações finais

Este trabalho propôs-se investigar e diagnosticar a degradação ambiental na bacia do ribeirão Lajes, em Aragominas Tocantins. Para tanto fez-se uso da metodologia Diagnóstico Físico-conservacionista, proposto por Beltrame (1994), pela qual é possível detectar

quantitativamente e qualitativamente o grau de degradação ambiental de uma determinada área em estudo.

Foi constatado que no período compreendido de 1991 a 2011, a bacia do ribeirão Lajes apresentou 39,96 Unidades de degradação física, apresentando uma degradação ambiental moderada, assim como nos setores B e C e 43,29 no setor A, sendo este o mais impactado pela atuação antrópica na bacia. Entre as mais marcantes nesse processo estão o aumento da Formação Florestal, diminuição da área do Cerrado no Sentido Restrito e avanço da Pastagem.

Constatou-se que a Formação Florestal aumentou 113,8% em 20 anos, no entanto, isso não significou imediata redução da degradação na bacia, uma vez que houve redução de outras vegetações como o Cerrado no sentido restrito que teve sua redução em 40,96% no mesmo período. Constatou-se que a pastagem foi fator marcante na substituição da cobertura vegetal original em toda a área pesquisada e teve influência direta na degradação ambiental da bacia, sobretudo no setor A, devido a presença de grandes fazendas, tendo um crescimento de 17% em 20 anos. Apesar do aumento da Formação Florestal, a ausência da vegetação ciliar foi bem constatável, sobretudo nas nascentes principais, do ribeirão Lajes.

Pode-se concluir dessa forma que o principal fator de degradação física na bacia tem como propulsor principal o agronegócio sobretudo a pecuária ou atividade afins, as quais tem provocados danos principalmente às nascentes da bacia assim como provocado assoreamentos, diminuição e contaminação do leito principal e das drenagens da bacia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Fundação Ford, através do Programa Bolsa -Fellowships Program – IFP.

6. Referências

AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. Cerrado: Ecologia e Caracterização / editores técnicos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Brasília. **Embrapa Informações Tecnológica**, p 18. 2004.

BELLIA, V.; DIAS, R. (Orgs.). **Análise Ambiental e Socioeconômica do Norte do Estado do Tocantins. Projeto de Gestão Integrada da Região do Bico do Papagaio. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente – SEPLAN**- (DEZ). Palmas, 2004.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 122p.

COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; LIMA, E. R. V.; NETO, A. R.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.1, p.64-72, 2014.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** Ed. 2ª. Edgard Blucher, São Paulo 1980, 188p.

IBGE**. Senso Demográfico 2010.** Disponível em <hptt://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em 20-12-2013.

_____ Mapa de Clima do Brasil. Disponível em <hptt://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em 20-12-2013.

JACOBS, G. A. **Erodibilidade de dois latossolos vermelho escuro (textura argilosa e média) em relação a erosividade.** 1995. 95 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Agronomia - Área de Concentração: Ciências do Solo. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 1995.

LEITE, E. F. **Utilização do Geoprocessamento na Análise Ambiental por Diagnóstico Físico-conservacionista: Estudo de Caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego Vilas Boas – Miranda, MS**. 2007. 139 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação Stricto Sensu - Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Miranda, MS. 2007.

MENDOZA, M. E.; GRANADOS, E. L.; GENELETTI, D.; PÉREZ-SALICRUP, D. R.; SALINAS, V. Analysing land cover and land use change process at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). **Applied Geography**, v.31, p.237-350, 2011.

OLMOS, F.; DIAS, R. B.; PACHECO, J. F. (Orgs.) **Estudo da Flora e da Fauna no Norte do Estado do Tocantins. Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Bico do Papagaio.** Folha SB.22-Z-D – Araguaína. Estado do Tocantins. Palmas, SEPLAN/DEZ, 2004.

ROCHA, J. S. M.; DALTROZO, C. C. Florestamentos compensatórios para retenção de água em microbacias. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 23, n1, p. 71-75, 2008.

ROMÃO, P. A. DIAS, R. R.; BORGES, R.S.T. (Orgs.). **Projeto de Gestão Ambiental Integrada do Bico do Papagaio.** Araguaína. Geomorfologia da Folha SB.22-Z-D – Araguaína. Estado do Tocantins. Palmas, SEPLAN/DEZ, 2002.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental monitoring and assessment**. v. 166, Issue 1, p.113-124, 2010.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G.; BEZERRA, H. S. Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. n. 2004, p. 1199-1206, 2009.

SCAPINI, G. P. **Diagnóstico físico-conservacionista e sua relação com a sedimentação e referencias da paisagem.** 2006. 94 f**.** Dissertação de mestrado - Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2006.

SOUSA, P. A; BORGES, R.ST.; DIAS, R. R. (Orgs.). **Atlas do Tocantins. Subsídios ao Planeamento da Gestão Territorial** – SEPLAN – Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. 6ª ed. Palmas: SEPLAN, 2012.

TUCCI, C. E. M.; CHARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 2, n.1 Jan/Jun 1997, UFRGS, Porto Alegre / RS.