

Rayane Silva de Oliveira Bruno

Análise do uso público das trilhas da região de Honório Bicalho no município de Nova Lima/MG com aplicação do geoprocessamento e crowdsourcing.

XVI Curso de Especialização em
Geoprocessamento



UFMG

Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 –
Pampulha

RAYANE SILVA DE OLIVEIRA BRUNO

**ANÁLISE DO USO PÚBLICO DAS TRILHAS DA REGIÃO DE
HONÓRIO BICALHO NO MUNICÍPIO DE NOVA LIMA/MG COM
APLICAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO E
CROWDSOURCING.**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Geoprocessamento do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Rodrigo Nóbrega

Co-orientador: Ítalo Sousa de Sena

BELO HORIZONTE - MG

2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois foi Ele quem me permitiu chegar até esta etapa final do curso. Foi Ele quem me deu forças para continuar e não desistir deste curso que foi um grande desafio. Deus me deu sabedoria, tranquilidade e colocou pessoas sábias e maravilhosas em meu caminho.

Agradeço a minha família e meu namorado por todo apoio e por sempre me incentivar nas minhas decisões e estudos.

Agradeço aos meus colegas de turma deste curso especialização em geoprocessamento pelo companheirismo e por sempre compartilharem seus conhecimentos em diversos momentos.

Dentre os colegas, agradeço especialmente a minha amiga Priscila Ireno, pois juntas decidimos fazer esta pós-graduação e a todo o momento foi uma grande amiga. Saiba que você foi muito importante para mim em todo processo do curso.

Agradeço aos professores, monitores e ao orientador Rodrigo Nóbrega por terem tido paciência e repassado o conhecimento de vocês nas aulas.

Agradeço imensamente ao meu co-orientador Ítalo Sena pela dedicação, paciência, instrução e atenção destinado ao tema do meu trabalho. Tenho certeza que você será um admirável docente.

RESUMO

O turismo é uma atividade presente em todo Brasil devido a grande diversidade natural, cultural e histórica existente no país. Esta atividade além de propiciar lazer e recreação, também contribui para o desenvolvimento econômico e social. O ecoturismo e o geoturismo, modalidades do turismo, buscam através do patrimônio natural e geológico promover a interação entre o homem e o meio ambiente de forma sustentável. Uma forma de promover esta interação é por meio de atividades em trilhas ecológicas que tornam-se instrumentos importantes para fomentar a consciência ambiental. Diante disso, este trabalho apresentou como proposta um estudo do impacto do uso público das trilhas na região de Honório Bicalho, utilizando como ferramentas o crowdsourcing e as técnicas do geoprocessamento. Os resultados obtidos mostraram que o estudo do uso público possui grande significância, uma vez que possibilita averiguar áreas de fragilidade ambiental, e através das análises estabelecerem medidas mitigadoras preventivas. Portanto a metodologia usada neste estudo apresenta-se como um recurso técnico no processo de gestão ambiental.

Palavras-chave: Ecoturismo. Geoturismo. Crowdsourcing. Análise Multicritérios.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo geral	11
1.2 Objetivos específicos	11
1.3 Justificativa	12
2. ESTUDO DE CASO	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica	16
3.2 GPS Tracking.....	18
3.3 Crowdsourcing.....	19
4. METODOLOGIA	21
4.1 Dados cartográficos.....	21
4.2 Pré-processamento.....	24
4.2.1 Análise de Kernel	24
1.1.1 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - NDVI	25
4.2.2 Declividade	28
4.3 Processamento	30
4.3.1 Análise Multicritérios.....	30
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
5.1 Mapa de densidade das trilhas	34
5.1.1 Mapa de densidade do Trekking.....	34
5.1.2 Mapa de densidade do Mountain-bike	35
5.1.3 Mapa de densidade dos Veículos Motorizados	37

5.2 Mapa Impacto do Uso Público das Trilhas	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
7. REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo que abrange os municípios de Nova Lima, Raposos e Rio Acima. Neste mapa destaca-se a região de Honório Bicalho que é o objeto de estudo deste trabalho.....	14
Figura 2: Organograma da metodologia da pesquisa.	21
Figura 3: Total de trilhas da região de Honório Bicalho disponibilizadas no site wikiloc.....	23
Figura 4: A figura representa a absorção da luz infravermelha próxima (NIR) das folhas mortas, estressadas e saudáveis, onde indica que as folhas saudáveis refletem uma maior quantidade de luz infravermelha próxima.....	26
Figura 5: Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.	28
Figura 6: Mapa de declividade.	29
Figura 7: Apresentação da expressão utilizada na ferramenta <i>Raster Calculator</i> com os valores resultantes do método AHP.....	33
Figura 8: Mapa de densidade de uso das trilhas da categoria trekking.....	35
Figura 9: Mapa de densidade de uso das trilhas da categoria mountain-bike..	36
Figura 10: Mapa de densidade de uso das trilhas da categoria veículos motorizados.....	37
Figura 11: Mapa de Impacto do Uso Público.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características espectrais das bandas do Landsat 8 dos sensores de imagem OLI e TIRS.....	27
Tabela 2: Tabela de comparação de critérios estabelecidos pelo matemático Thomas Saaty.	32
Tabela 3: Pesos resultantes do processo do método AHP.	33

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
UC	Unidades de Conservação
MMA	Ministério de Meio Ambiente
APA	Área de Proteção Ambiental
GPS	Global Positioning System
SR	Sensoriamento Remoto
GIS	Sistema de Informação Geográfica
SGT	Smartphone GPS Tracking
VGI	Volunteered Geographic Information
USGS	United States Geological Survey
GPX	Exchange Format
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
OLI	Operational Land Imager
WGS 84	World Geodetic System 1984
MDE	Modelo Digital de Elevação
KML	Keyhole Markup Language
SAD 69	South American 1969
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NIR	Near Infrared
TIRS	Thermal Infrared Sensor
UTM	Universal Transversa de Mercator
AHP	Analytic Hierarchy Process

1. INTRODUÇÃO

O turismo é uma atividade presente em todo Brasil devido a grande diversidade natural e cultural existente no país. Esta atividade se associa principalmente aos aspectos históricos, paisagísticos, econômicos, políticos e sociais dos locais visitados. A atividade turística está diretamente atrelada à uma rede de serviços que, além de propiciar o lazer e a recreação às pessoas, também contribui para o desenvolvimento econômico e social.

No ponto de vista do crescimento econômico, este deve estar alinhado ao desenvolvimento sustentável, conceito que está inserido na sociedade atual e busca, através dos pilares social, econômico e ambiental estabelecerem um planejamento para que haja um desenvolvimento equilibrado. Na Carta da Terra, cita que “[...] devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz (ONU, 2000)”.

O desenvolvimento no setor turístico visa através da gestão territorial estabelecer metas para o desenvolvimento sustentável, objetivando desenvolver os setores econômico e social da região, garantindo a conservação ambiental e cultural para as futuras gerações.

O município de Nova Lima, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte, apresenta um grande potencial para o desenvolvimento turístico, se mostrando como um local com vasto patrimônio histórico e, principalmente, pelo ecoturismo e geoturismo já praticados na região. Esta característica se associa à paisagem natural exuberante e também ao patrimônio geológico existente (BASIL, 2010). Entre eles destacam-se os parques ecológicos, cachoeiras, montanhas e lagos, além da fauna e flora da transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, no qual podemos citar a Estação Ecológica de Fechos, Área de Preservação Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Parque nacional do Gandarela, Mata do Jambreiro e Parque Municipal Rego dos Carrapatos.

Para Brasil (2008), o ecoturismo é um segmento do turismo que busca através do patrimônio natural e cultural promover de maneira sustentável a interação entre o homem e o meio ambiente, a fim de estimular a sensibilidade ambiental do indivíduo, contribuindo assim, para a formação da consciência ambiental em relação à importância da preservação e conservação dos recursos naturais.

Assim como o ecoturismo, Ruchkys (2007) caracteriza o geoturismo como uma atividade turística que busca sensibilizar os visitantes através da composição dos ecossistemas e sítios arqueológicos, permitindo assim a conservação do patrimônio geológico e fomentando seu uso para fins didáticos e científicos.

Portanto, o turismo com base em trilhas em áreas naturais se apresenta como instrumento que colabora para a gestão do território e da educação ambiental. Propiciando tanto a disseminação do conhecimento e percepção do contexto paisagístico quanto a sua significância nos aspectos econômicos, ambientais e sociais. Além disso, contribuem para o planejamento espacial no ponto de vista dos impactos ambientais provenientes das atividades turísticas desenvolvidas no local.

1.1 Objetivo geral

Realizar uma análise do uso público das trilhas na região de Honório Bicalho, no município de Nova Lima – Minas Gerais, por meio da elaboração de diagnósticos espaciais, a fim de identificar os locais com maior potencial para o impacto do uso público.

1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o uso público das trilhas por categorias na região de Honório Bicalho a partir de crowdsourcing;

- Elaborar mapas do uso público das trilhas referente a cada categoria/atividade com o uso de ferramentas de análise espacial;
- Avaliar o uso público das trilhas e os impactos gerados tendo em vista os aspectos do meio físico (declividade) e meio biótico (vegetação).

1.3 Justificativa

O município de Nova Lima possui grande potencial para o ecoturismo, uma vez que este município apresenta admiráveis paisagens e diversas Unidades de Conservação - UC. De acordo com o Ministério de Meio Ambiente – MMA (2017), o município possui seis UC's, sendo elas: Parque Nacional da Serra do Gandarela, Reserva Particular de Patrimônio Natural de Fechos, Estação Ecológica de Fechos, Parque Estadual Serra do Rola Moça, Parque Natural Municipal Rego dos Carrapatos e Área de Proteção Ambiental SUL- RMBH.

O bairro Honório Bicalho, além de estar inserido em importantes UCs, tem uma enorme relevância no contexto histórico-cultural do município devido à mineração e as linhas férreas.

Desta forma, o turismo e as atividades de geoturismo vêm crescendo constantemente em Honório Bicalho. Prova deste constante crescimento é a plataforma wikiloc, no qual evidencia tal crescimento de turistas no setor de geoturismo, onde revela a existência em torno de 749 trilhas em Honório Bicalho e região, sendo que o primeiro carregamento de trilha da região de Honório Bicalho realizado no site foi da trilha “Cachoeira do Viana” em 26 de Abril de 2009. A última trilha inserida no site foi em 19 de Novembro de 2017. Assim, a avaliação do uso público nesta localidade é de suma importância para o processo de gestão ambiental e para garantir o uso de forma sustentável.

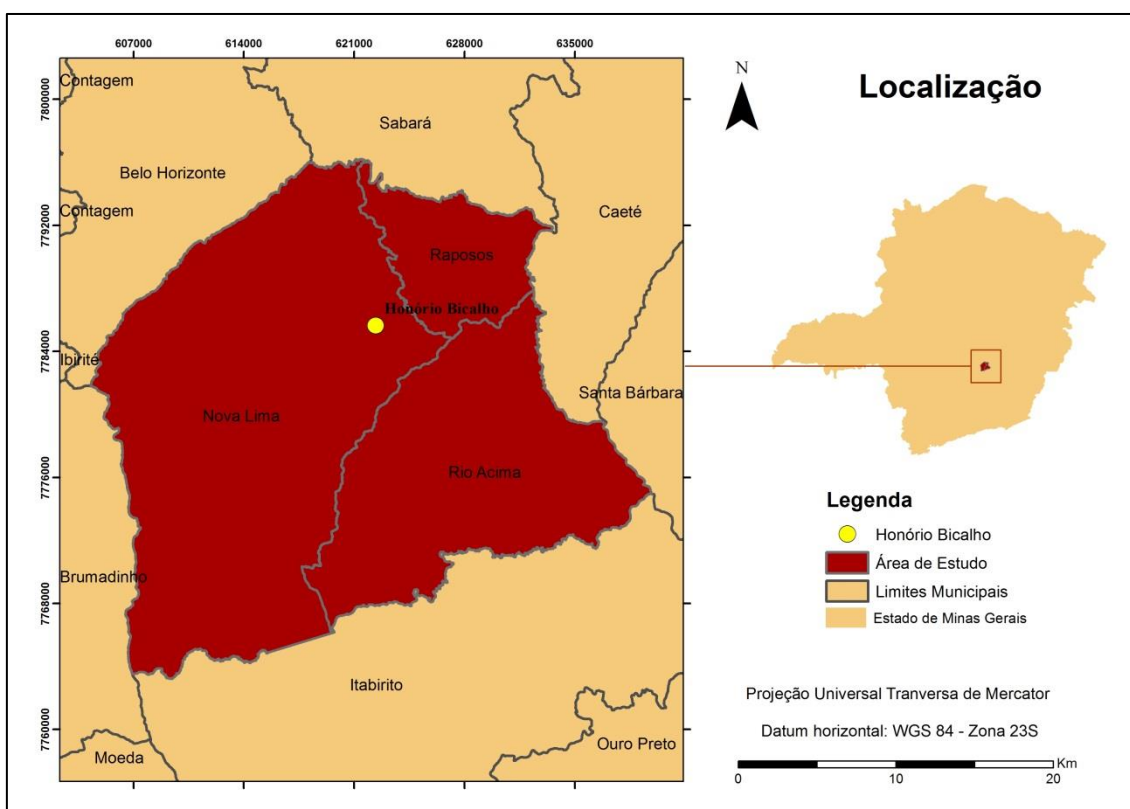
A educação ambiental é estratégia fundamental para que o desenvolvimento do planejamento sustentável do turismo surta efeito e, junto desta pode-se aplicar o crowdsourcing como método para avaliar o turismo que ocorre na região. O

crowdsourcing é o conjunto de informações geográficas voluntárias geradas por usuários comuns, e compartilhadas por meio de mídias sociais. Este, associado ao geoprocessamento, possibilita o processamento das informações em massa e gerar produtos cartográficos que podem auxiliar no estudo e análise dos impactos causados nas trilhas da região de pesquisa.

2. ESTUDO DE CASO

A área definida para desenvolver o estudo foi a região de Honório Bicalho, localizado no município de Nova Lima – MG. O bairro está situado aproximadamente a cinco quilômetros da sede do município, e nele está inserido uma porção das unidades de conservação Parque Nacional Serra do Gandarela e a Área de proteção Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte – APA Sul RMBH, que abrange uma vasta área verde e duas grandes bacias hidrográficas, sendo elas a do Rio São Francisco e a do Rio doce.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo que abrange os municípios de Nova Lima, Raposos e Rio Acima. Neste mapa destaca-se a região de Honório Bicalho que é o objeto de estudo deste trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Honório Bicalho está localizado na rota da Estrada Real, itinerário que interligava Diamantina ao Rio de Janeiro, e possui uma importante estação de

captação e tratamento de água chamada de Sistema Rio das Velhas que abastece parte da RMBH (TAVEIRA, 2017).

Gomes (2016) menciona que o bairro de Honório Bicalho começou a se formar na década de 1740 com a atividade mineral do ouro, e nesta época a mineração era a principal atividade do distrito. Após muitos anos de exploração a mineração aurífera foi enfraquecendo e a atividade sendo mantida com menos intensidade até fim do século XVIII.

No ano de 1881 iniciou-se o Plano Bicalho, projeto este relacionado ao desenvolvimento de uma rede de transporte ferroviário e extensão viária chamada de Estrada de Ferro D.Pedro II, (GOMES, 2016). Este projeto pretendia fazer a construção de uma estrada de ferro para facilitar o transporte por meio da integração de vários municípios. Com isso, a linha férrea foi instalada em Honório Bicalho, permitindo a ligação do distrito a outras localidades.

Segundo Taveira (2017), em 1º de julho de 1890, a ferrovia que era dominada como Estrada de Ferro D.Pedro II foi inaugurada, e passou a se chamar Estrada de Ferro Central do Brasil. Foi criada a estação Honório Bicalho que por cerca de 90 anos foi a principal fonte geradora de renda do distrito. Atualmente, a estação encontra-se demolida e existem apenas os trilhos.

Pelo motivo da estação ser chamada como Honório Bicalho, o povoado passou a ser reconhecido com este nome. Giesbrecht (2011) conta que o nome dado ao distrito é oriundo do engenheiro Honório Bicalho, que em parceria com o engenheiro Francisco Pereira Passos projetou o trecho da Ferrovia D. Pedro II na cidade de Juiz de Fora.

Na década de 1960, houve a desativação do sistema de transporte ferroviário (GOMES, 2016). Desde então a região tornou-se enfraquecida financeiramente e passou a ser totalmente dependente dos recursos econômicos da sede do município de Nova Lima.

Devido ao bairro se enquadrar na história no período do ciclo do ouro do estado de Minas Gerais, possuir um contexto histórico em relação às linhas férreas, ser rota turística da Estrada Real, ter uma paisagem natural fascinante e desfrutar do Rio das Velhas em seu entorno, acredita-se que Honório Bicalho tem grande potencial para o geoecoturismo e a partir desta atividade turística possa contribuir de forma social e econômica com o município.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é dividido em três tópicos e apresenta a fundamentação teórica da pesquisa. Abordará o conceito e as técnicas do Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica que permitirão a compreensão das tecnologias de informação e do processamento de dados espaciais. Posteriormente será abordado o processo de produção de dados cartográficos por meio do GPS Tracking. Por fim apresentará o conceito de crowdsourcing e sua importância na produção de informação geográfica.

3.1 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica

O geoprocessamento constitui-se por um conjunto de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados georreferenciados que são sistematizados por meio de sistemas computacionais capazes de processar informações geográficas. Silva (2009) define o geoprocessamento como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas de computação eletrônica que aliado a dados georreferenciados, propriedades intrínsecas e geotopológicas, geram diagnósticos úteis para embasamento nos processos de tomada de decisão ambiental.

O uso das ferramentas de geoprocessamento agregado ao progresso da informática e da internet encontra-se em constante crescimento, e assim cada vez mais se tem aumentado as aplicações deste recurso geográfico em diversas áreas do conhecimento. Diante disso, Câmara, Davis e Monteiro (2001) descreve o termo Geoprocessamento como “[...] a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o

tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente nas áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional”.

O geoprocessamento utiliza dados geográficos já manipulados, ou seja, dados que foram identificados e organizados de modo que possam gerar informação (SILVA, 2009). Os dados são coletados e tratados por tecnologias tais como: sensoriamento remoto – SR, cartografia digital, levantamentos topográficos, Sistema de Posicionamento Global – GPS, Sistema de Informação Geográfica entre outras, que quando em conjunto torna-se possível espacializar as informações e elaborar mapas, relatórios e tabelas, produzindo um conteúdo que serve de instrumento de análise para tomada de decisão (VEIGA; SILVA, 2004).

O Sistema de Informação Geográfica – GIS é um modelo matemático computacional que possibilita a integração de dados variados e a formação de um banco de dados georreferenciados, proporcionando desse modo a criação de documentos cartográficos (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). Scalco e Andrade (2004) citam que uma das vantagens do SIG é a viabilidade de cruzar os dados alfanuméricos, analisá-los e partir disso, gerar informações que servirão de instrumento de trabalho para gestores e planejadores.

Para Câmara, Davis e Queiroz (2001) existem no mínimo três importantes atributos para se usar um SIG, sendo eles:

- “como ferramenta para produção de mapas;
- como suporte para análise espacial de fenômenos;
- como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.”

A tecnologia SIG apresenta variadas aplicações em diferentes áreas do conhecimento, dentre elas, no planejamento urbano, rede de transportes, saneamento, e ainda destaca-se a aplicabilidade das tecnologias SIG na área ambiental para análise e simulação de impactos, caracterização dos recursos naturais, avaliação de cenários com potencial para atividades turísticas, entre

outros estudos. Visto o uso das ferramentas SIG no âmbito de meio ambiente e turismo, Costa e Silva (2004) menciona que:

“[...] a aplicação do GIS tornou-se uma ferramenta poderosa que, atrelada ao uso de outros softwares de mapeamento, permitem não somente maior rigor e precisão nas análises, mas também a atualização periódica desses dados, num intervalo de tempo cada vez menor, gerando uma dinâmica contínua de monitoramento da área a ser protegida.”

Um dos recursos em termos de equipamentos utilizados com frequência para análises ambientais e no ecoturismo e que utiliza o conceito o GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global), que será abordado com maior detalhe adiante.

3.2 GPS Tracking

Global Positioning System – GPS (Sistema de Posicionamento Global) é um sistema de posicionamento geográfico por satélite habilitado para determinar as coordenadas geográficas de diferentes áreas da superfície da Terra desde que obtenham dados de no mínimo quatro satélites GPS sob o horizonte do observador (ELMIRO, 2017).

O GPS é uma das tecnologias mais significativas dos últimos tempos para a cartografia. Tal sistema pode ser usado para diversas finalidades que vão desde a aplicação em estudos científicos, aviação, navegação, mapeamentos, topografia, agricultura, monitoramento de veículos até recreação entre outras funcionalidades.

Com o crescente desenvolvimento tecnológico na rede de telefonia, os aparelhos celulares foram habilitados para coletar dados geográficos, além de permitirem o acesso à internet. Estes aparelhos podem ser chamados de Smartphone GPS Tracking – SGT, pois geram dados geográficos e possibilitam a interação rápida entre o usuário e a web, instigando assim a informação geográfica voluntária (KORPILO; VIRTANENA; LEHVÄVIRTA, 2016).

A.Longley et al. (2013) retrata sobre o do desenvolvimento de softwares portáteis e o uso de smarthphones como SIGs.

Apesar do tamanho e compacto, esses equipamentos podem lidar com quantidades relativamente grande de dados (8Gb ou mais) e com aplicações de softwares surpreendente sofisticados. Os sistemas operam em um sistema misto conectado/desconectado e, assim podem usar ativamente os dados e softwares hospedados em um servidor.

Os receptores de GPS são instrumentos essenciais para os usuários de trilhas autoguiadas e também para planejadores e gestores do turismo ambiental. Desse modo, o Smartphone GPS Tracking tem sido frequentemente usado na recreação para pesquisar padrões de movimento humano em áreas de conservação ambiental, visto que, pode-se coletar informações espaciais precisas para mapear trilhas e caminhos criados por visitantes que mudam constantemente no intervalo de tempo e espaço (KORPILO; VIRTANENA; LEHVÄVIRTA, 2016).

Korpilo, Virtanena e Lehvävirta (2016) relatam que a metodologia do Smartphone GPS Tracking usado em trilhas é viável para os planejadores e gestores urbanos, pois este modelo é habilitado para agrupar informações válidas, atualizadas e de baixo custo, além de propiciar uma melhor compreensão da distribuição espacial e da intensidade do movimento recreativo.

3.3 Crowdsourcing

O crowdsourcing é um conjunto de informações geográficas produzidas e compartilhadas por usuários da web de forma voluntária. Os dados geográficos quando dispostos em redes de mídias sociais, tornam-se geoinformação, podendo ser aplicado em diversos estudos. Goodchild (2007) denominou este conjunto de informações geográficas em massa como *Volunteered Geographic Information - VGI*.

Os usuários são cidadãos comuns que não possuem conhecimento científico de dados geográficos, mas dispõem de um sistema de redes de web, no qual contribuem para a propagação de informações, e assim possibilitam a construção de um banco de dados de informações geográficas (BORGES; JANKOWSKI; DAVIS JUNIOR, 2016).

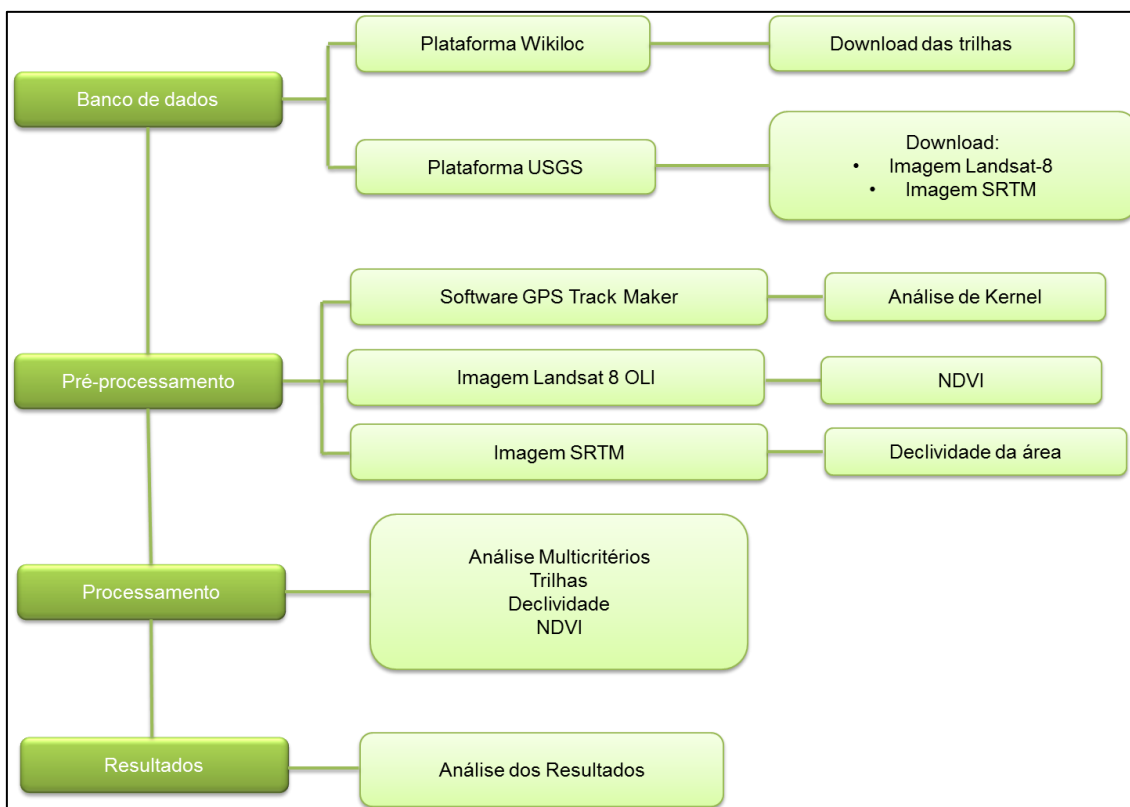
Goodchild (2017) emprega o termo “Citizens as sensors”, para explicar que as pessoas atuam como sensores na paisagem geográfica, uma vez que os seres humanos detêm de um sistema sensorial composto por cinco sentidos que aliado aos sensores móveis (smartphones) conseguem assimilar e processar as informações obtidas. Desta maneira é possível difundir o conhecimento e formar o VGI.

A infraestrutura de dados espaciais ao longo de várias décadas era elaborada somente por profissionais qualificados que trabalhavam em Agências Nacionais de Mapeamento onde produziam e disponibilizavam os dados para os usuários, ou seja, os governos nacionais eram os principais fornecedores de informações geográficas (Goodchild, Fu e Rich, 2007). No entanto, este processo de produção de dados necessita sempre ser atualizado e sendo dessa maneira, de custo elevado, pois necessita de investimento em tecnologias para melhorias no processo de desenvolvimento da informação. Com o progresso da web 2.0 e da inovação tecnológica pode-se buscar um novo modelo para produzir dados geográficos. Os usuários da internet fornecem informações voluntárias relacionadas a nomes de lugares, ruas, trilhas, entre outras, com as indicações das características geográficas que colaboram para fomentar e atualizar as bases de dados (Goodchild, 2017).

4. METODOLOGIA

A metodologia usada para a análise do uso público das trilhas de Honório Bicalho baseia-se em quatro fases, sendo elas: composição do banco de dados, pré-processamento, processamento e resultados.

Figura 2: Organograma da metodologia da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

4.1 Dados cartográficos

Um site e aplicativo muito usado pelos usuários que praticam atividades na natureza, tais como corrida, caminhada, mountain-bike, voo, mergulho e até mesmo trilhas ecológicas é a plataforma Wikiloc.

No dia 07 de abril de 2006 o Jordi Ramot começou a idealizar o projeto de criar mapas e perfis por meio de dados geográficos disponibilizados de maneira voluntária para arquivar e compartilhar trilhas de maneira gratuita (WIKILOC, 2016).

Em 2008 foi fundado o site, e firmou-se acordo com o Google Earth. A construção da plataforma teve como base os softwares GNU / Linux, dados Postgre SQL, PostGIS, biblioteca de geometria GEOS, biblioteca de reprojeção Proj4, software Apache e hibernar (WIKILOC, 2016).

O site fez 11 anos em 2017 e já possui mais de 6.500.000 de trilhas de vários lugares do mundo com fotos e vídeos que são compartilhados por membros da comunidade. A página Wikiloc é muito usada em diversos países para busca de informações sobre trilhas, no entanto, no Brasil ainda é pouco conhecido (WIKILOC, 2016).

No Wikiloc os usuários podem fazer o upload e compartilhar suas trilhas por meio do GPS do smartphone, e também verificar as diversas atividades das trilhas já realizadas por outros usuários. As informações geográficas disponibilizadas são agregadas e sobrepostas aos softwares Open Street Map, USGS Imagery Topo Mapa, Open Cycle Map e Google Earth.

Em vista deste sistema de mapeamento colaborativo para mapeamento de trilhas, os dados cartográficos usados para esta pesquisa foram adquiridos através do website Wikiloc.

Ao acessar o website Wikiloc é necessário realizar um cadastro de usuário para obter acesso a todas as trilhas compartilhadas. Após o cadastro, todas as trilhas foram disponibilizadas no campo de busca “*Descubra Novas Trilhas*”, onde foi inserido o nome da região de estudo “*Honório Bicalho, Nova Lima – MG*”. A partir deste procedimento, as trilhas desta localidade cadastradas no site foram disponibilizadas, totalizando 749 trilhas compartilhadas da região pesquisada.

Figura 3: Total de trilhas da região de Honório Bicalho disponibilizadas no site wikiloc.



Fonte: (WIKILOC, 2016).

Devido ao grande número nos resultados de busca para esta pesquisa, as trilhas foram selecionadas por nível de relevância e separadas pelas seguintes categorias/atividades: mountain-bike, trekking, ciclismo, corrida, corrida em montanha, cicloturismo, caminhada, motociclismo e off road.

Dentre as 749 trilhas disponíveis na plataforma wikiloc da região de Honório Bicalho, constatou-se a seguinte quantidade de download de cada modalidade:

- 22 trilhas de mountain-bike;
- 03 trilhas de trekking;
- 02 trilhas de ciclismo;
- 01 trilha de corrida;
- 02 trilhas de corrida em montanha;
- 01 trilha de cicloturismo;
- 18 trilhas de caminhada;
- 02 trilhas de motociclismo e
- 02 trilhas de off road.

Os dados das trilhas foram obtidos ao baixar via internet, sendo estas categorizadas no formato original, GPS Exchange Format - GPX e com detalhes dos mapas, tais como: primeira e segunda montanha, travessia de rio, túnel e etc. Os arquivos na extensão *.gpx possuem relatório de altura

acumulada em subida e descida, elevação máxima e mínima, extensão e se a trilha termina ou não no ponto de partida.

Na plataforma Earth Explorer da United States Geological Service – USGS foi necessário baixar a imagem Landsat 8 para desenvolver o índice de vegetação, e também a imagem Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM para trabalhar com a declividade do terreno da área estudada.

O Landsat 8 (*Landsat Data Continuity Mission*) é um satélite de observação da Terra que foi lançado em órbita em fevereiro de 2013. O download das imagens são gratuitos, com resolução de 30 metros, sensor radiométrico Operational Land Imager – OLI de 16 bits, formato GeoTIFF, projeção UTM e datum WGS 84 (*World Geodetic System 1984*) Zone Sul. Portanto é necessário efetuar a reprojeção para WGS 84 Zone Norte. Vale ressaltar que ao escolher a imagem foi observado o índice de cobertura de nuvens na região de estudo.

Os dados matriciais usados para verificar a variável declividade da área foram obtidos do radar topográfico SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), lançado em agosto de 2008. A emissão deste radar teve como objetivo capturar um Modelo Digital de Elevação – MDE da Terra. O arquivo adquirido possui resolução 90 metros, sistema de coordenadas WGS-84 e formato GeoTIFF.

4.2 Pré-processamento

4.2.1 Análise de Kernel

As informações dos dados cartográficos das trilhas anteriormente obtidas foram transferidas para o programa GPS Track Maker para mudança no formato de extensão, sendo para tanto convertidos do formato GPX e exportados para KML (*Keyhole Markup Language*), de modo a se tornar possível a utilização em um SIG. Neste software as diversas trilhas baixadas do site foram unidas para fazer o agrupamento por categoria/atividade.

No programa ArcGis 10.3, foi preciso executar a ferramenta *KML to Layer* e também reprojetar os dados que estavam no datum SAD-69 (*South American 1969*) para o datum WGS 84. Feito isso, as trilhas foram padronizadas e divididas em três categorias, sendo elas:

- Mountain-bike (ciclismo, cicloturismo e mountain-bike),
- Trekking (caminhada, trekking, corrida e corrida de montanha) e
- Veículos motorizados (off-road e motociclismo).

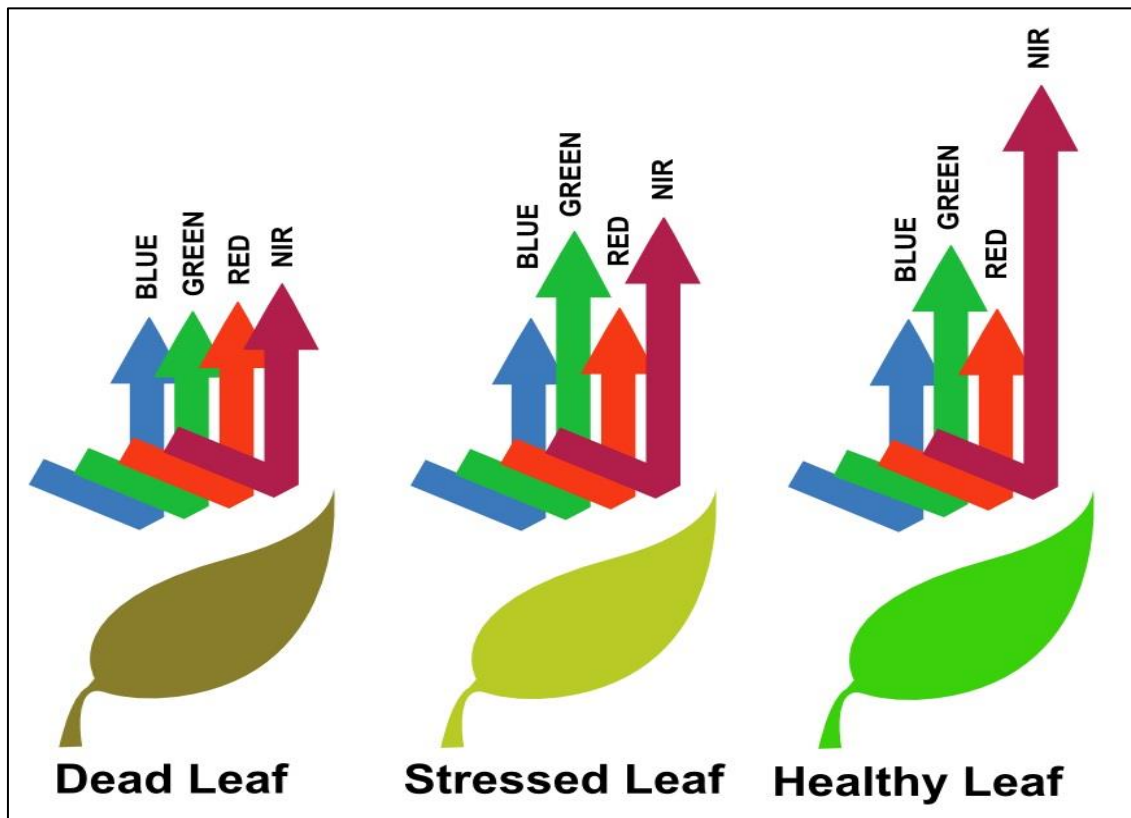
Com a definição das categorias realizou-se a análise de Kernel para avaliar o potencial impacto do uso público das trilhas, e aplicou-se a ferramenta *Kernel Density*.

A classificação foi definida por meio do método natural breaks com ponderação de três classes, variando de baixo, médio e alta densidade de impacto. O raio de influência do impacto denominado para cada categoria foi de 60 metros para trekking, 120 metros para mountain-bike e 240 metros para veículos motorizados. Os valores dos raios de busca de cada categoria foram estipulados conforme a área de impacto de cada atividade, levando em consideração os dados originais da imagem STRM, disponível com *pixels* de 30 metros.

1.1.1 Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - NDVI

Para identificar a cobertura vegetal da região de estudo, o software usado para a análise do índice vegetativo foi o ArcGis para averiguar a situação da vegetação natural. O índice definido foi o *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI. Segundo Boratto e Gomide (2013), o NDVI analisa o índice de vegetação na região do visível do espectro magnético, dado que na banda vermelho há maior absorção de energia solar devido à intensidade de clorofila nas folhas, e na banda infravermelho próximo a absorção de energia é baixa, logo a reflectância é alta. A Figura 4 representa este princípio de reflectância nas bandas vermelho e infravermelho próximo na vegetação.

Figura 4: A figura representa a absorção da luz infravermelha próxima (NIR) das folhas mortas, estressadas e saudáveis, onde indica que as folhas saudáveis refletem uma maior quantidade de luz infravermelha próxima.



Fonte: (ALTAVIAM, 2017).

A imagem Landsat 8 adquirida foi reprojetada para o sistema UTM, datum WGS-84 recortada de acordo o limite delimitado da área de estudo.

Para seleção das bandas, teve-se como orientação a Tabela 1 que apresenta as características espectrais do Landsat-8.

Na aba Propriedades do Raster, a ordem das bandas foi modificada para a composição *False Color* que é integrada pelas bandas 5, 4, 3 sendo respectivamente o infravermelho próximo, vermelho e verde. A escolha da composição *False Color* deu-se, tendo em vista que a vegetação tem maior refletância de luz no infravermelho próximo, sendo assim, nesta composição, a vegetação destaca-se em tons de vermelho.

Tabela 1: Características espectrais das bandas do Landsat 8 dos sensores de imagem OLI e TIRS.

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) e Sensor de infravermelho térmico (TIRS)		
Bandas	Comprimento (micrometros)	Resolução (metros)
Banda 1 - Ultra Azul (litoral / aerossol)	0,435 - 0,451	30
Banda 2 - Azul	0,452 - 0,512	30
Banda 3 - Verde	0,533 - 0,590	30
Banda 4 - Vermelho	0,636 - 0,673	30
Banda 5 - Near Infrared (NIR)	0,851 - 0,879	30
Banda 6 - infravermelho de ondas curtas (SWIR) 1	1.566 - 1.651	30
Banda 7 - infravermelho de ondas curtas (SWIR) 2	2.107 - 2.294	30
Banda 8 - Panchromatic	0.503 - 0.676	15
Banda 9 - Cirrus	1.363 - 1.384	30
Banda 10 - Infravermelho térmico (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
Banda 11 - Infravermelho térmico (TIRS) 2	11,50 - 12,51	100 * (30)

Fonte: (USGS, 2017).

Com a ferramenta *Image Analysis Windows*, pode-se criar um camada temporária com o índice de vegetação de diferenças normalizadas (NDVI). Feito isso, este arquivo temporário foi salvo como raster definitivo. Desta forma, o arquivo raster foi classificado através do método natural breaks dividido em três classes: baixo, alto e médio índice vegetativo.

A fim de se realizar a análise geográfica necessitou-se do uso da ferramenta *Raster Calculator*, onde foi inserida a fórmula de cálculo do NDVI.

Fórmula de cálculo do NDVI:

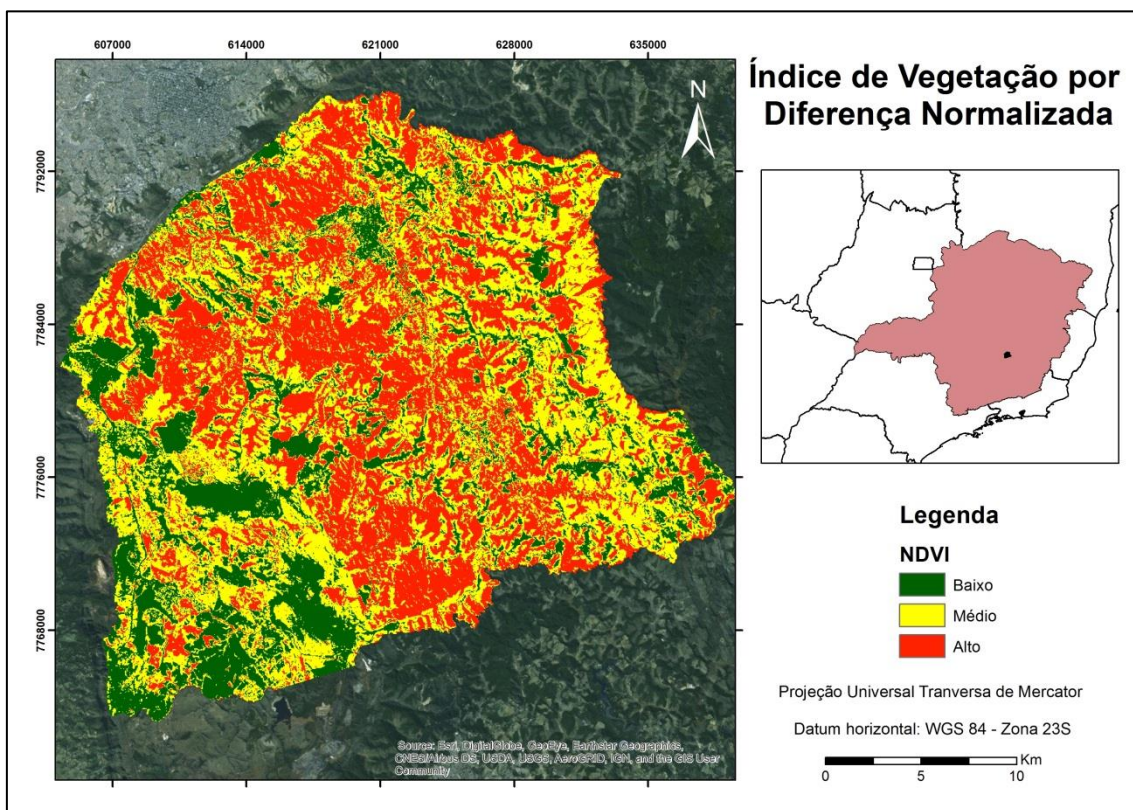
$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

Onde:

NIR: valor da reflectância na banda infravermelho próximo (banda 5).

Red: valor da reflectância na banda vermelho (banda 4).

Figura 5: Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

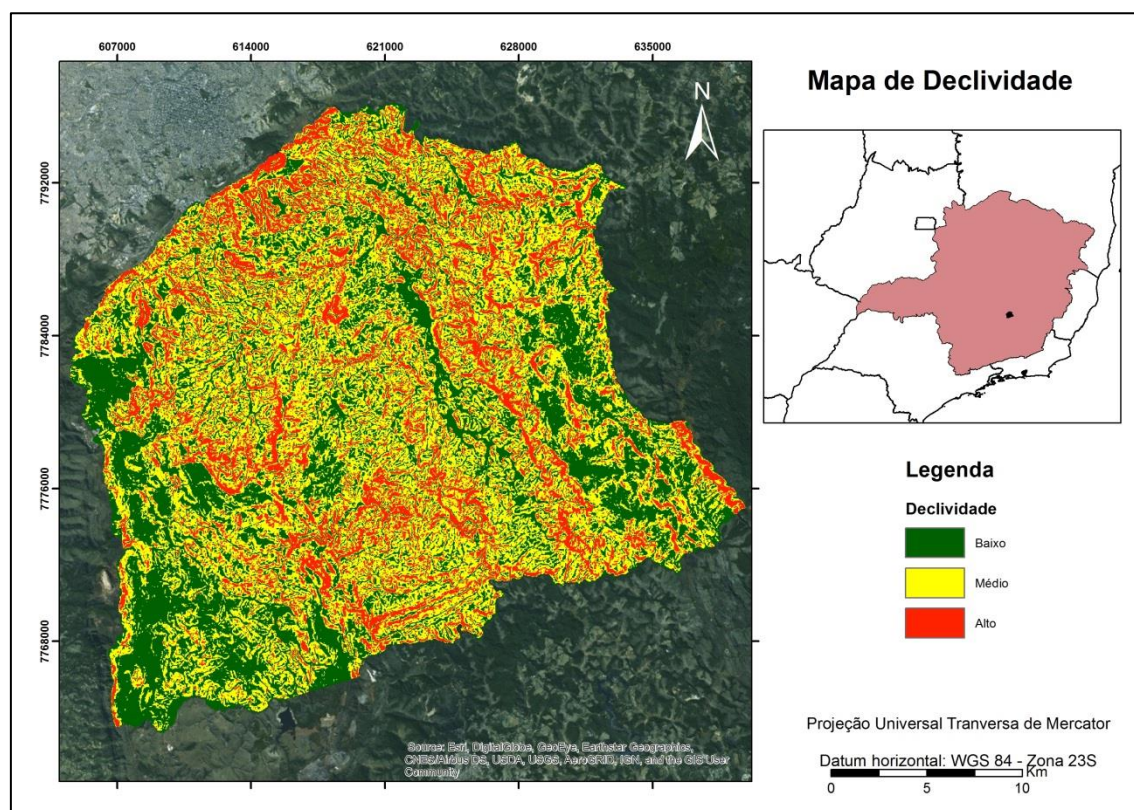
4.2.2 Declividade

Para elaboração do mapa de declividade foi usado o recurso *Slope* que encontra-se no pacote de ferramentas do *ArcToolbox*, *Spatial Analyst Tools*, *surface*, *Slope* do software ArcGis 10.3. Neste recurso apresentam-se as

etapas: *Input raster* (arquivo de entrada), *Output raster* (arquivo de saída), *Output measurement* (escolha do modo de cálculo da declividade, podendo ser em graus ou porcentagem) e o *Fator Z* (fator de escala para conversão de valores de elevação). O arquivo raster SRTM da área de estudo foi reprojetoado para projeção UTM, datum WGS 84 e o resultado da declividade foram calculados em porcentagem.

A classificação da declividade foi determinada pelo método natural breaks com distribuição de três classes denominadas como baixo, médio e alto índice de declividade, conforme a Figura 6.

Figura 6: Mapa de declividade.



4.3 Processamento

4.3.1 Análise Multicritérios

O método de análise multicritérios tem sido um recurso bastante utilizado, pois tal técnica é baseada na organização e combinação das variáveis ou critérios que quando correlacionadas geram resultados que auxiliam no processo de tomadas de decisão. Moura (2007) informa que a análise multicritérios é um procedimento metodológico de associação de variáveis aprovado no campo de análises espaciais e que também é vista como Árvore de Decisão ou Análise Hierárquica de Pesos.

Segundo Moura (2007), a ponderação das variáveis pode ser estabelecida pela combinação *Knowledge Driven Evolution*, processo que leva em consideração de especialistas ou pelo *Data-Driven Evaluation* que está relacionado ao conhecimento prévio de situações semelhantes, ou seja, o comportamento dos dados.

Neste estudo, a análise adotada das variáveis para obtenção dos pesos e das notas foi à metodologia *Knowledge Driven Evolution*. Para Moura et al. (2010), este método tem como objetivo adquirir através da experiência de especialista do assunto, a sugestão das variáveis de interesse, bem como o comportamento das variáveis.

Zyngier (2012) explica que a atribuição de notas para as variáveis é definida conforme o grau de importância relativa de cada variável em correspondência com o objetivo definido. Nesta pesquisa, decidiu-se usar uma classificação qualitativa das variáveis. Atribuiu-se um valor de 0 (zero) a 3 (três) para cada elemento em função do objetivo da análise, sendo a classe zero insignificante.

Ao selecionar as variáveis para a análise multicritérios, levou-se em consideração as categorias das trilhas e a relação destas com as variáveis ambientais, cujo critério foi demonstrar o impacto causado pelo uso público das

trilhas. As variáveis selecionadas foram: trekking, mountain-bike, veículos motorizados, declividade e NDVI.

Os pesos apontam a significância relativa de cada variável para a análise proposta (ZYNGIER, 2012), e levando em consideração esta significância foi decidido fazer o processo por meio do método *Analytic Hierarchy Process* - AHP, considerando o fato de que tal método também atende não só dados quantitativos, mas também dados qualitativos. Moura (2007) diz que [...] o emprego da média ponderada cria um espaço classificatório, ordinal, que pode ser também entendido como uma escala de intervalo. Esse processo pode ser também utilizado em escala nominal, desde que os eventos sejam hierarquizados segundo algum critério de valor.

O método de multicritério AHP foi inventado pelo matemático Thomas Lorie Saaty em 1980, e tem como princípio trabalhar com um sistema hierárquico baseada no processo de tomada de decisão por meio da comparação de pares. Zambon et al. (2005), cita que esta técnica fundamenta-se numa matriz quadrada $n \times n$, no qual as colunas e linhas representam “n” critérios que serão avaliados para o objetivo do estudo.

Para aplicação deste método neste estudo, usou-se o programa ArcGis10.3. Primeiramente foi necessário fazer o download da extensão AHP. No site ArcGis.com, no campo de pesquisa da página digitou-se o termo “*Analytic Hierarchy Process*” e no carregamento da pesquisa apareceu o link para download da ferramenta e fez-se o download da extensão “extAhp 2.0”. O arquivo baixado estava compactado, e veio com software do arquivo a ser instalado juntamente com um manual de informações técnicas de instalação.

Após a instalação foi necessário seguir algumas etapas para executar a ferramenta no ArcGis 10.3. No menu *Customize > Customize > Mode > Commands Tab*, apareceu na caixa de listagem o ícone AHP. Ao selecionar no ícone, o mesmo foi movido (arrastado com o botão direito do mouse

pressionado) até a barra de superior do ArcGis. Nesta barra, a ferramenta fica disponível para uso.

Feito todo procedimento acima deu-se início ao processo de análise por meio do método AHP. Na ferramenta AHP, inseriu-se as 5 variáveis organizadas de forma hierárquica, seguindo a seguinte sequência: NDVI, declividade, veículos motorizados, mountain-bike e trekking. Após a hierarquização o próximo passo foi montar a matriz, indicando o grau de importância entre as variáveis, atribuindo valores de 1 a 9. Esses valores referem-se à escala proposta por Thomas Saaty conforme a Tabela 2 abaixo. Os valores definidos devem ser comparados seguindo o padrão de sentido linha contra coluna, e os valores de transposição são definidos de forma automática.

Tabela 2: Tabela de comparação de critérios estabelecidos pelo matemático Thomas Saaty.

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo.
3	Pouco mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro.
5	Muito mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro.
7	Bastante mais importante	A análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo.
9	Extremamente mais importante	Sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários e valores recíprocos dos anteriores	Também podem ser utilizados.

Fonte: (ZAMBON et al., 2005)

Realizado o preenchimento de valores é necessário clicar em *compute* para o processamento e obter os pesos das variáveis. Na Tabela 3, constam os pesos resultantes processo.

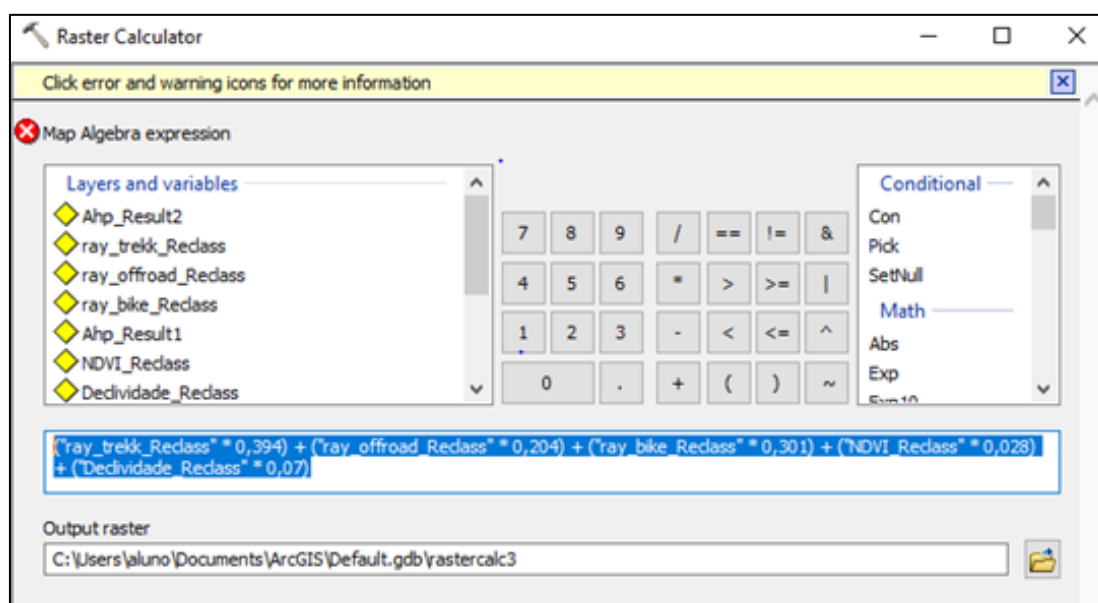
Tabela 3: Pesos resultantes do processo do método AHP.

Variável	Resultado AHP
NDVI	2,871
Declividade	7,052
Veículos motorizados	20,473
Mountain-bike	30,138
Trekking	39,466

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A composição das variáveis combinadas na análise multicritérios dá-se através do processamento de álgebra de mapas que consiste na união de dados estruturados em configuração de matriz. Desta maneira, os valores resultantes podem ser analisados espacialmente. Portanto, posteriormente ao processamento AHP, utilizou-se a ferramenta de álgebra de mapas *Raster Calculator* existente no ArcGis 10.3. A ferramenta permite a criação e execução de expressões de álgebra de mapas, conforme pode ser visto na Figura 7, os valores resultantes do processo AHP fazem parte da expressão.

Figura 7: Apresentação da expressão utilizada na ferramenta *Raster Calculator* com os valores resultantes do método AHP



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa são apresentados os mapas de declividade de cada categoria de trilha e o mapa de uso público das trilhas da região de Honório Bicalho que é resultado da análise multicritérios.

5.1 Mapa de densidade das trilhas

Foram gerados mapas de densidade do uso das trilhas das categorias trekking, mountain-bike e veículos motorizados. O resultado de cada categoria possibilitou uma análise individual e também contextualizada das atividades geocoturísticas.

5.1.1 Mapa de densidade do Trekking.

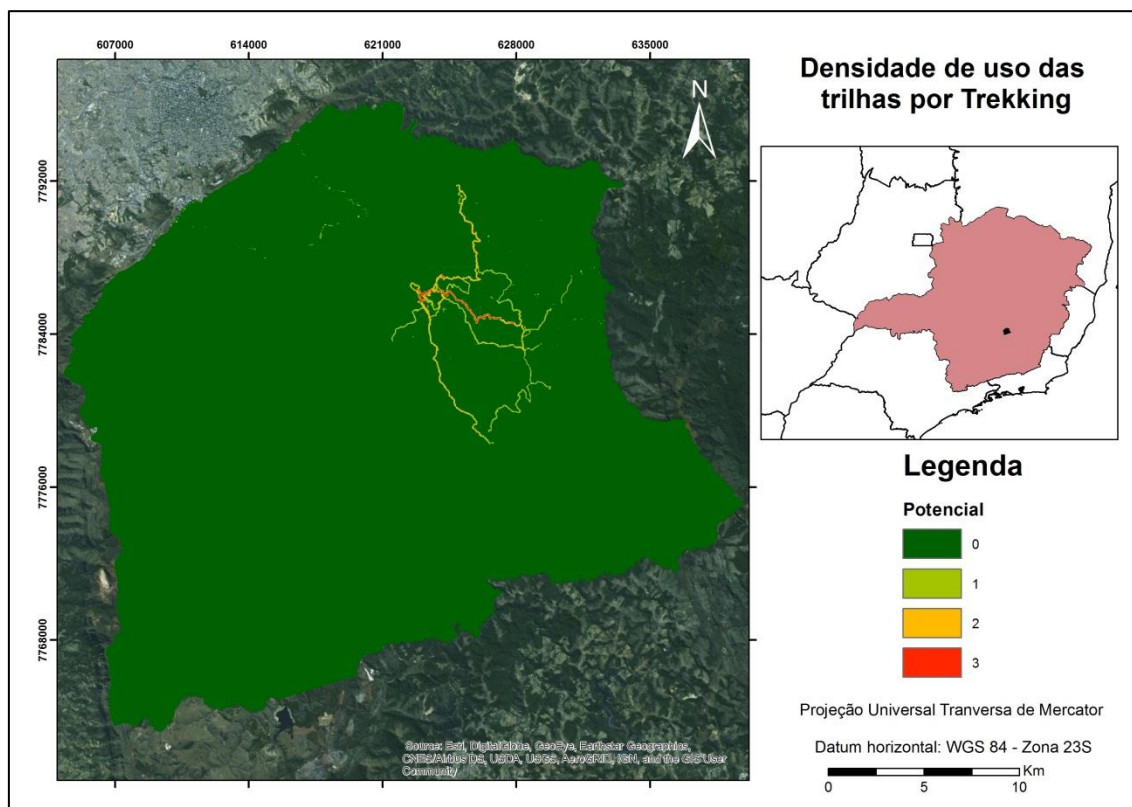
O trekking é uma atividade física em que há mais contato entre o indivíduo e a natureza por se tratar de uma modalidade de caminhada em trechos curtos ou longos, onde possibilita maior interação do indivíduo com a biodiversidade.

As trilhas desta categoria trazem como impacto negativo o despejo de lixos nas rotas, pisoteio das trilhas que ocasiona exposição de raízes, compactação do solo ocasionando a alteração da porosidade e aumentando a suscetibilidade do solo, maiores ocorrências de queimadas entre outros fatores de degradação que influenciam na alteração da paisagem.

A Figura 8 mostra o mapa de densidade de uso do trekking, no qual podemos verificar que existe uma maior concentração de uso das trilhas dentro de Honório Bicalho e nas proximidades do bairro. Esta maior ocorrência de pode dizer que se deve pelo motivo das trilhas serem mais curtas e conseqüentemente são realizadas com um intervalo de tempo menor, logo pressupõe-se que este fato está associado ao uso por caráter recreativo e/ou educativo.

Identifica-se que as trilhas de baixa (1) e média (2) densidade de uso são trilhas com maiores trajetos. Assim presume-se que o trekking para distâncias longas ou travessias indica um menor uso, que pode estar atrelado ao fato do nível de dificuldade das trilhas que está associado à declividade, distância e até mesmo preparação física do indivíduo para realizar trilhas distantes e intensas.

Figura 8: Mapa de densidade de uso das trilhas da categoria trekking.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

5.1.2 Mapa de densidade do Mountain-bike

O mountain-bike se enquadra como um tipo de esporte de natureza e aventura bastante praticado em estradas de terra, trilhas em montanha e em lugares que possuem percurso acidentados, irregulares e com obstáculos.

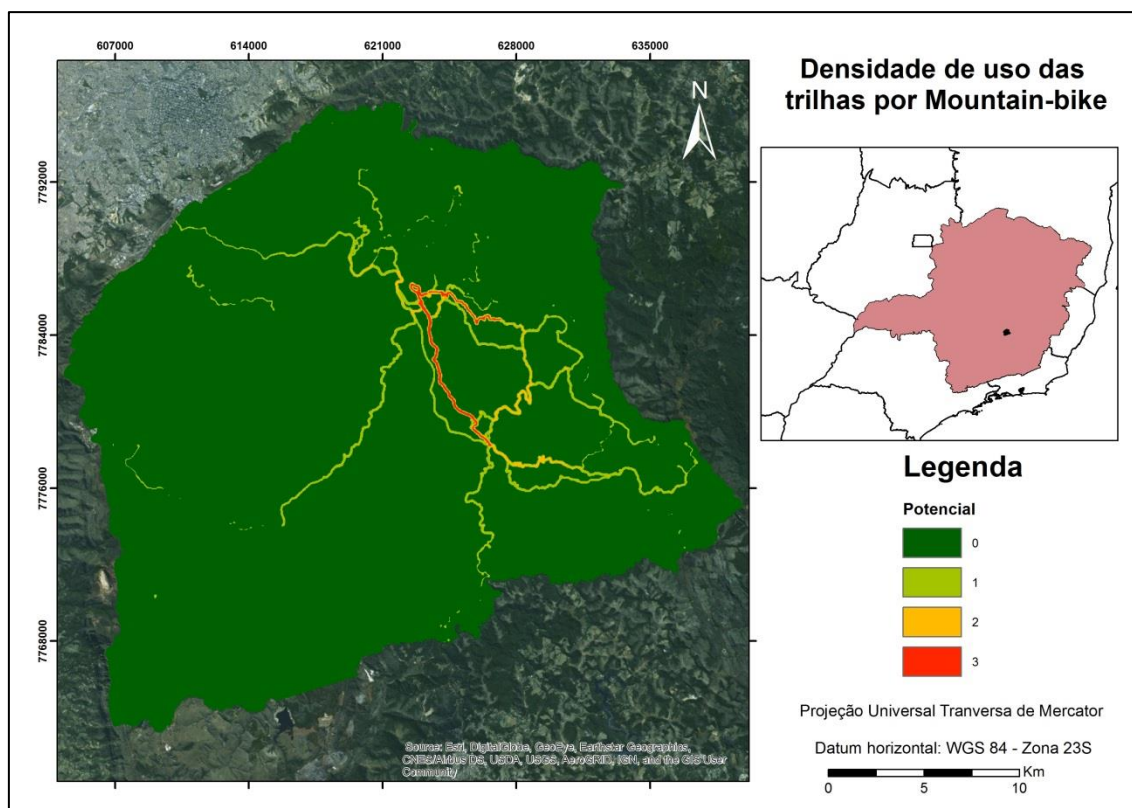
O Mountain-bike por ser também um esporte profissional, está subdividido em modalidades, sendo que de forma geral todas as modalidades geram impactos ambientais, tais como compactação do solo, remoção da cobertura vegetal,

perturbação na fauna e na flora, dentre outros efeitos causadores de degradação.

Pelo mapa apresentado na Figura 9, observa-se que o uso de trilhas da categoria mountain-bike é exercido com mais intensidade e frequência. Pode-se dizer que as altas densidades das trilhas possuem a mesma rota de início e fim (ida e volta). As concentrações de baixa e média densidade nos apresentam um resultado de dispersão das rotas, ou seja, as trilhas não são finalizadas no mesmo trajeto do ponto de partida e sim em outras localidades.

Este grande fluxo de trilhas de mountain-bike, possivelmente está relacionado ao fato de Honório Bicalho possuir um Centro de Atendimento ao Ciclista – CAC, onde concedem um apoio ao ciclista e frequentemente organizam eventos de ciclismo na região.

Figura 9: Mapa de densidade de uso das trilhas da categoria mountain-bike.



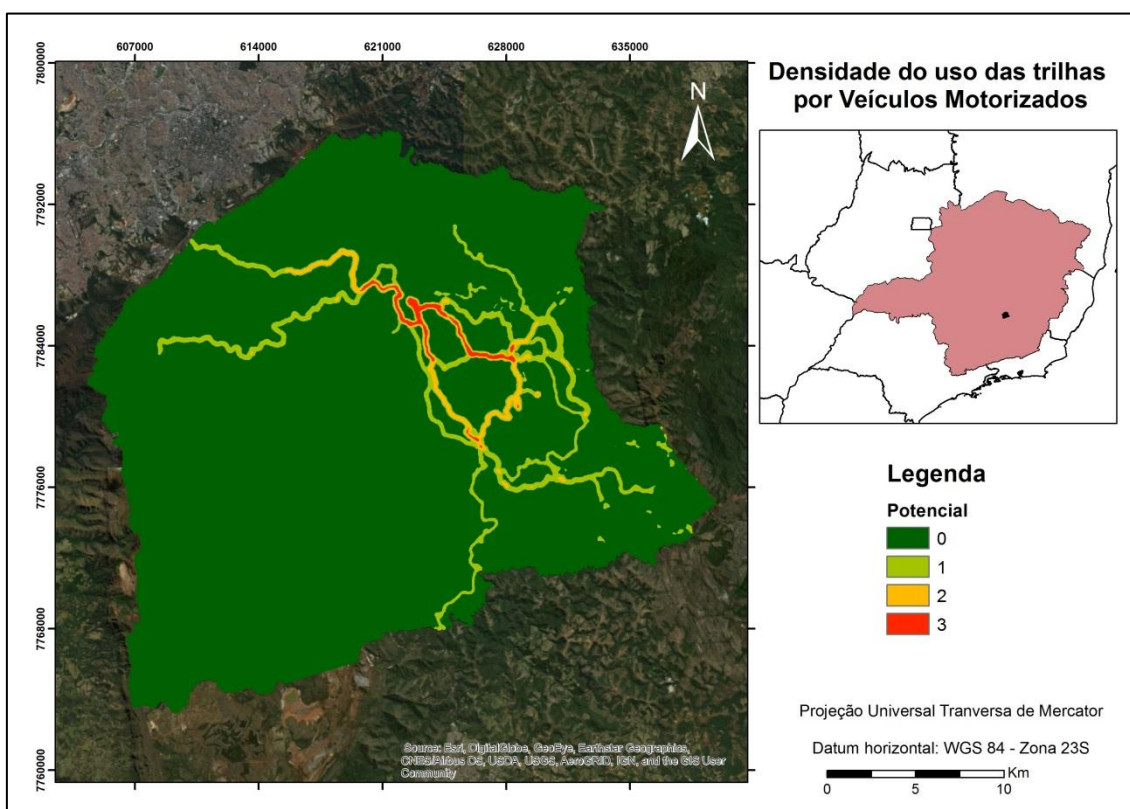
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

5.1.3 Mapa de densidade dos Veículos Motorizados

Trilhas com veículos motorizados, comumente chamados de off road também se enquadram em uma modalidade esportiva. Os apreciadores desta modalidade buscam realizar as trilhas na natureza e em locais que apresentam obstáculos em meios naturais, deixando o passeio mais atrativo, além de proporcionar sensações e emoções tornando o esporte mais radical.

Esta categoria é uma das que mais causam degradação ambiental pelo fato de serem feitos com veículos com motor e pesados. Além da deterioração da paisagem com a remoção da cobertura vegetal, esta atividade libera gases poluentes provenientes da combustão dos veículos ocasionando alteração da qualidade do ar, ruído que interfere no equilíbrio da fauna, aumento da suscetibilidade de erosão e conseqüentemente intensificando o processo de voçorocas e influenciando de forma direta no assoreamento dos rios, e também a compactação do solo e contaminação do mesmo por escapamento de óleo.

Figura 10: Mapa de densidade de uso das trilhas da categoria veículos motorizados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

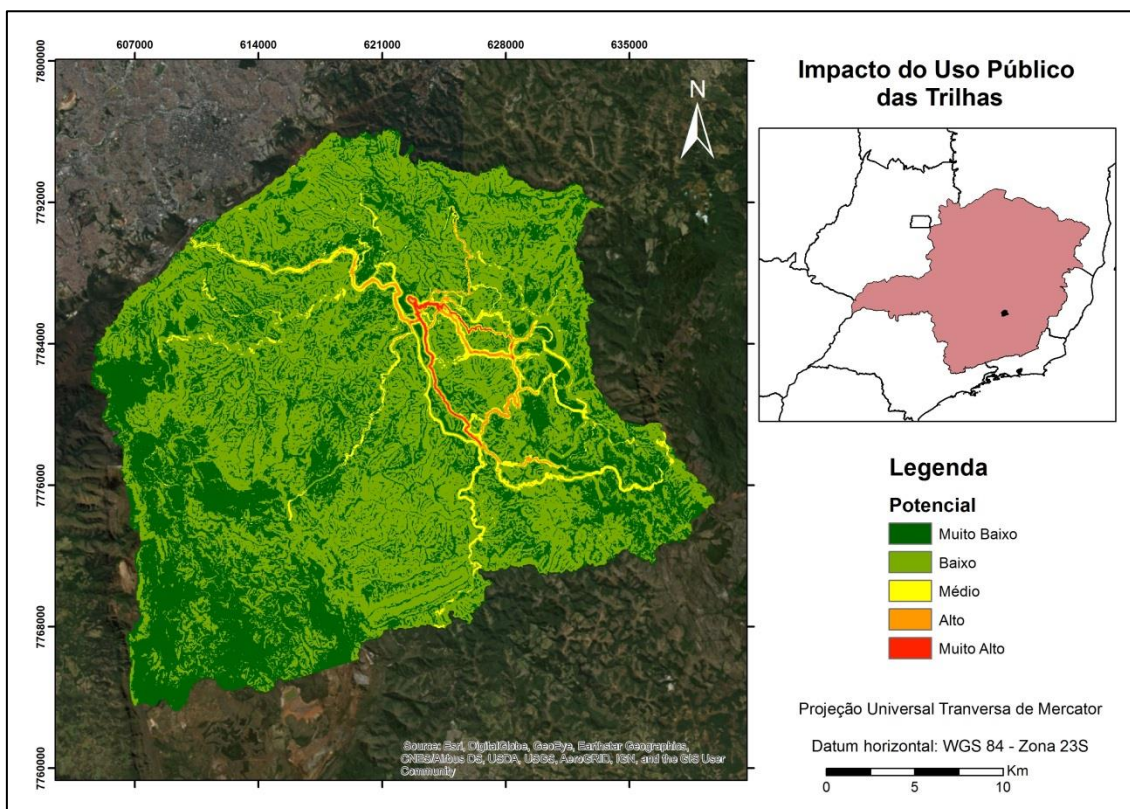
No mapa apresentado na Figura 10 observa-se que a concentração de alto uso das trilhas está concentrada nas imediações do bairro. E por se tratar de uma atividade com veículos motorizados, os usuários percorrem distâncias maiores, vista disso, nota-se no mapa uma ampla densidade média de uso de veículos motorizados em regiões mais distantes do bairro Honório Bicalho.

5.2 Mapa Impacto do Uso Público das Trilhas

O mapa de impacto do uso das trilhas apresenta como variáveis o índice de vegetação por diferença normalizada, declividade e as categorias de trilhas (trekking, mountain-bike e veículos motorizados) processados na análise multicritérios realizada conforme o método AHP.

Por meio dos pesos das variáveis indicados pelo método AHP e processamento dos dados, gerou-se o mapa apresentado na Figura 11 que mostra o impacto de uso público nas trilhas na área de estudo.

Figura 11: Mapa de Impacto do Uso Público.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Através deste mapa é possível verificar que as áreas classificadas como muito baixo e baixo potencial não possuem forte uso das trilhas, ou seja, significa que há uma extensa área com nível de fragilidade baixo. Então pode-se dizer que não se tem grandes impactos decorrente do uso das trilhas e que estas são zonas que apresentam boa condição ambiental.

As áreas com potencial de médio e alto uso público estão mais distribuídas pela área total do território estudado, dado que o médio potencial está localizado nas regiões mais afastadas e o alto potencial está mais próximo à região de Honório Bicalho. A classe de muito alto potencial de impacto é onde possui maior frequência do uso das três categorias de trilhas, dando destaque a categoria trekking e mountain-bike.

Pode-se dizer que, as áreas apresentadas com classes entre médio, alto e muito alto potencial de uso público, mostram uma fragilidade ambiental maior por serem áreas com maiores declividades e com vasto índice vegetativo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O turismo ecológico e geológico são apontados como atividades sustentáveis que contribuem para a conservação da biodiversidade, promovem um melhor bem-estar para os visitantes e ainda possuem extrema relevância do processo de educação ambiental frente a percepção dos visitantes sobre a conservação do patrimônio natural, cultural e geológico.

As atividades do turismo geoecológico tem se tornado cada vez mais presente na sociedade. As pessoas tem buscado um contato maior com a natureza a fim de se ter uma melhor qualidade de vida e por ser também uma forma de lazer. Na região da área de estudo o turismo geoecológico é bastante frequente, visto que dados do wikiloc apontam 749 trilhas de diversas modalidades feitas por usuários apreciadores de atividades ao ar livre.

O banco de dados das trilhas para este estudo foi elaborado através de informações geográficas voluntárias de mídias sociais, conhecido como crowdsourcing. No site wikiloc pode-se fazer download de diversas trilhas que disponibilizadas por pessoas comuns, e a partir disso as trilhas foram sendo manipuladas e processadas até serem categorizadas como os seguintes grupos: trekking, mountain-bike e veículos motorizados. Desta forma foi possível trabalhar com os dados e assim produzir os mapas resultantes do método utilizado.

Os resultados obtidos do mapa de impacto do uso público das trilhas foram decorrentes do método AHP utilizado para a análise multicritérios.

O mapa de Impacto de Uso Público das Trilhas gerado pela análise multicritérios apresentou um resultado no qual demonstra que o uso das trilhas está mais concentrado em áreas que possuem uma variância entre médio, alto e muito alto uso público das trilhas. Tais áreas estão situadas em localidades consideradas com maior fragilidade ambiental, isto é, essas áreas possuem maior vulnerabilidade natural que no caso está associado à declividade e cobertura vegetal.

Desta maneira, nota-se que estas áreas necessitam de atenção e medidas socioeducativas de preservação ambiental, já que são localidades que apresentam de médio a alto índice de vegetação e declividade, além de terem grande fluxo de uso das trilhas.

O estudo sobre trilhas é de suma importância, uma vez que o uso público ocasiona impactos relevantes ao meio ambiente. As três categorias utilizadas neste trabalho, apresentam degradação ao solo e a vegetação, tais quais podemos citar: queimadas, problemas na drenagem, despejo de lixo que ocasiona a degeneração da paisagem e contaminação do solo, compactação do solo devido ao pisoteio, perda da camada orgânica (serapilheira), diminuição do índice de infiltração e escoamento superficial, intensificação da erosão, queimadas, alteração na drenagem, emissão de gases poluentes entre outros fatores impactantes.

Portanto, com a análise apresentada neste estudo afirma-se que as informações geográficas em massa em conjunto com as técnicas do geoprocessamento se integram e contribuem positivamente para geração de produtos cartográficos que possibilitam fazer uma interpretação da paisagem e avaliação ambiental. Logo, este modelo de análise realizado representa um importante instrumento para tomada de decisão no processo de gestão ambiental.

7. REFERÊNCIAS

A.LONGLEY, Paul et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2013. 540 p.

ALTAVIAM. **NDVI**. 2017. Disponível em: <<https://www.altavian.com/knowledge-base/cir-imagery/>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

BORGES, Junia Lucio de Castro; JANKOWSKI, Piotr; DAVIS JUNIOR, Clodoveu Augusto. A STUDY ON THE USE OF CROWDSOURCED INFORMATION FOR URBAN DECISION-MAKING. **Revista Brasileira de Cartografia: Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto - SBC**, Rio de Janeiro, Rj, v. 4, n. 68, p.695-703, 2016. Disponível em: <<http://www.rbc.lsie.unb.br/index.php/rbc/article/view/1313/953>>. Acesso em: 26 set. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TURISMO. **ECOTURISMO: Orientações Básicas**. 2. ed. Brasília: Ministério do Turismo, 2010. 96 p. Disponível em: <http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/ECoturismo_Versxo_Final_IMPRESSxO_.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2017.

BRASIL. Ministério do Turismo. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. **Ecoturismo: Orientações Básicas**. Brasília: Printed In Brazil, 2008. 60 p.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Org.). Fundamentos de Geoprocessamento. In: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO**. São José dos Campos: Inpe, 2001. p. 1. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, QUEIROZ; Gilberto Ribeiro de, (Org.). Fundamentos de Geoprocessamento. In: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **ARQUITETURA DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**. São José dos Campos: Inpe, 2001. p. 1. Disponível em: <file:///G:/Especialização_geo/Monografia/Artigos/Artigos_geop_sensoriamento/cap3-arquitetura.pdf >. Acesso em: 10 out. 2017.

ELMIRO, Marcos A.Timbó. **FUNDAMENTOS DE CARTOGRAFIA: CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DE SUPORTE**. 2017, 2017.

GOMES, Elmo (Comp.). **A História de Nova Lima: A História de Honório Bicalho**. 2016. Disponível em: <http://historianovalima.no.comunidades.net/a-historia-de-honorio-bicalho>. Acesso em: 22 jul. 2016.

GOODCHILD, Michael F.. **CITIZENS AS SENSORS: THE WORLD OF VOLUNTEERED GEOGRAPHY**. 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-007-9111-y>. Acesso em: 24 out. 2017.

GOODCHILD, Michael F.; FU, Pinde; RICH, Paul. Sharing Geographic Information: An Assessment of the Geospatial One-Stop. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 97, n. 2, p. 250-266, 2007.

KORPILO, Silvia; VIRTANENA, Tarmo; LEHVÄVIRTA, Susanna. Smartphone GPS tracking—Inexpensive and efficient data collection on recreational movement. **Landscape And Urban Planning**, Finlândia, v. 157, p.608-617, ago. 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204616301578>. Acesso em: 03 out. 2017.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de UC's: Consultas por UC's**. 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-

protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc>. Acesso em: 15 out. 2017.

MOURA, Ana Clara Mourão et al. **GEOPROCESSAMENTO NOS DIAGNÓSTICOS E PROGNÓSTICOS DE ÁREAS DE INTERESSE ESPECIAL AO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO DA CEMIG – ESTUDO DE CASO DA RMBH**: XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia - Aracaju - SE - Brasil, 16 a 20 de maio de 2010. 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/Rayane/Downloads/cbc2010_79-ct07-2-vf.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2017.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Reflexões metodológicas com subsídio para estudos ambientais baseados em Análise Multicritérios**: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906. 2007.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (Holanda). **Carta da Terra**. 2000. Disponível em: <<http://www.cartadaterrabrasil.com.br/prt/iniciativa-carta-da-terra.html>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

SCALCO, Raquel Faria; ANDRADE, Terence Keller. **A cartografia Digital e a Informação Turística: uma análise de diferentes maneiras de disponibilizar a informação turística baseada nos recursos do geoprocessamento**. 2004. 69 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Turismo e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

SILVA, Jorge Xavier da. O que é Geoprocessamento? **Revista Crea Rj**, Rio de Janeiro, n. 79, p.42-44, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

TAVEIRA, Walter Gonçalves. **A HISTÓRIA TRICENTENÁRIA DO ALTO RIO DAS VELHAS: NOVA LIMA E SEUS DISTRITOS**: Nova Lima e seus distritos. Belo Horizonte: O Lutador, 2017. 284 p.

USGS, United States Geological Service –. **Landsat Missions**. 2017. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

VEIGA, Teresa Cristina; SILVA, Jorge Xavier da. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais para atividades turísticas: o caso do município de Macaé - RJ. In: SILVA, Jorge Xavier da; ZAIDAN, Ricardo Tavares (Org.). **Geoprocessamento & Análise MAbiental**: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda, 2004. Cap. 5,

WIKILOC (Espanha). **Wikiloc**: Wikiloc's history. 2016. Disponível em: <<https://pt.wikiloc.com/wikiloc/about-us.do#history>>. Acesso em: 21 jul. 2017.