

Luciene Marques da Conceição

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL
DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
SUAÇUÍ GRANDE, MINAS GERAIS.**

XIV Curso de Especialização em
Geoprocessamento 2013



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
Belo Horizonte

Luciene Marques da Conceição

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE, MINAS GERAIS.**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Christian Rezende de Freitas

Belo Horizonte - MG

2013

C744a Conceição, Luciene Marques da.

2013 Avaliação da qualidade ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Suaçuí Grande, Minas Gerais [manuscrito] / Luciene Marques da Conceição. – 2013.
vi, 35 f. : il. (color.)

Monografia (especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2013.

Orientador: Christian Rezende de Freitas.

Bibliografia: f. 34-35.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Qualidade Ambiental. 3. Áreas de conservação de recursos naturais. I. Freitas, Christian Rezende de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 504:658.56



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Curso de Especialização em Geoprocessamento

Monografia defendida e aprovada em 06 de dezembro de 2013 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

A handwritten signature in blue ink, reading "Christian Rezende de Freitas".

Prof. Christian Rezende de Freitas - IGC/UFMG - Orientador

Prof. Bráulio Magalhães Fonseca - IGC/UFMG

Agradecimentos

É com muita alegria que finalizo mais uma etapa acadêmica, resultado que foi fruto do esforço, reflexão e paciência. Gostaria de expressar o meu agradecimento, a todos que contribuíram para a conclusão deste curso em especial aos meus colegas de classe, que estiveram presente durante todo o curso, acrescentando novas experiências e também novas amizades. Aos professores do curso de especialização em Geoprocessamento, que enriqueceram nossos conhecimentos compartilhando suas sabedorias, em especial ao professor Christian Rezende de Freitas que, com muita paciência e atenção, dedicou do seu tempo para me orientar neste trabalho.

Muito Obrigada !!!!

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
OBJETIVOS	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
QUALIDADE AMBIENTAL E A IMPORTÂNCIA NA ESCOLHA DOS INDICADORES AMBIENTAIS.....	9
VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS SIG NOS ESTUDOS AMBIENTAIS.....	10
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E FERRAMENTA DE ANÁLISE ESPACIAL.....	11
3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE	13
LOCALIZAÇÃO.....	14
CARACTERIZAÇÃO.....	15
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

Lista de Figuras

FIGURA: 01 - LOCALIZAÇÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE	14
FIGURA: 02 - LOCALIZAÇÃO MUNICIPAL DA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE.....	15
FIGURA: 03 - MAPEAMENTO DE SOLOS DA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE	17
FIGURA: 04 - COBERTURA VEGETAL E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE.....	18
FIGURA: 05 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE	19
FIGURA: 06 - TAXA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL (1991-2000) DOS MUNICÍPIOS DA SUB- BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE.....	20
FIGURA: 07 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA APRESENTADA.....	21
FIGURA: 08 - VARIÁVEIS SELECIONADAS.....	22
FIGURA: 09 - MAPA DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA PRESERVAÇÃO	27
FIGURA: 10 - MAPA DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA O USO ANTRÓPICO	29
FIGURA: 11 - MAPA DA QUALIDADE AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE.	31

RESUMO

O presente trabalho avaliar a qualidade ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, em Minas Gerais, através da elaboração de um mapa para auxiliar em medidas preventivas e planejadas aos acontecimentos que possam causar danos ao ambiente.

Neste sentido, pretendeu-se neste estudo utilizar uma base de dados secundários, apoiada no geoprocessamento para espacialização de atributos ambientais, com intuito de gerar um mapa da Qualidade Ambiental da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande. Para tanto, fez-se uma revisão bibliográfica para conceituar Qualidade Ambiental. Ainda, de maneira resumida, apresenta-se as vantagens da utilização das ferramentas SIG nos Estudos Ambientais e as ferramentas de Análises Espaciais utilizadas no estudo.

A escolha do geoprocessamento para a sistematização das variáveis ambientais foi importante para obter um resultado confiável. A partir desses elementos, foi possível gerar um mapa de qualidade ambiental através da análise de multicritérios, por meio do uso de Sistema de Informações Geográficas - SIG. A utilização de um SIG para auxiliar na elaboração de um mapa de Qualidade Ambiental permitiu melhor representação das informações, além da distinção das características de cada atributo no plano de informação. A partir desse cenário, pode-se tentar compreender a importância que assume a preocupação com a qualidade ambiental, vista como elemento fundamental para auxiliar em áreas degradadas ou aquelas importantes para a vida de maneira geral, e ainda, para o alcance da melhoria da qualidade de vida do homem.

Palavras chave: Sistema de Informação Geográfica - SIG, Qualidade Ambiental, Áreas Preservadas, Áreas Antrópica.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados ao meio ambiente têm sido analisados com mais intensidade e podem auxiliar no planejamento ambiental com informações capazes de tornar o uso e a ocupação do solo menos impactantes ao meio ambiente.

Para analisar a qualidade ambiental é necessário considerar vários componentes da paisagem, os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos. Neste estudo, para analisar a situação da Qualidade Ambiental, escolheu como área de estudo a sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, localizada na margem esquerda do Rio Doce, na região leste do Estado de Minas.

O trabalho foi estruturado em seis capítulos incluindo esta introdução. No segundo capítulo faz-se uma revisão bibliográfica para conceituar Qualidade Ambiental e escrever sobre a importância na escolha dos indicadores ambientais. Ainda, de maneira resumida, apresentar as vantagens da utilização das ferramentas SIG nos Estudos Ambientais. Por último, descreve sobre os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e as ferramentas de Análises Espaciais utilizadas no estudo.

Para contextualizar a área de estudo, no terceiro capítulo, faz-se uma breve caracterização da sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, a partir de dados secundários, selecionados para aplicação da metodologia, considerando os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos da região.

No quarto capítulo, descreve a metodologia empregada para gerar o mapa de Qualidade Ambiental. A escolha do geoprocessamento para a sistematização das variáveis ambientais foi importante para obter um resultado confiável. A partir desses elementos, foi possível gerar um mapa de qualidade ambiental através da análise de multicritérios, por meio do uso de Sistema de Informações Geográficas - SIG.

O quinto capítulo, tem como objetivo descrever e apresentar os resultados obtidos durante a pesquisa. Os resultados foram apresentados e discutidos separadamente para em seguida se chegar à síntese geral, ou seja, o mapa da Qualidade Ambiental para a sub-bacia do Rio Suaçuí Grande.

No sexto e último capítulo faz-se as considerações finais da pesquisa. A utilização de um SIG para auxiliar na elaboração de um mapa de Qualidade Ambiental permitiu melhor

representação das informações, além da distinção das características de cada atributo no plano de informação. A partir desse cenário, pode-se tentar compreender a importância que assume a preocupação com a qualidade ambiental, vista como elemento fundamental para auxiliar em áreas degradadas ou aquelas importantes para a vida de maneira geral, e ainda, para o alcance da melhoria da qualidade de vida do homem.

Objetivos

Objetivo Geral:

Utilizar uma base de dados secundários, apoiada no geoprocessamento para espacialização de atributos ambientais, com intuito de gerar um mapa de Qualidade Ambiental.

Objetivos Específicos:

- ✓ Caracterizar a sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande.
- ✓ Identificar as principais camadas geográficas necessárias para gerar um mapa síntese de Qualidade Ambiental e Risco Ambiental;
- ✓ Gerar um mapa de Qualidade Ambiental.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Qualidade Ambiental e a importância na escolha dos indicadores ambientais

A qualidade ambiental pode ser entendida e analisada sob vários parâmetros, para o Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE), Qualidade ambiental é a capacidade que um determinado ecossistema apresenta em manter e sustentar os seres vivos nele existentes.

Para Vaz (2009),

“Qualidade ambiental é um conjunto de propriedades e características do ambiente, generalizada ou local, uma vez que afeta tanto o ser humano como outros organismos desse ambiente. Refere-se a características que dizem respeito tanto ao ambiente natural como o ambiente construído, como a qualidade do ar e qualidade da água ou do nível geral de poluição, características essas que podem ser prejudiciais ao ser humano direta ou indiretamente”. (VAZ, 2009)

Qualidade ambiental é a capacidade que um determinado ecossistema apresenta em manter e sustentar os seres vivos nele existentes (DER/MG, 2008). Os estudos de qualidade ambiental ocorrem na questão da definição de quais elementos ambientais utilizar, já que para a avaliação é necessário definir fatores referentes aos aspectos ambientais dos meios físicos bióticos e socioeconômico. Esta avaliação implica tanto na análise de diversos componentes da paisagem, quanto nas metodologias de sistematização desses elementos, de forma a oferecer parâmetros confiáveis para a tomada de decisão nas políticas ambientais. Para a escolha dessas variáveis é necessário considerar quais as necessidades da área em estudo, bem como, as interferências ambientais na região.

Através da escolha dos atributos e de sua espacialização tem-se um conjunto de dados referentes à área de estudo para posterior cruzamento e elaboração de um diagnóstico ambiental espacializado. No entanto, na representação dos atributos através da avaliação dos indicadores escolhidos para a pesquisa é importante ressaltar alguns cuidados, como por exemplo: na

"representação de síntese não podemos mais contar com a participação dos elementos considerados no nível analítico, e sim a fusão deles em conjuntos espaciais característicos. Isto significa que os mapas ambientais deverão ressaltar agrupamentos de lugares definidos por agrupamentos de atributos ou variáveis." (MARTINELLI, 1994 apud NUCCI, 2008).

Os fatores ambientais possuem uma grande importância na avaliação da qualidade ambiental, pois podem ser considerados parâmetros tanto quantitativos como qualitativos para evidenciar as modificações no meio ambiente.

Essas questões podem ser consideradas no planejamento, que deve englobar todos os aspectos sociais, econômicos e naturais. Entretanto, o que geralmente acontece é que nem todos esses aspectos são considerados nas tomadas de decisões.

Para Nucci (2008), o que não permite maior eficácia da política ambiental é a falta de critério necessário para a avaliação da qualidade ambiental, e pode-se incluir nisso, também, a falta de consciência da importância que esses fatores assumem e podem interferir de forma positiva ou negativa na vida dos habitantes das áreas urbanas e nas suas atividades.

De acordo com Monteiro (1987) *apud* Nucci (2008), elaborar um trabalho de representação da qualidade ambiental pode ser um desafio, pois ainda são poucas as referências com essa finalidade e nem mesmo existe um índice padrão de qual seria o ideal em qualidade ambiental.

Em um Sistema de Informações Geográficas - SIG, esses diagnósticos mostram a variação espacial das condições naturais e sociais, fornecendo uma importante ferramenta para o planejamento e gestão territorial. Podem ser úteis para separar as áreas aptas das inaptas e auxiliar na definição de estratégias de planejamento e gerenciamento.

Vantagens da utilização de ferramentas SIG nos Estudos Ambientais

O Geoprocessamento tem sido aplicado numa enorme variedade de campos: na identificação de impactos, na distribuição de terras, no planejamento urbano, em estudos de paisagem, em corredores ecológicos, no sistema de saúde pública, no transporte, em estudos para obtenção da autorização para supressão da vegetação, entre outros. E o interessante é que, em todos esses campos, existe a necessidade da ênfase na coleta, na integração e análise de dados espaciais que, naturalmente, podem ser tratados e/ou analisados através do Sistema de Informações Geográficas - SIG.

Um exemplo de uso do SIG foi o estudo desenvolvido por PONS & PEJON (2008), “Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP)” que,

através do software Spring 4.2, propõe uma técnica para levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas e/ou em processo de degradação em ambientes urbanos. De acordo com PONS & PEJON (2008), este *software* permitiu realizar cruzamentos de várias camadas e/ou informações contidas em seu banco de dados, o que agilizou as análises, considerando apenas aquelas mais precisas do meio físico da cidade referida no estudo.

Nos estudos de CARVALHO *et al.* (2007), o uso do SIG foi necessário para agrupar dados sobre os recursos e demandas energéticas dos locais a serem estudados, associados a uma plataforma de conhecimento geográfico, para visualização dos resultados em forma de imagens, o que garantiu maior segurança e agilidade nas tomadas de decisões, e ainda, facilitou o acompanhamento dos programas em execução.

Segundo CARVALHO *et al.* (2007), para aplicação do Geoprocessamento diversas variáveis foram analisadas: potencial de expansão da demanda, distância da rede e tecnologia apropriada. Para cada análise foram realizados cruzamentos, que demandaram a manipulação de bancos de dados e projeções específicas.

Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Ferramenta de Análise Espacial

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2007), Geoprocessamento é definido como, conjunto de métodos e técnicas computacionais realizado em etapas, direcionados a coleta e tratamento de dados espaciais. A primeira etapa refere-se à aquisição de dados, a segunda ao tratamento dos dados como meio de agregar e compatibilizar informações de diferentes características, com as respectivas posições geográficas por meio de pares de coordenadas, em um Banco de Dados Geográficos - BDG, e a terceira etapa trata-se da representação dos dados através do Sistema de Informações Geográficas -SIG, que permite, a partir dos dados capturados e tratados, perceber a distribuição espacial do tema em estudo, representados em mapas para melhor interpretação e análise.

A partir da definição acima, é possível concluir que, com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas - SIG, dados e/ou informações georreferenciados, podem ser integrados, mesmo que provenientes de bancos de dados diferentes, em um único sistema, auxiliando nas análises de estudos ambientais.

Em sua grande maioria os SIGs utilizam duas técnicas de representação de mapas: Raster e Vetor. No modelo matricial, também denominado de raster, a representação é feita por uma matriz, composta por colunas e linhas, que definem células, denominadas como pixels. Cada pixel apresenta um valor referente ao atributo, além dos valores que definem o número da coluna e o número da linha. No modelo vetorial, a localização e a feição geométrica do elemento são armazenadas e representadas por vértices definidos por um par de coordenadas, e dependendo da sua forma e escala cartográfica, os elementos podem ser expressos por pontos, linhas e polígonos.

No entanto, podemos dizer que o que caracteriza um Sistema de Informação Geográfica (SIG) são as funções que realizam análises espaciais, utilizando as informações geográficas armazenadas na base de dados espaciais, e realizando simulações sobre os fenômenos do mundo real. Diversas são as possibilidades de análise espacial disponíveis em um SIG e de acordo com LUCENA (1998)

“Um sistema de informações geográficas não é apenas um repositório de dados geográficos que possibilita procedimentos de automatização de desenho. A característica fundamental de um SIG é sua capacidade de gerar novas informações a partir dos dados disponíveis em seu repositório. Este processo é denotado por termo “análise espacial” e envolve um conjunto de operadores sobre campos e objetos geográficos.” (LUCENA, 1998).

Segundo Gilberto Câmara *et al* (s/d), “O que distingue um SIG de outros tipos de sistemas de informação são as funções que realizam análises espaciais. Tais funções utilizam os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais e buscam fazer simulações (modelos) sobre os fenômenos do mundo real, seus aspectos ou parâmetros”.

Moura (2007) aponta que ao realizar uma análise espacial baseada na conjugação de uma coleção de variáveis, é importante ter claro que os resultados obtidos cabem em um contexto no tempo e no espaço, em uma situação específica. Cada nova análise irá exigir nova escolha de conjunto de variáveis.

Segundo Santos (2010), “para a realização de uma análise multicritérios o estudo deve se basear nos seguintes passos: seleção e representação das variáveis que caracterizam o fenômeno, organização dessas em planos de informação, discretização dos planos em resolução espacial adequada, combinação das variáveis de forma que elas possam representar a complexidade da realidade; e, por último, a possibilidade de calibração e validação do sistema

mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas”.
(SANTOS, 2010).

A utilização da análise multicritérios, como forma de ponderação na modelagem espacial precisa vir acompanhada de técnicas de álgebra de mapas.

A Álgebra de Mapas é uma linguagem computacional de alto nível usada para realizar análise espacial cartográfica usando dados raster. O embasamento teórico para álgebra de mapas é matemática aplicada a rasters, uma prática que é possível porque rasters são geograficamente cadeias de números referenciados.

A ferramenta se constitui basicamente de operações locais, de vizinhança e regionais, aplicando-se diferentes técnicas para cada tipo de problema. Na álgebra de mapas, as localizações espaciais são definidas por uma matriz composta por linhas e colunas, onde cada célula é uma unidade territorial, sendo a unidade básica de processamento, o pixel, o qual pode ser processado independentemente, integrado numa vizinhança ou numa região de elementos com o mesmo atributo.

Existe uma ampla gama de operadores e funções que são utilizados para realizar cálculos e analisar mapas raster. Entre eles destacam os operadores aritméticos (soma, subtração, multiplicação e divisão), os relacionais (igual, menor, maior, desigual) os lógicos (AND, OR, XOR, NOT); e a função condicional (IF-se condicional).

3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO SUAÇUÍ GRANDE

A escolha de uma bacia hidrográfica como área de estudo, permite uma análise ambiental, interdependente e cumulativa de seus aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos, e permite realizar um planejamento integrado dos fatores ambientais, além de oferecer condições geográficas e sociais favoráveis. Para Coelho Neto (2001).

“Bacia hidrografia pode ser entendida como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. Tal conceito abrange todos os espaços de armazenamento, de circulação e saídas

de água e do material por ela transportado, que mantêm relações com esses canais (COELHO NETO, 2001)”.

Como forma de analisar a situação da Qualidade Ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, no presente item faz-se uma caracterização regional da área de estudo, a partir de dados secundários selecionados para aplicação da metodologia.

Localização

A área de estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, afluente da margem esquerda do Rio Doce (sub-bacia do Rio Doce pela classificação da ANA e UPGRH - DO4 pelo Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce). A sub-bacia está localizada na região leste do Estado de Minas Gerais (Figura 01), é composta por 46 municípios, possui uma área territorial de 21.555 km² segundo dados do IGAM, 2010.

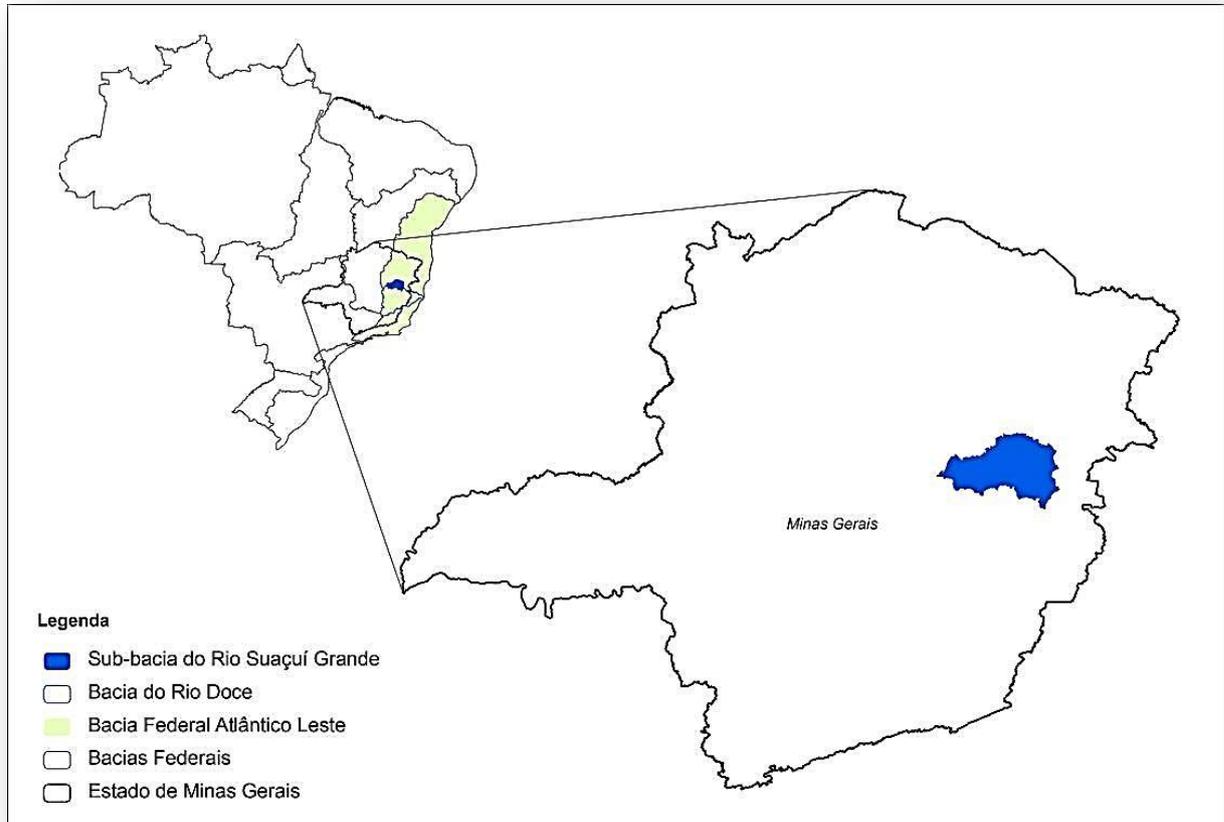


Figura: 01 - Localização da sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande

A declividade média encontrada na sub-bacia foi de 7,6 graus, o que de acordo com Lemos & Santos (1996), corresponde a um relevo ondulado, característico do aspecto geomorfológico predominante com superfície de topografia pouco movimentada, constituída por um conjunto de colinas, apresentando declives acentuados.

Os pontos de maior declividade apresentam características morfológicas com regiões com predomínio de formas abruptas, compreendendo relevos escarpados e vertentes de declives muito fortes de vale encaixados. Estas características estão presentes no limite norte e na porção central da sub-bacia. A altitude na sub-bacia hidrográfica varia de 150 a 1732 metros, sendo a altitude média de 543 metros.

Das classes dos solos existentes na área de estudo, os LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO *Distrófico típico* foram os solos mais expressivos, ocupando 50,51% da área total, enquanto os ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO *Eutrófico típico* ocupam 43,67%, e localizam-se nas posições mais estáveis da paisagem.

Há também a ocorrência dos solos NEOSSOLO FLÚVICO Tb *Distrófico típico*, dos NEOSSOLO LITÓLICO *Distrófico típico* e NEOSSOLO LITÓLICO *Eutrófico típico*, que juntos corresponderam 5,82% da área total. Apesar da baixa expressividade em relação às demais classes de solos e independente da sua aptidão agrícola restrita, sua localização é estratégica, do ponto de vista da conservação ambiental.

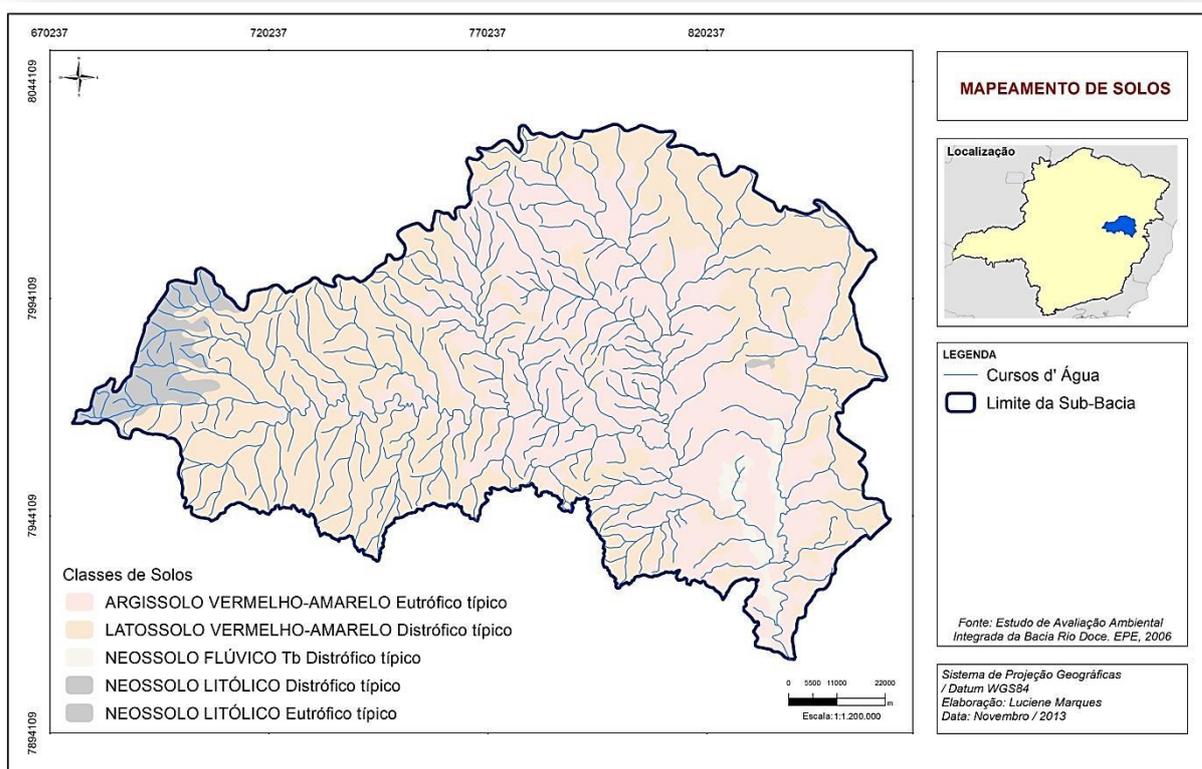


Figura: 03 - Mapeamento de Solos da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande
Fonte: Estudo de Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Rio Doce. EPE, 2006

Das classes de solos existentes na sub-bacia, os Argilossolos são os de maior erodibilidade e os Latossolos, os de menor. Os Neossolos ocupam uma pequena porção, junto às cabeceiras dos rios Vermelho e Cocais, são solos pouco desenvolvidos que apresentam características de solos rasos e muito rasos situados em áreas de relevo forte, ondulado a montanhoso.

No que diz respeito à suscetibilidade à erosão, a sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande possui grandes problemas. Conforme representado na Figura 03, a região possui 55% de sua área na classe de suscetibilidade forte/muito forte e 18% na classe muito forte. Segundo PARH SUAÇUÍ (2010) “esta problemática decorre das estiagens prolongadas ocorrentes na região, às chuvas torrenciais, aos solos suscetíveis e aos extensos depósitos superficiais fráveis típicos da Depressão do rio Doce, que juntos propiciam alta produção de sedimento”.

As maiores suscetibilidades encontram-se nas porções alta e média da sub-bacia do rio Suaçuí Grande, nas demais porções da sub-bacia observa-se a classe moderada/forte e moderada de suscetibilidade à erosão.

Do ponto de vista da geologia econômica, encontram-se na sub-bacia processos minerários (com e sem exploração) de minério de ferro, gemas diversas, rochas ornamentais e materiais de construção, predominantemente areia e argila.

Quanto à vegetação, a sub-bacia do rio Suaçuí Grande está situada em região de domínio do bioma da Mata Atlântica, o qual representa um dos maiores repositórios de biodiversidade do planeta. No Brasil, é o terceiro maior bioma, depois da Amazônia e do Cerrado.

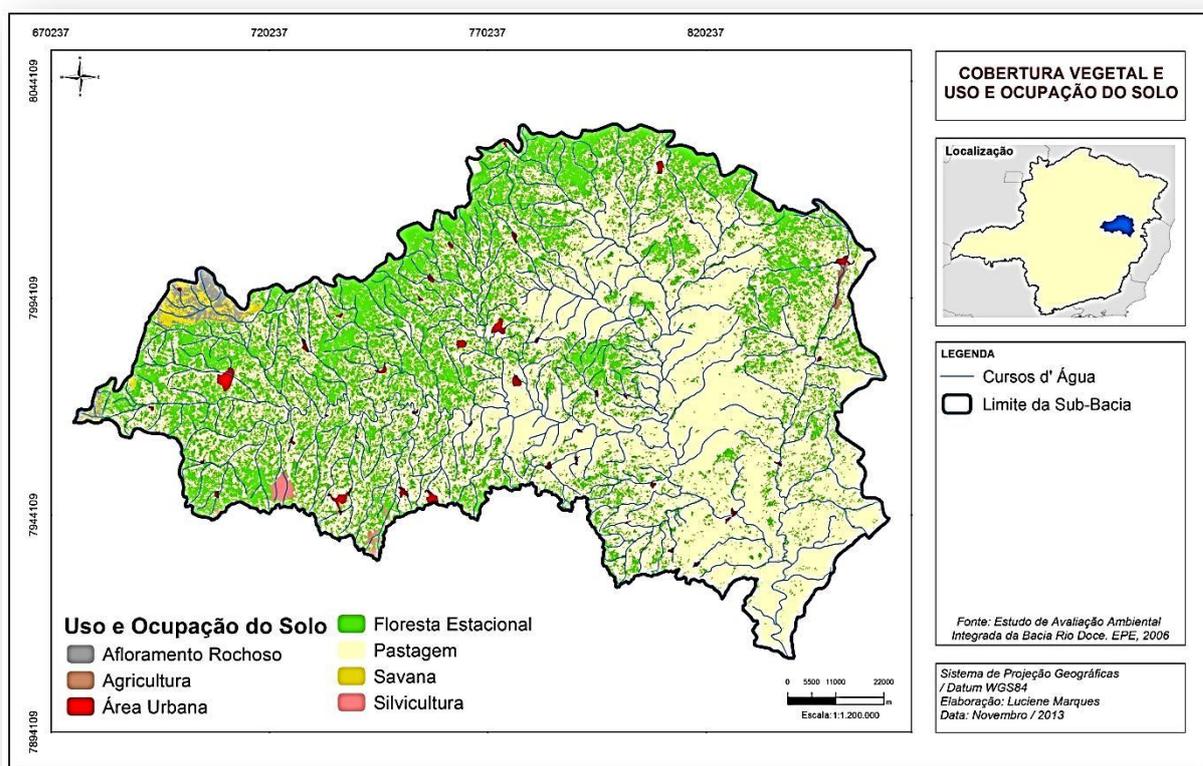


Figura: 04 - Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do Solo da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande
Fonte: Estudo de Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Rio Doce. EPE, 2006

Conforme representado na Figura: 04, a sub-bacia possui uma vegetação nativa, pouco conservada, decorrente do processo histórico de ocupação antrópica da área, o que resultou em uma paisagem atual com predominância dos ambientes antropizados. Observa-se que aproximadamente 72% da área de estudo teve sua cobertura vegetal original substituída por ambientes antrópicos (pastagem, florestamento/reflorestamento, agricultura, áreas antrópicas indiscriminadas, influência urbana, agropecuária). As áreas com maior grau de conservação da vegetação nativa encontram-se na região das cabeceiras e de forma individualizada ao longo de toda sub-bacia.

De acordo com a Figura 05, na sub-bacia do rio Suaçuí Grande existem, atualmente, 19 Unidades de Conservação regularizadas e implementadas, distribuídas nas categorias de Parque Estadual (Proteção Integral) e Área de Proteção Ambiental Estadual e Municipal (Uso Sustentável).

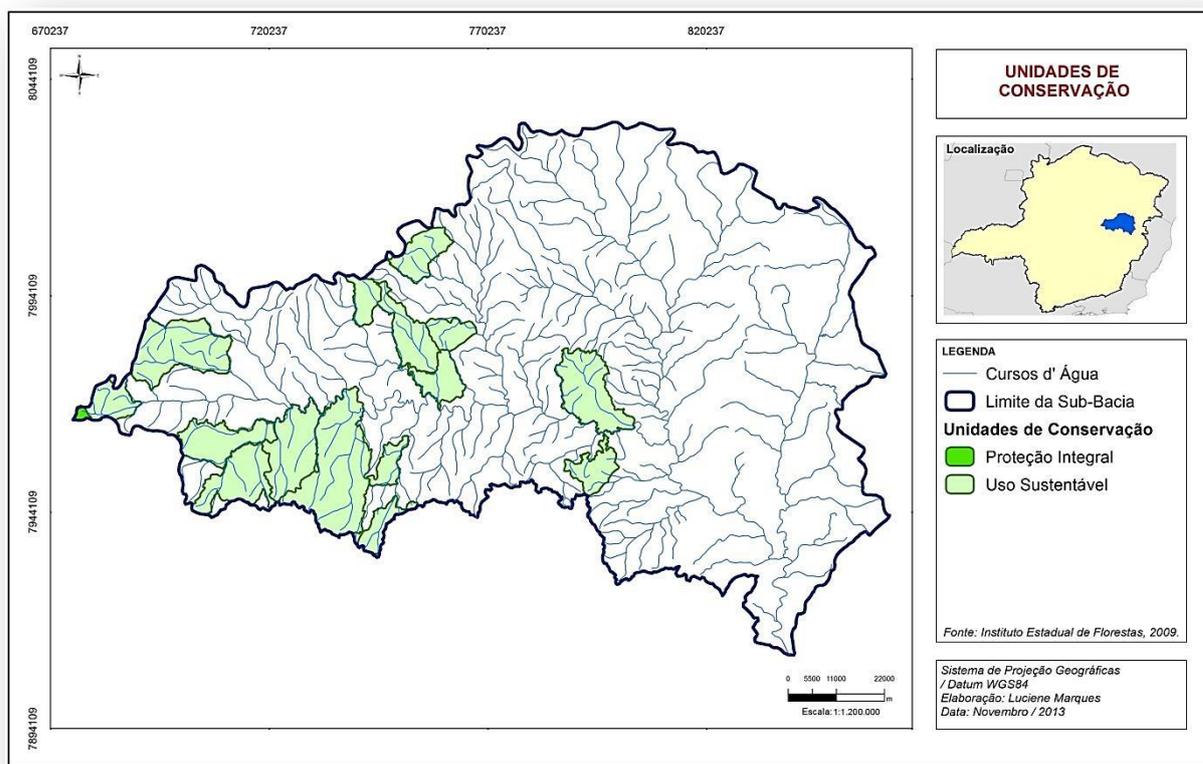


Figura: 05 - Unidades de Conservação na sub-bacia do Rio Suaçuí Grande
Fonte: Instituto Estadual de Florestas, 2009.

Segundo IBGE, a sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande situa-se na mesorregião Vale do Rio Doce e nas microrregiões Guanhanês, Governador Valadares e Peçanha.

As principais rodovias federais que dão acesso à sub-bacia são a BR-116 BR-120, BR-259 e BR-381/MG-381. As rodovias estaduais mais importantes são: MG-117, MG-314, MG-217, MG-259, MG-417 e MG-422.

Em termos populacionais, destaca-se na sub-bacia do Rio Suaçuí Grande, os setores censitários dos municípios de Itambacuri, Malacacheta, São Sebastião do Maranhão, Rio Vermelho, que apresentaram as malhas urbanas com as maiores populações.

A sub-bacia conta com um grande número de pequenos agricultores praticando a agricultura familiar, de subsistência, sendo predominante a presença de minifúndios. No entanto, pode se dizer que a agricultura, enquanto atividade econômica na região ainda é pouco expressiva. A sub-bacia do Rio Suaçuí Grande merece destaque por estar localizada no médio rio Doce, região considerada crítica sob o prisma da problemática das enchentes.

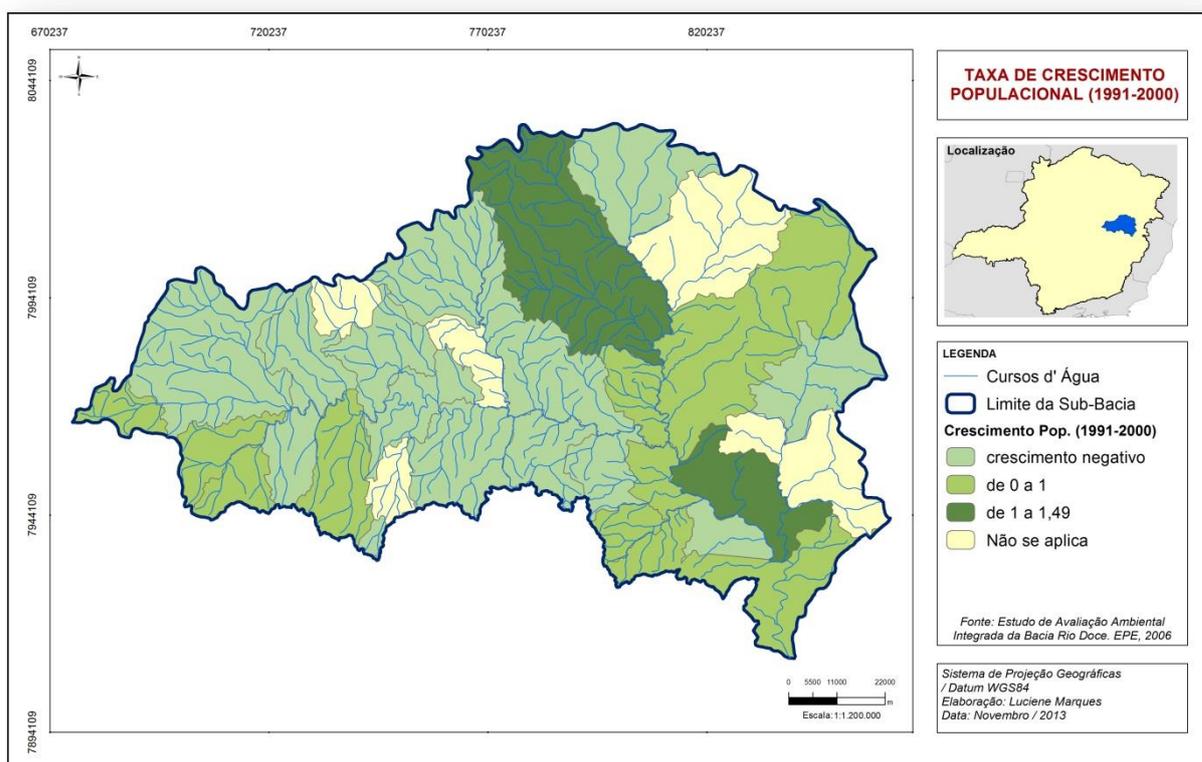


Figura: 06 - Taxa de Crescimento Populacional (1991-2000) dos Municípios da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande
Fonte: Estudo de Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Rio Doce. EPE, 2006

Analisando o mapa Taxa de Crescimento Populacional (Figura 06), é possível perceber que crescimento populacional da sub-bacia não houve, nos anos de 1991-2000, altas taxas de crescimento da população. A taxa maior foi nos municípios de Águas Boas e Frei Inocência, com um acréscimo de 1,35%, representados como os municípios mais populosos da região, seguido por Itambacuri, São José da Safira, Marilac, Coroaci, Governador Valadares, São João Evangelista, Sabinópolis, Materlândia e Serra Azul de Minas, que obtiveram taxa de crescimento populacional de 1%. Enquanto que os demais municípios da sub-bacia tiveram crescimento negativo.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta metodológica desse trabalho foi desenvolvida em etapas, conforme fluxograma apresentado na Figura 07, Fluxograma da metodologia apresentada.

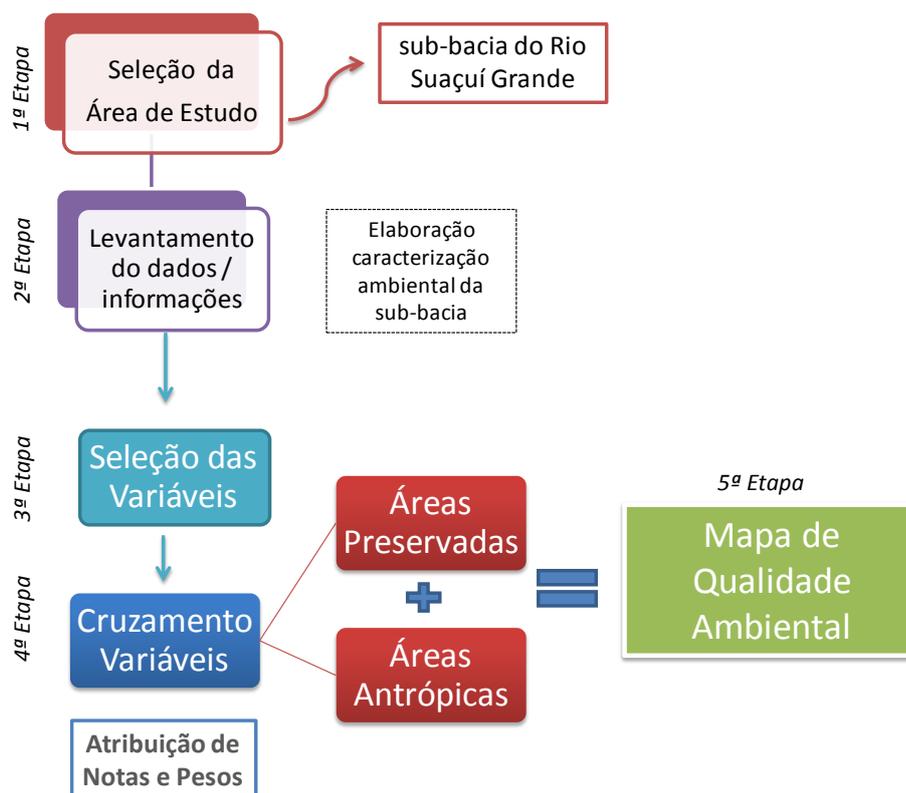


Figura: 07 - Fluxograma da metodologia apresentada

Na primeira etapa fez-se a seleção da área de estudo. Para aplicação do estudo selecionou-se a sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande, localizada totalmente no Estado de Minas Gérias, uma vez que as bacias hidrográficas apresentam alterações significativas nos recursos naturais como o solo, a água, o ar e os seres vivos, devido a suas atividades e à forma de utilização desses recursos.

Na segunda etapa fez-se um levantamento de dados e informações de diferentes características e diferentes meios para elaboração das análises propostas. Para tanto, foram utilizadas bases de dados vetoriais, provindas de diversas fontes, visando o cruzamento das variáveis e a construção dos mapas temáticos. Para tanto, foi necessária a realização de um corte para cada feição da área de trabalho, para padronizar as unidades territoriais de

integração, a projeção cartográfica e a escala dos dados trabalhados. A projeção escolhida para as bases foi Geográficas, Datum WGS 1984.

Na terceira etapa fez-se a seleção das variáveis, considerando dois grupos (Figura 08), áreas preservadas e áreas com ações antrópicas, visando compreender aquelas que podem interferir direta ou indiretamente na qualidade do ambiente. Entende-se que, de alguma forma, esses atributos ambientais aumentam ou diminuem a qualidade ambiental da sub-bacia e com base no cruzamento destes é possível chegar a uma síntese, ou seja, um mapa de qualidade ambiental.



Figura: 08 - Variáveis selecionadas

Neste estudo, as variáveis foram selecionadas em duas áreas, sendo elas “Áreas Potenciais para Preservação” e “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico”. Considera-se as variáveis para avaliação as áreas antrópicas, variáveis como proximidade de vias de acesso, declividade, taxa de crescimento populacional, fragilidade à erosão e proximidade das áreas antropizadas, que podem interferir direta ou indiretamente na qualidade do ambiente. Entende-se que, de alguma forma, os atributos ambientais que possuem ação antrópica diminuem a qualidade ambiental. Para análise das “Áreas Potenciais para Preservação” foram consideradas as variáveis unidades de conservação, distâncias das unidades de conservação, proximidade de corpos d’ água (rio, lagos, etc), cobertura vegetal e uso e ocupação do solo e áreas prioritárias para conservação.

Na quarta etapa, cada plano de informação recebeu um peso de acordo com a importância da variável para o mapeamento em questão. Para a ponderação dos pesos e notas foi elaborada duas tabelas para atribuição de valores, contendo variáveis seus respectivos componentes de legenda relacionadas com “Áreas Potenciais para Preservação” e “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico”, que foi encaminhada para especialistas de diferentes áreas, onde se atribuiu valores.

O Quadro 01 apresenta as avaliações finais, com a representação das notas e pesos atribuídos ao mapa de “Áreas Potenciais para Preservação” da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande.

Quadro 01 - Notas e pesos atribuídos as variáveis de Áreas Potenciais para Preservação

Variáveis	Variáveis / Legenda	Notas	Pesos
Unidades de conservação	Proteção Integral	10	33%
	Uso Sustentável	6	
Distância de ucs	100m	7	18%
	200m	7	
	300m	7	
	400m	6	
	500m	5	
	acima de 500m	4	
Proximidade de corpos d'água (rio, lagos, etc)	100m	8	17%
	200m	7	
	300m	6	
	1000m	5	
	acima de 1000m	5	
Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do Solo	floresta estacional	8	19%
	savana	7	
	Agricultura	2	
	Pastagem	2	
	Silvicultura	2	
	mancha urbana	1	
Afloramento de Rocha	5		
Áreas Prioritárias para Conservação	Extremamente Alta	8	13%
	Muito Alta	7	
SOMA			100%

O Quadro 02 apresenta as avaliações finais, com a representação das notas e pesos atribuídos para as Áreas Potenciais para o Uso Antrópico dentro da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande. Nas “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico” considerou-se valores maiores para variáveis que favorecem a ação humana e valores menores aquelas que não favorecem a ação humana.

Os valores de PESO foram atribuídos pensando no grau de importância de cada variável e seus respectivos componentes de legenda somando um montante de 100%. Para a representação final do mapa definiu-se 5 (cinco) classes temáticas, a saber “Muito Baixo”; “Baixo”, “Médio”, “Alto” e “Muito Alto”.

Quadro 02 - Notas e pesos atribuídos as variáveis para as “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico”

Variáveis	Variáveis / Legenda	Notas	Pesos
Proximidade de vias de acesso	100m	9	34%
	200m	7	
	300m	6	
	acima de 500m	4	
Declividade	0-5°	8	18%
	5-16°	7	
	16-25°	5	
	25-45°	3	
	acima de 45°	1	
Taxa de crescimento populacional	Crescimento Negativo	2	15%
	de 0 a 1%	5	
	de 1 a 1,49%	7	
	Não se aplica	2	
Fragilidade à erosão	Forte	2	13%
	Moderada/Forte	5	
	Moderada	6	
	Nula	8	
Proximidade das áreas antropizadas	100m	8	20%
	300m	7	
	500m	6	
	acima de 500m	4	
		SOMA	100%

Para avaliar o Potencial de “Áreas Preservadas” consideraram-se valores maiores para aquelas variáveis que ajudam no processo de preservação ambiental e valores menores para aquelas que não favorecem o processo de preservação. Para a análise das “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico” considerou-se valores maiores para variáveis que favorecem a ação humana e valores menores aquelas que não favorecem a ação humana. Os valores de peso foram atribuídos pensando no grau de importância de cada variável e seus respectivos componentes de legenda somando um montante de 100%.

A representação de cada atributo e o respectivo cruzamento foram realizados no *software* ArcGIS¹, por apresentar um conjunto de sistemas bastante satisfatório, para aplicações cartográficas. Este *software* tem como função principal gerar mapas e, para isso, dispõe de uma excelente estrutura para trabalhar com dados espaciais, com capacidade de integrar de diversas fontes, organizadas sob as formas raster ou vetor, como imagens de satélites, fotografias aéreas e desenhos CAD. Além disso, ele incorpora ferramentas que possibilitam acessar funções de Geoprocessamento através de uma interface gráfica.

Na integração, utilizou-se a ferramenta Álgebra de Mapas no *software* ArcGIS, através da ferramenta *Raster Calculator* do menu da extensão *Espatial Analyst*, que atua sobre representações de dados dos modelos Numérico, Imagem, Temático, Cadastral e Objeto, e consiste de uma sequência de operações descritas por sentenças construídas, segundo regras, envolvendo operadores, funções e dados representados em planos de informação e mapas de um mesmo projeto.

Na quinta e última etapa, fez-se o cruzamento dos mapas das áreas potenciais de “Áreas Preservadas” e “Áreas Antropizadas” gerando um mapa de Qualidade Ambiental.

No Quadro 03 apresentam-se as avaliações finais, com a representação das notas e pesos atribuídos para as Áreas Potenciais para Preservação e Áreas Potenciais para o Uso Antrópico, para geração do Mapa de Qualidade Ambiental.

Quadro 03 - Notas atribuídas as variáveis dos mapas de “Áreas Potenciais para Preservação” e “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico”

Potencial	Notas: Potencial de Áreas Preservadas	Notas: Potencial de Áreas Antrópicas
Muito Alto	8	0
Alto	7	0
Médio	6	2
Baixo	4	6
Muito Baixo	0	10

¹ Ressalta-se que existem outros SIGs, para realização desse estudo, porém escolheu-se o ArcGIS porque dispõe de uma excelente estrutura para trabalhar com dados espaciais, e também por possuir ferramentas que possibilitam acessar funções de Geoprocessamento através de uma interface gráfica com melhores resultados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo é apresentado o resultado da aplicação da Análise de Multicritérios para geração do mapa de Qualidade Ambiental (Figura 11), proveniente da sobreposição dos mapas de “Áreas Potenciais para Preservação” e “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico”. Em seguida tem-se a interpretação avaliativa dos mesmos.

Nesta análise, consideraram-se valores com notas maiores para aquelas variáveis que ajudam no processo de preservação ambiental e valores menores para aquelas que não favorecem o processo de preservação. Os valores de pesos foram atribuídos pensando no grau de importância de cada variável e seus respectivos componentes de legenda somando um montante de 100%. O mapa foi representado em 5 (cinco) classes temáticas, a saber “Muito Baixo”; “Baixo”, “Médio”, “Alto” e “Muito Alto”.

A Figura 09, Mapa “Áreas Potenciais para Preservação” ilustra a distribuição das áreas preservadas na sub-bacia, que se correlacionado com os outros mapas (variáveis e variáveis/legenda) representam a realidade espacial da área em estudo.

Percebe-se uma ligeira concentração de áreas mais preservadas nas partes altas da sub-bacia, é representada pela presença de fragmentos florestais de maior porte em relação aos fragmentos das partes baixas da unidade. Temos que, as áreas representadas pela categoria de média a muito alta estão quase que totalmente relacionados com as unidades de conservação existentes na sub-bacia e as áreas prioritárias para conservação ambiental.

Na classe de médio potencial as áreas de APP (Áreas de Preservação Permanente), se destacam devido à nota mais alta, em relação à proximidade de cursos d’ água. Na classe baixo potencial estão em destaque as áreas com remanescentes florestais existentes na sub-bacia. Enquanto na classe muito baixa estão às áreas altamente antropizadas (áreas urbanas, estradas), localizadas na porção leste da sub-bacia hidrográfica.

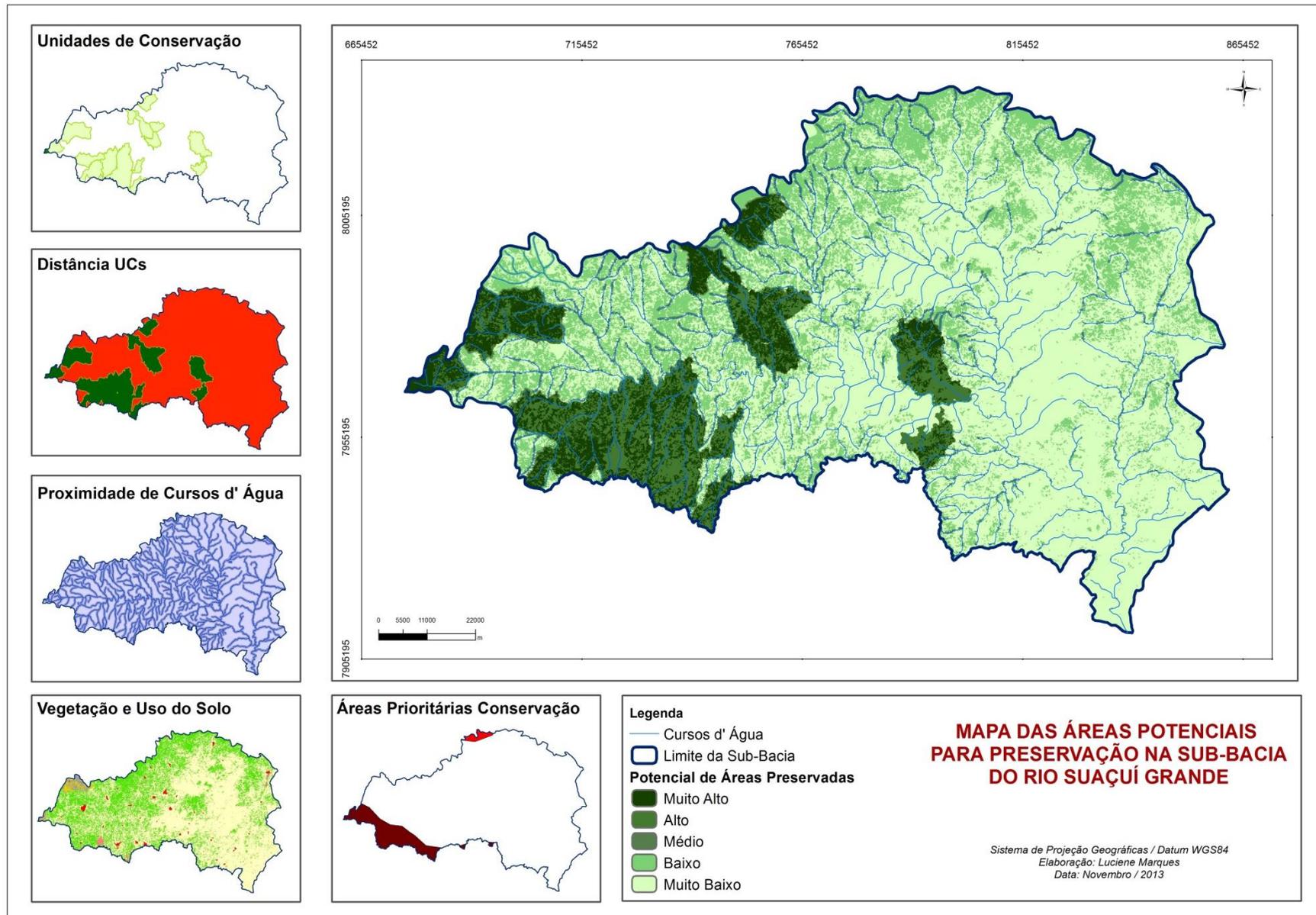


Figura: 09 - Mapa das Áreas Potenciais para Preservação

No Mapa “Áreas Potenciais para Preservação” (Figura 09) destaca algumas manchas que favorecem para a preservação de ecossistemas naturais e para a qualidade de vida humana. Não se pode pensar em desenvolvimento sustentável da sub-bacia sem conhecimento sobre seus problemas sociais, assim como, sua localização no espaço, visando à intervenção de políticas públicas apropriadas. Cabe ressaltar a importância das intervenções antrópicas no uso do solo que influencia as alterações do meio ambiente.

As informações mapeadas na Figura 10 permite afirmar que as áreas mais antropizadas tendem a se concentrar nas classes “Muito Alto”, próximo as estradas e áreas urbanas. Tal fato reforça a necessidade de preservação dos fragmentos florestais ali existentes, como forma de minimizar o processo de degradação ambiental na sub-bacia.

Na figura 10 está representado o mapa com áreas potenciais para o uso antrópico da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande. As áreas antrópicas da paisagem representam a ocupação do espaço pelos processos de urbanização da região, são mais significativos nas proximidades de estradas e ocupação urbana e nas regiões onde a susceptibilidade erosiva caracteriza-se como muito forte representadas nas classes “Muito Alta e Alta”.

Na classe de Médio potencial mostram-se de maneira mais evidente as áreas de pastagem e proximidade com as áreas urbanizadas. Na classe de Baixo e Muito Baixo potencial estão em destaque às regiões de florestas, unidades de conservação e áreas prioritárias para conservação. A sub-bacia apresentou um alto grau de degradação ambiental, mostra que as intervenções humanas no meio ambiente se fazem decisivas na alteração da paisagem, gerando uma composição heterogênea do uso antrópico, o que remete aos impactos negativos causados direta e indiretamente pelo crescimento populacional dos municípios e pela exploração dos recursos naturais.

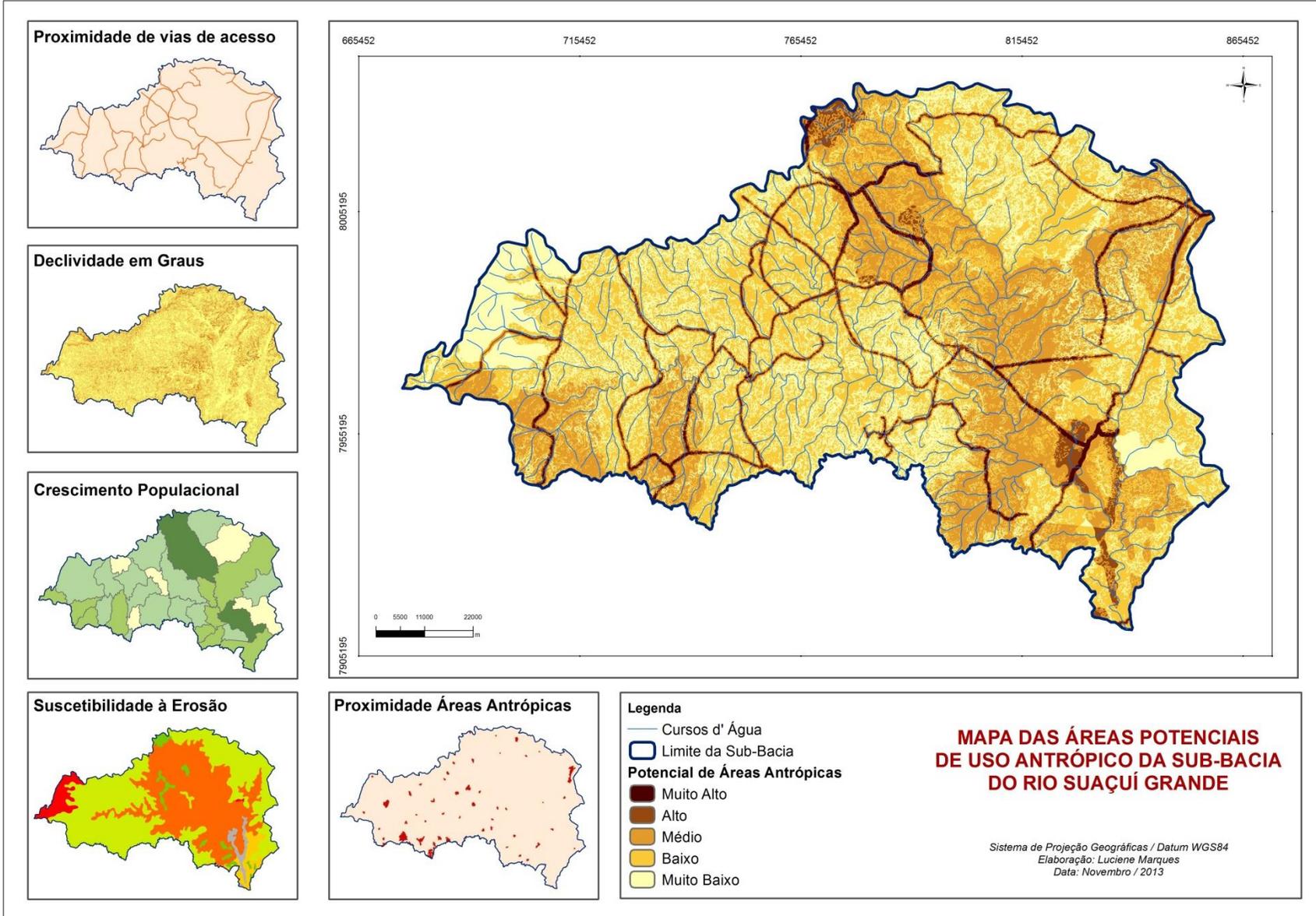


Figura: 10 - Mapa das Áreas Potenciais para o Uso Antrópico

O Gráfico 01 apresenta os percentuais das áreas resultado das avaliações atribuídas aos mapas de “Áreas Potenciais para Preservação” e “Áreas Potenciais para o Uso Antrópico” para a sub-bacia do Rio Suaçuí Grande. Para atribuição dos valores, considerou-se a importância de cada variável e seus respectivos componentes de legenda, para representação do mapa de Qualidade Ambiental. Para a representação final do mapa definiu-se 5 (cinco) classes temáticas, a saber “Muito Baixo”; “Baixo”, “Médio”, “Alto” e “Muito Alto”.

Ao analisar o gráfico é possível observar que as Classes de Média e Alta Qualidade Ambiental na sub-bacia do Rio Suaçuí Grande são destaques, representando 29% e 43% respectivamente.

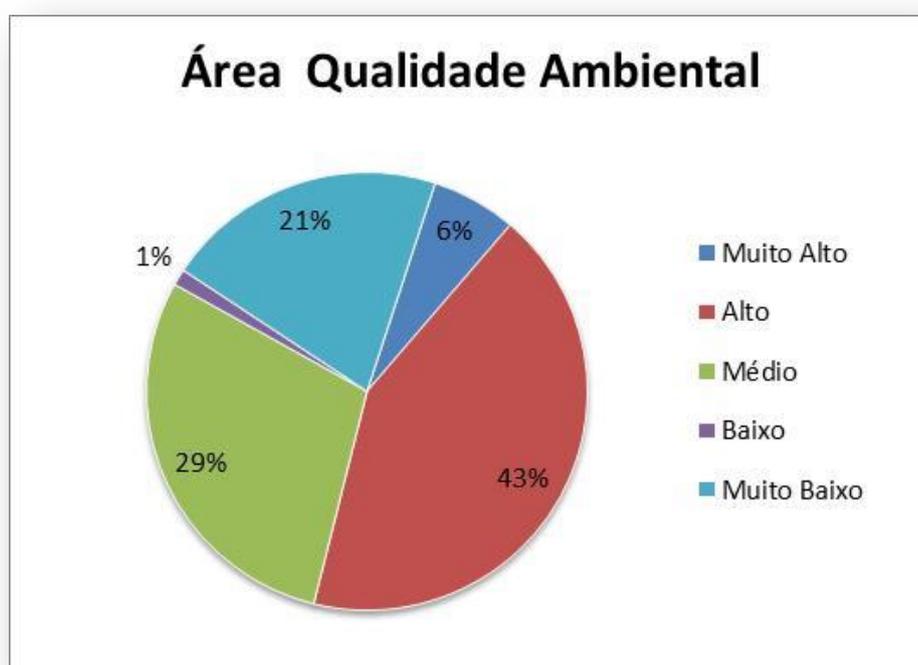


Gráfico 01 - Áreas potenciais para Qualidade Ambiental na sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande

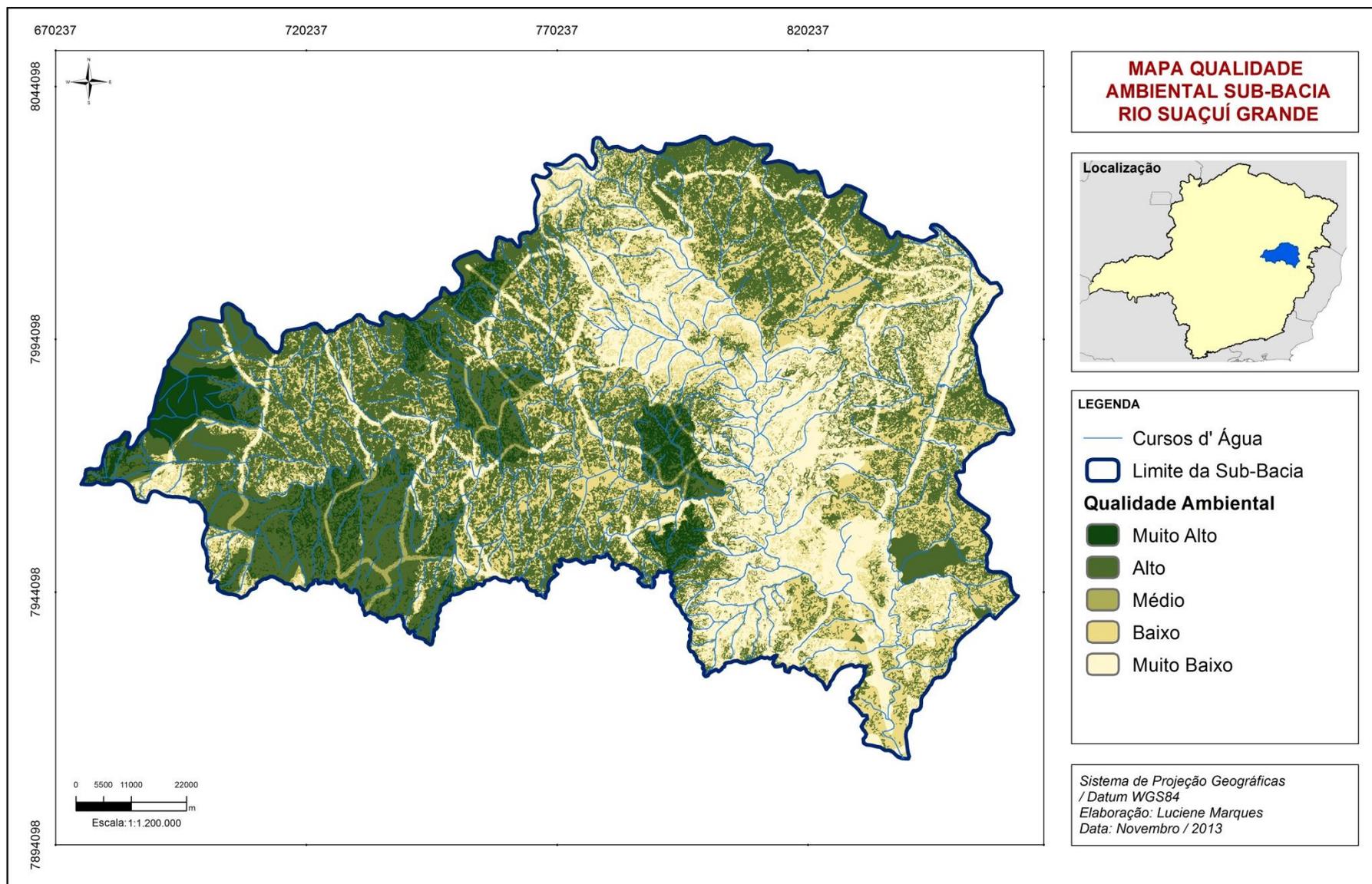


Figura: 11 - Mapa da Qualidade Ambiental da sub-bacia do Rio Suaçuí Grande

O mapa de Qualidade Ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Suaçuí Grande (Figura 11), apresentou um resultado com regiões bem definidas. As regiões que sugere melhor Qualidade Ambiental estão representadas pela cor verde (Muito Alto e Alto), e se destacam na porção leste da sub-bacia, região de proximidade da nascente do Rio Suaçuí Grande. Essas áreas indicam grande potencial para preservação, onde estão localizadas as unidades de conservação e as áreas prioritárias para conservação, o que reforça a presença de meios estáveis de cobertura vegetal para a conservação da biodiversidade através da integração das unidades de conservação existentes.

Nota-se, também, que toda na porção central possui características de declividades mais baixas, predomina-se a situação de baixa e muito baixa (amarelo e amarelo claro), apresentando esta característica também em direção ao sul. A situação de média Qualidade Ambiental representada pela cor verde sobressai em boa parte do território e sua evolução para classe de baixa qualidade ambiental. A classe baixa e muito baixa foi identificada na parte central da sub-bacia se prolongando na direção norte-sul.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os procedimentos e técnicas das geotecnologias permitiram um trabalho eficiente para identificação e análise dos elementos ambientais atuais na sub-bacia do rio Suaçuí Grande. A partir dos resultados obtidos durante a pesquisa, pode-se tentar compreender a importância que assume a preocupação com a qualidade ambiental como elemento fundamental para auxiliar em áreas degradadas ou aquelas importantes para a vida de maneira geral.

No entanto, vale ressaltar que na escala espacial escolhida, certamente nem todos os aspectos relacionados com a qualidade ambiental foram abordados e/ ou analisados com uma visão multidisciplinar. Assim, mais e melhores resultados poderão ser analisados e construídos por uma equipe multidisciplinar.

O uso de geotecnologias permitem ações eficazes e otimizadas no sentido da conservação e gestão da paisagem. Para realizar aplicações interessantes nos estudos ambientais, não há nenhuma dúvida que, o uso do Geoprocessamento, oferece vários outros benefícios importantes que serão de grande valor para profissionais que atuam na área, como o aumento

do conhecimento acerca dos recursos disponíveis numa determinada área geográfica, auxiliar nas atividades realizadas no campo, facilita a formulação da avaliação de estratégias e a análise da distribuição de recursos.

Outra vantagem é a redução do tempo gasto para preparação de relatórios, gráficos e mapas, o que torna mais eficaz a informação geográfica usada em análise integrada de planejamento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, Paulo Cesar Marques de, *et al.* **Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Energias Renováveis**. ABENS - Associação Brasileira de Energia Solar. Fortaleza. 2007. Disponível em <www.cefetpb.edu.br/arquivos/GPPI/sig.pdf>. Acesso em agosto/2013.

COELHO NETO, Ana L. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia**. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia uma base de atualização e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 93-148.

DER/MG - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais. **Manual de Procedimentos Ambientais em Empreendimentos Rodoviários**. Belo Horizonte, MG. 2008. <<
<http://www.der.mg.gov.br/images/manual.pdf>>> Acesso Out. 2013.

ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP), 2ª ed. - Curitiba: O Autor, 2008. 150p.; il. Disponível em <
http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/qldade_amb_aden_urbano.pdf>

FERREIRA, Maria Madalena; *et. al.* **Aplicações de SIG: Como instrumento de apoio para a tomada de decisões no processo de gestão compartilhada de bacias hidrográficas urbanas - o caso de Igarapé Belmont - Porto Velho**. PIBIC-2004.

GILBERTO CÂMARA, JOSÉ SIMEÃO MEDEIROS, **“Operações de Análise Geográfica”**. In: Eduardo Assad, Edson Sano (eds.), Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura. Brasília, DF, EMBRAPA. 1998, pg. 67-91 (2a. edição, revista e ampliada).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Disponível em: <
http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 15 agosto. 2013.

LUCENA, I. S. **Projeto de interfaces para álgebra de mapas em geoprocessamento no ambiente SPRING**. 1998. 108 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais “INPE”, São José dos Campos, 1998.

MINAS GERAIS, **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais - ZEE**, Minas Gerais. Disponível em <<http://www.zee.mg.gov.br/>> Acesso Set. 2013.

MOURA, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, 2007, p.2899-2906.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de**

PONS, Nívea Adriana Dias; PEJON, Osni José. **Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP)**. Revista Brasileira de Geociências.

volume 38 (2), 2008. Disponível em <<http://www.sbgeo.org.br/>> Acessado em maio 2009.

SOARES-FILHO, Britaldo Silveira. **Apostila “Modelagem de Dados Espaciais”**. 2000
<<Disponível em
<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/modelagemdedadosespaciais.pdf>>>
Acesso Set. 2013.

VAZ, César Augusto Bastianello. Diagnóstico da qualidade ambiental em bacia hidrográfica urbana: estudo de caso - a sub-bacia do Arroio Cadena - Santa Maria-RS. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Centro de Tecnologia - Universidade Federal de Santa Maria, 2009.