



Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG). Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Universidad Nacional de Luján, Argentina.

<http://www.revistageosig.wixsite.com/geosig> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 10, Número especial, 2018, Sección I: Artículos. pp. 49-74.

ANÁLISE COMBINATÓRIA E PESOS DE EVIDÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS EM MODELOS DE AVALIAÇÃO

Nicole Andrade da Rocha –Pedro Casagrande – Ana Clara Mourão Moura

Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG
NPGAU e POSGEOL, Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Brasil.

E-mail: nicarocha.jf@gmail.com -- pedrobcasagrande@gmail.com – anaclara@ufmg.br

RESUMO

A lógica do pensamento científico acerca das análises espaciais se baseia em processos de transformação, através das ações de decompor em variáveis os componentes principais que explicam a realidade e recompor em arranjos que expliquem feições desta mesma realidade em modelos que a traduzam segundo os objetivos de investigação. O objetivo deste artigo é demonstrar o potencial do uso de dois métodos de Análise Multicritério baseados em decomposição e composição: a Análise Combinatória que visa identificar as possíveis coincidências territoriais das variáveis; e a Pesos de Evidência que tem como objetivo gerar um índice classificatório relativo demonstrando um potencial espacial, no sentido de vulnerabilidade ou atratividade, através de um *ranking* de valores. O artigo esclarece quando cada processo é mais adequado segundo os objetivos do usuário, e demonstra como podem ser criados os mapas de julgamento da realidade segundo algum aspecto de interesse. Esses mapas são a base para um estudo de Geodesign, como parte dos Modelos de Avaliação no contexto do *framework* proposto por Steinitz (2012). Como resultado o leitor é orientado sobre quando e porque escolher cada um dos métodos de combinação de variáveis.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Análise Combinatória, Análise Multicritério, Pesos de Evidência, Geodesign.

ABSTRACT

The logic of scientific thinking about spatial analysis is based on processes of transformation, through the act of decomposing the main components into variables that explain reality and, the act of recomposing the variables in arrangements that explain the features of the same reality in models according to the research objectives. The purpose of this paper is to demonstrate the potential use of Multicriteria Analysis

method based on decomposition and composition: the Combinatorial Analysis, that aims to identify the possible territorial coincidences of the variables; and the Weighted Sum that aims to create a classificatory index to show the potential spatial, identifying the vulnerability or attractiveness of the territory, through a ranking of values. The paper clarifies when each process is more appropriate to the user's goals and demonstrates how the reality judgment maps can be created according to the researcher's interest. These maps are the basis for a Geodesign study, as part of the Evaluation Models in the context of the framework proposed by Steinitz (2012). As a result, the reader is guided on when and why to choose each of the combination methods of variables.

Keywords: Geoprocessing, Combinatorial Analysis, Multicriteria Analysis, Weighted Sum, Geodesign.

RESUMEN

El pensamiento científico en los análisis espaciales se basa en procesos de descomponer, componer e recomponer: descomponer la realidad en sus componentes principales y componer su representación a través de arreglos de variables que expliquen aspectos de esta misma realidad en modelos que la traduzcan según los objetivos de investigación y recomponer para simular transformaciones. El objetivo de este artículo es demostrar el potencial del uso de dos métodos de Análisis Multicriterio basados en descomposición y composición: el Análisis Combinatorio para identificar las posibles coincidencias territoriales de las variables; y a Weighted Sum para generar un índice clasificatorio relativo que demuestre un potencial espacial, en el sentido de vulnerabilidad o atracción, mediante un ranking de valores. Aclara cuando cada proceso es más adecuado según los objetivos del usuario, y demuestra cómo pueden ser creados los mapas de juicio de la realidad según el aspecto de interés. Estos mapas son la base para un estudio de Geodesign, como parte de los Modelos de Evaluación en el contexto propuesto por Steinitz (2012). Como resultado el lector es orientado sobre cuándo y por qué elegir cada uno de los métodos de combinación de variables.

Palabras clave: Geoprocementamiento, Análisis Combinatorio, Análisis Multicriterio, Weighted Sum, Geodesign.

INTRODUÇÃO

A lógica do pensamento científico acerca das análises espaciais parte de três processos básicos para sintetizar a realidade através de mapas: o de decompor, compor e recompor. Decompor a realidade segundo seus componentes principais, compor arranjos de variáveis por modelos que destacam alguns aspectos desta mesma realidade, e recompor por modelos de simulação que objetivem prever transformações. Esse pensamento foi aplicado por McHarg (1969) no livro "*Design with nature*", quando o autor trabalhou com mapas na forma de *overlays*, decompondo a realidade nas variáveis principais, e depois cruzando mapas para compor análises indicativas de áreas adequadas e inadequadas para transformações territoriais ou para a proteção.

Na mesma época Chorley e Haggett (1967) aplicaram essa lógica na construção de modelos baseados nos atos de decomposição, composição e recomposição nos estudos sobre a realidade geográfica. Também na mesma época o biólogo Bertalanffy (1968) apresentou suas ideias sobre Abordagem Sistêmica, através das quais ele defendia que a

realidade é composta por complexa gama de variáveis (que podem ser decompostas), mas que estão em profunda conexão por suas composições sistêmicas, de modo que qualquer alteração em uma das partes resulta em transformações no conjunto. Estes estudos, segundo Moura (2005), todos de uma mesma época, marcaram o início das lógicas de modelos de análise espacial que até hoje são a base das análises espaciais de interpretação, diagnóstico, prognóstico e simulação da realidade territorial.

MacHarg (1969) tinha como proposta usar as camadas de informação de um meio físico buscando integrá-las a uma lógica na qual as variáveis eram sobrepostas permitindo a elaboração de mapas temáticos de maneira analógica, pois a sobreposição de características poderia indicar uma hierarquia entre os interesses favorecendo novas informações, isto é, fornecendo maneiras de se pensar a realidade através de mapas síntese. Esse processo ficou conhecido como Álgebra de Mapas, termo citado primeiramente por Tomlin (1990) no livro “*Geographic Information System and Cartographic Modeling*”, significando a associação de mapas de uma dada área de estudo (imagens, mapas temáticos e modelos numéricos de terreno) a valores numéricos que são julgamentos de aspectos quantitativos ou qualitativos. Uma vez recebidos valores, o operador escolhia o processo de integração das variáveis segundo o seu objetivo, o que poderia levar a somas, subtrações, divisões ou multiplicações. E esse processo é favorecido pelo uso do geoprocessamento, uma vez que a modelagem cartográfica favorece as sínteses, geradas a partir da sobreposição de camadas de informações diversas (FORMAN; GORDON, 1986; MOURA, 2005; CORDEIRO et al., 2007; SANTOS, 2011; MAGALHÃES, 2013).

A Análise Multicritérios se baseia em álgebra de mapas, pois seleciona as principais variáveis que representam uma realidade, as representa de modo numérico e as integra. A integração pode acontecer principalmente por dois métodos: Pesos de Evidência (*Weighted Sum*) e a Análise Combinatória (*Combinatorial Analysis*). Segundo Moura (2007) a Análise de Multicritérios pode ser entendida como um modelo que promove a simplificação da complexidade espacial, através da seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno e que são organizadas em camadas de informações, e com resolução espacial que respeita a discretização do território segundo objetivos de investigação e respeitando a qualidade da informação disponível. Assim a Análise de Multicritérios trabalha com camadas de informações que já receberam um julgamento sobre seu significado para o objetivo de investigação, representado como um valor numérico quanto ao grau de pertinência segundo o objetivo de investigação (a partir da codificação numérica de elementos que antes eram em escala ordinal, quantitativa e seletiva ou nominal) (MOURA, 2007; MOTTA, 2017).

O primeiro passo para se aplicar a álgebra de mapas é a identificação das variáveis principais de um sistema, o que é decompor a realidade elencando suas características. Definidas as variáveis, é necessário representá-las por discretização territorial, que é a definição da unidade territorial de análise espacial que pode ser o pixel, mas pode também ser uma unidade administrativa tais como os setores censitários ou os lotes urbanos. Há também a necessidade de se definir a escala temporal de análise.

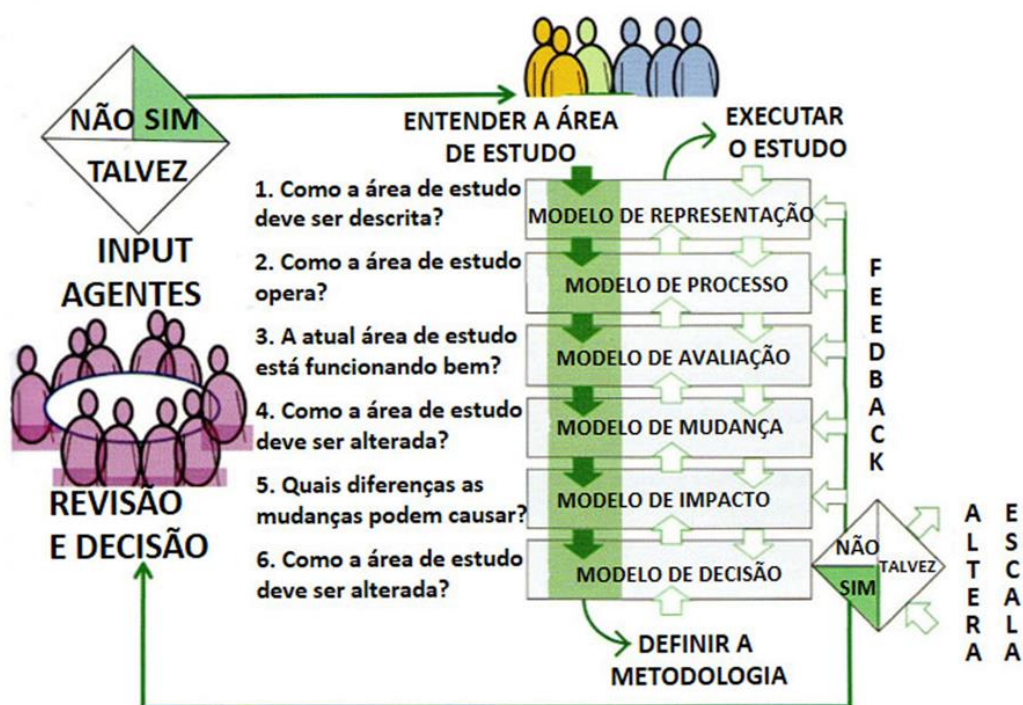
Feito o processo de decompor (nos temas, no espaço e no tempo), o segundo passo é o processo de compor ou reintegrar, ou seja, após separar as principais variáveis, busca-se aplicar métodos de combinação das variáveis principais com vistas a um julgamento.

Para realizar a etapa de composição, o geoprocessamento apresenta um conjunto de ferramentas que permitem compreender a relação entre as variáveis, realizar álgebras de decomposição e composição. Mas para que se execute o processamento dos dados

espaciais é necessária a clara definição dos objetivos pretendidos, isto é, dos motivos de investigação do estudo. O resultado da integração das variáveis precisa ser validado frente à realidade, e caso necessário o processo será ainda calibrado em qualquer de suas etapas, para só então serem realizados os estudos propositivos de transformação da realidade (MOURA, 2005).

No contexto do Geodesign, segundo o *framework* de Steinitz (2012), o objetivo é a resolução de conflitos ligados ao ordenamento do território a fim de que se haja um planejamento compartilhado. O autor indica que sejam percorridas seis etapas, caracterizadas por modelos. São elas: Modelo de Representação; Modelo de Processo; Modelo de Avaliação; Modelo de Mudança; Modelo de Impacto; e Modelo de Decisão (Figura 01).

Figura 01. *Framework* do Geodesign por Carl Steinitz

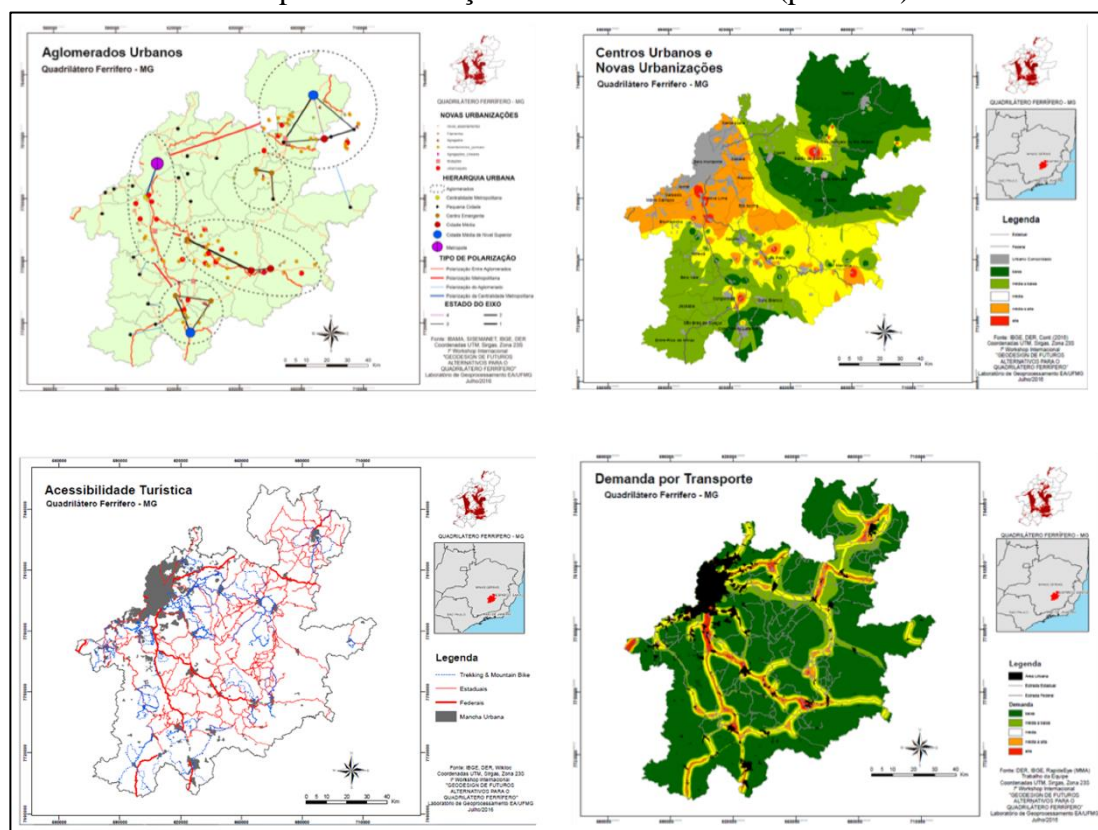


Fonte: Steinitz, 2012.

Os Modelos de Representação, que são a primeira etapa, visam decompor a realidade em variáveis que representem as principais características no território na forma de temas, o que requer a construção de bases de dados.

Na segunda etapa o dados organizados são tratados de modo a demonstrarem como as variáveis se distribuem e operam no território, o que significa a composição de Modelos de Processos. É um trabalho de se transformar dado territorial em informação sobre a distribuição espacial. A partir do emprego de ferramentas de análise espacial por geoprocessamento, os Modelos de Representação são transformados em Modelos de Processos. As ferramentas mais utilizados são as produções de *buffer*, densidade de *kernel*, área de influência, entre outros. (Figura 02).

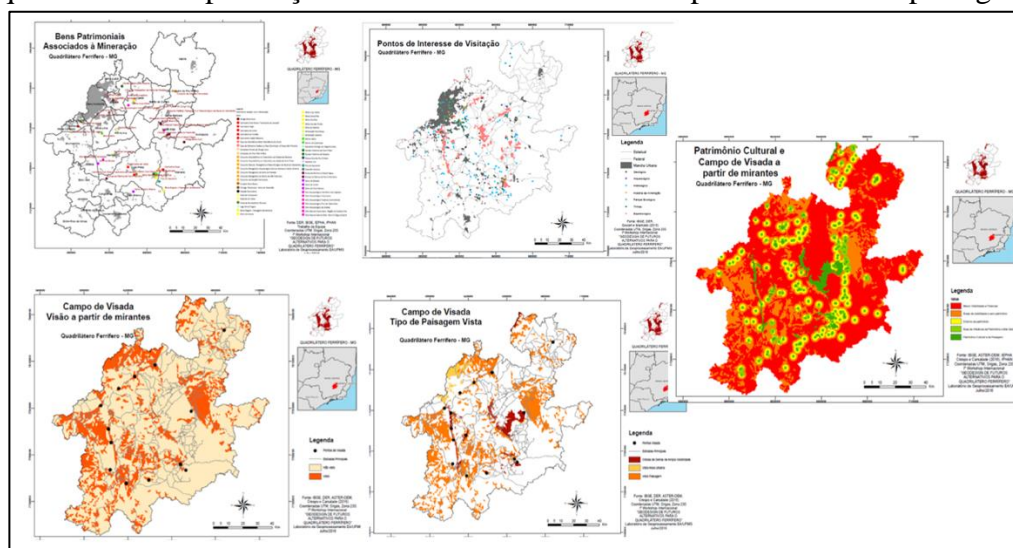
Figura 02. Nos exemplos, a transformação de Modelos de Representação (dados territoriais iniciais) em Modelos de Processos (a ação das variáveis no espaço de análise). Exemplo do estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero. Nos mapas da linha superior são demonstrados a distribuição de novos pontos de aglomerados urbanos (representação), seguido do mapa de distribuição das áreas de influência de novos centros urbanos (processo). Na segunda linha de mapas são apresentados a rede de transporte existentes e que favorece a acessibilidade turística (representação), seguida do mapa de distribuição da rede no território (processo).



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG, 2016.

O terceiro passo é a elaboração dos Modelos de Avaliação, segundo os principais sistemas que caracterizam o motivo de investigação. Trata-se de um julgamento, por parte do pesquisador ou do grupo de usuários do Geodesign, sobre as potencialidades e vulnerabilidades do território segundo um aspecto (chamado de “Sistema” no Geodesign), indicando áreas adequadas ou inadequadas para a realização de proposições. A elaboração de Modelos de Avaliação é realizada pela combinação de um conjunto de Modelos de Processos (Figura 03).

Figura 03. No exemplo, a transformação de Modelos de Representação, seguida de Modelos de Processos, para finalmente se integrar os Modelos de Processos em um julgamento sobre a área, destacando as porções do território de maior importância para o objetivo de investigação. Este julgamento é a composição do Modelo de Avaliação. Exemplo do estudo de caso do Quadrilátero Ferrífero, desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento. Composição da Avaliação do Patrimônio Cultural, que considera a presença dos bens culturais e dos campos de visada da paisagem.

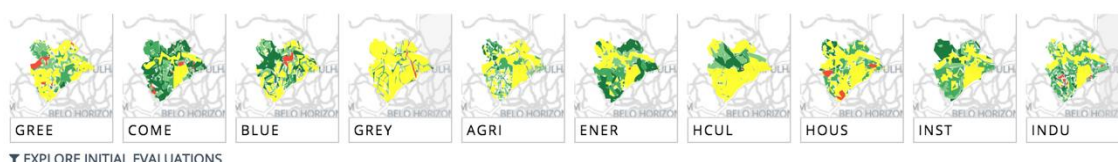


Fonte: Steinitz, 2012.

Para que um workshop de Geodesign aconteça, o organizador deve compor uma média de 10 sistemas, que são temas principais que dizem respeito às principais vulnerabilidades e potencialidades de um território. São temas para os quais o condutor do workshop espera que os participantes colaborem propondo projetos e políticas para solucionar as principais demandas do território. Os sistemas são bases sobre as quais se elaboram as propostas e se avaliam as adequações territoriais dessas propostas. Nesse sentido, eles devem ser elaborados com cuidado e mediante a conjugação de um conjunto de variáveis que respondem por cada tema (Figura 04, Figura 05).

Figura 04. Exemplo de coleção de sistemas do workshop Geodesign Pampulha. Sistemas Green (Ambiental), Come (Comércio), Blue (Recursos Hídricos), Grey (Transporte), Agri (Agricultura Urbana), Ener (Energias Alternativas), HCult (Histórico Cultural), Hous (Habitação), Inst (Instituições Públicas) e Indu (Indústrias).

INITIAL EVALUATIONS

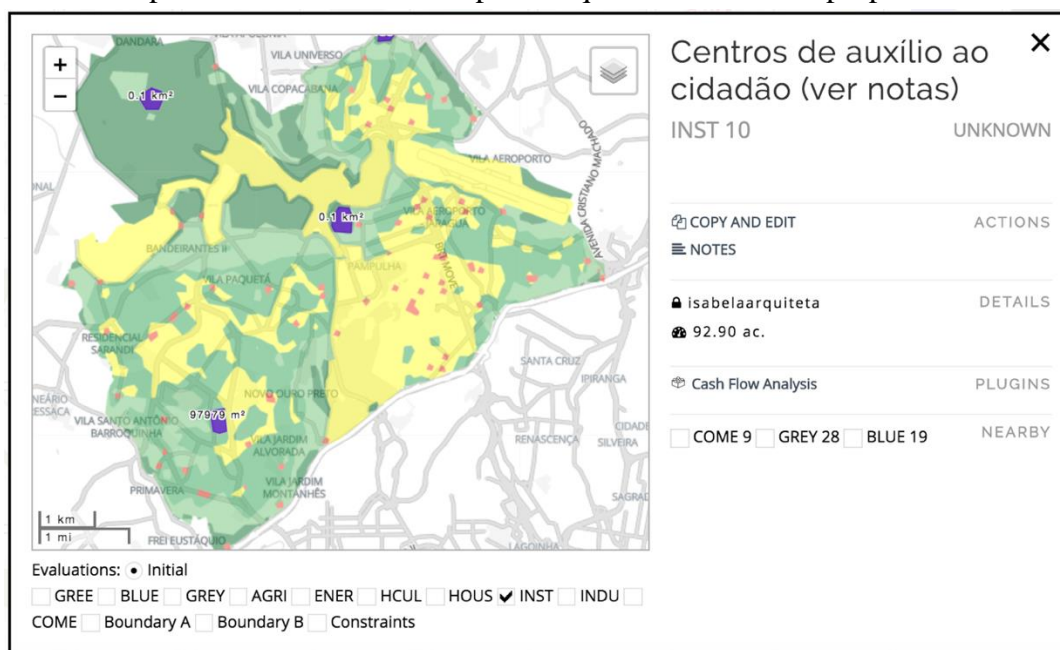


EXPLORE INITIAL EVALUATIONS

Fonte: Workshop Geodesign Pampulha, Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFMG.

Figura 05. Exemplo de proposta de projetos no sistema “Inst (Instituições Públicas)”. O

usuário utiliza o mapa do sistema como fundo para desenhar suas propostas de projetos e políticas. Há 10 sistemas para os quais se constroem propostas.



Fonte: Workshop Geodesign Pampulha, Laboratório de Geoprocessamento da EA-UFGM.

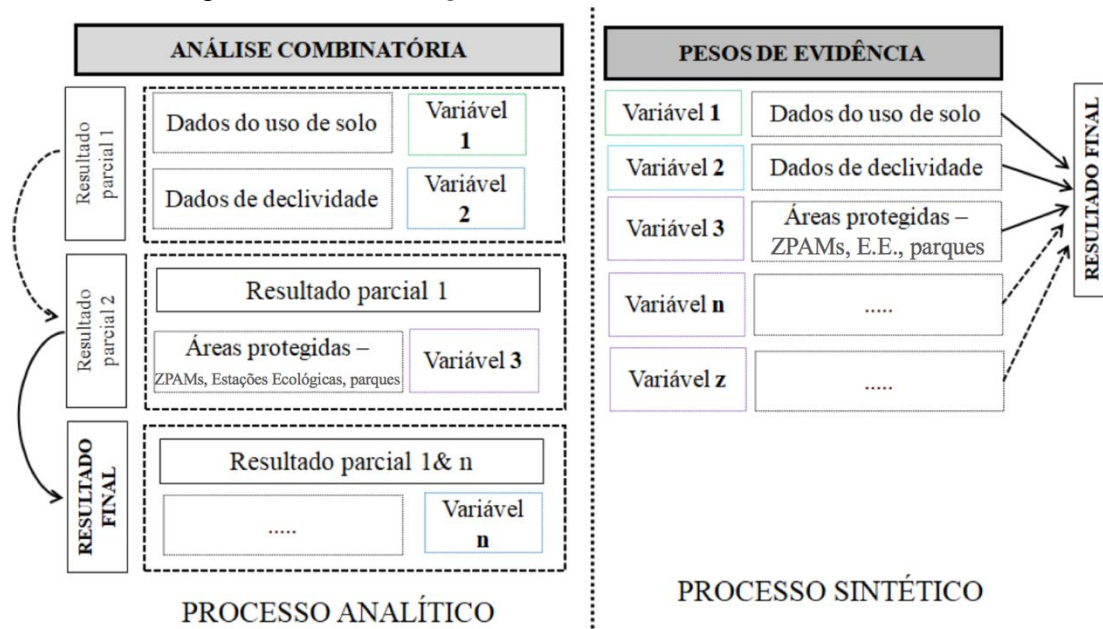
A composição de Modelos de Avaliação é realizada, na maioria dos casos, por procedimentos apoiados por geoprocessamento, através de álgebra de mapas em Análise de Multicritérios, favorecendo as ações de compor, pois permite a integração entre as variáveis e tem como resultado uma classificação do território, que pode ser qualitativa, quantitativa ou nominal.

No presente artigo objetiva-se realizar um estudo comparativo de processos em Análise de Multicritérios para a produção de Modelos de Avaliação. São comparadas as formas de aplicação e os resultados que podem ser obtidos com o emprego de Análise Combinatória e de Pesos de Evidência, a fim de demonstrar o potencial e aplicabilidade de cada método.

MATERIAIS E MÉTODOS

O artigo apresenta o uso do modelo de Análise Multicritérios por dois métodos de sua aplicação: a Análise Combinatória e Pesos de Evidência. O método de Análise Combinatória realiza julgamentos par-a-par das variáveis de interesse de investigação, permitindo ao pesquisador o controle do significado da presença de cada variável e a reflexão sobre o impacto da combinação com outras variáveis nos resultados parciais de forma sucessiva, a medida que se acrescentam variáveis à análise, até se chegar à análise final resultante da combinação com a última variável. O estudo ocorre de forma gradual à medida que o pesquisador vai julgando o processo e vai propondo novas combinações. Já o método de Pesos de Evidência combina simultaneamente o total de variáveis para fornecer um *ranking* classificatório de um potencial ou vulnerabilidade (Figura 06).

Figura 06. Esquema metodológico, exemplo que compara os dois métodos multicritérios. Na Análise Combinatória o processo ocorre por etapas de análise par a par, gerando resultados parciais, sucessivamente caso seja acrescentado mais variáveis (n variáveis) até a última análise que será o resultado final. No Pesos e Evidência, a análise ocorre com todas as variáveis ao mesmo tempo, onde cada uma recebe um peso gerando um *ranking* classificatório como resultado final.

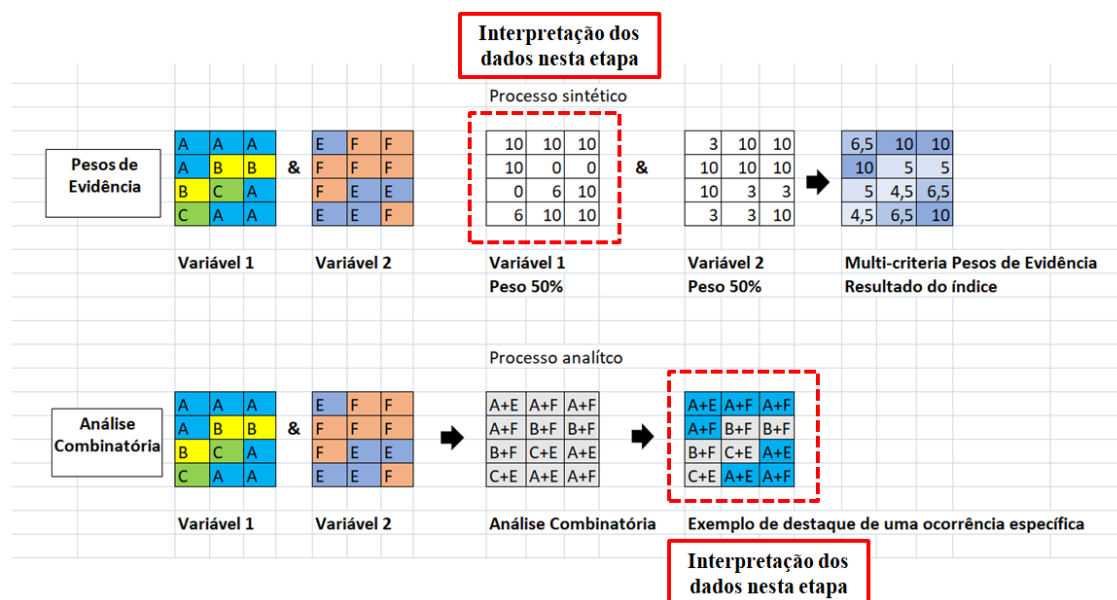


Fonte: Os autores.

Para se entender melhor como funciona o método da Análise Combinatória é apresentada a Figura 07. No exemplo a variável 1 representa o “uso do solo” e nela a letra “A” representa APPs, a letra “B” as áreas urbanizadas e a letra “C” áreas de cobertura vegetal. No exemplo a variável 2 representa “declividades”, sendo a letra “E” baixa declividade e a letra “F” alta declividade. Supondo que o objetivo é indicar áreas de interesse de proteção ambiental, observam-se os procedimentos: No método de Pesos de Evidência as camadas recebem classificações numéricas indicativas da necessidade de proteção (APPs recebem notas 10 em relação aos outros usos do solo e áreas de declividade alta recebem nota 10 para a finalidade de proteção), e as variáveis são combinadas com 50% de peso cada. No Pesos de Evidência obtém-se como resultado um *ranking* no qual o maior valor indica onde há a maior importância de se promover ações de uma proteção, considerando simultaneamente todas as variáveis (*ranking* de 4,5 a 10). Mas o resultado é uma escala gradual onde se perde a informação sobre a presença de uma condição em específico. Cabe observar que nas posições onde há APPs (que eram letra “A”) obtém-se valores 6,5 ou 10, de acordo com a sua relação com as declividades. O julgamento é quantitativo e ordenado.

No caso da Análise Combinatória é mantida a anotação da presença justaposta de arranjos de variáveis e cabe ao usuário julgar o seu significado nos resultados parciais e finais do processo. Assim é possível manter a informação da presença de APPs ao longo do processo, por decisão do usuário, e ela não é reduzida, mas se mantém igualmente como prioridade de proteção até o final da composição. O julgamento é qualitativo e seletivo (Figura 07).

Figura 07. Na análise por Pesos de Evidência o usuário realiza o raciocínio sobre a importância de cada variável em uma etapa anterior ao resultado final, que se apresenta como índice no qual não se consegue reconhecer o papel individual de cada variável, chegando-se a um julgamento quantitativo e ordenado. Na Análise Combinatória o raciocínio sobre o papel de cada variável acontece diante dos resultados parciais ou final, segundo o significado da combinação obtida, chegando um resultado qualitativo e seletivo



Fonte: Adaptado pelo autores de MOURA et al., 2018

Análise de Multicritérios: Análise Combinatória

A Análise Combinatória tem como função conhecer as possíveis coincidências territoriais das variáveis de acordo com o objetivo do pesquisador, fornecendo informações não hierarquizada, mas sim qualitativa e seletiva. A sua produção ocorre de forma gradual, diminuindo a complexidade da lógica entre os dados. Segundo Groenwald et al. (2009) “Análise Combinatória é a parte da Matemática que estuda e desenvolve métodos para resolver problemas envolvendo contagem ou existência, em geral, pode se dizer que é a parte da Matemática que analisa estruturas e relações discretas”. Este método se apresenta como suporte a decisões sobre como atuar em uma área de estudo, interpretando as combinações de variáveis par-a-par, ou por combinação de resultados parciais com outras variáveis (Rocha et al., 2016).

Conforme pode ser observado na Figura 08, nos quadros são realizados raciocínios para se entender como os elementos da linha à direita (A, B, C) se relacionam com os elementos da coluna à esquerda (X, Y). No primeiro quadro, na linha ABC em branco são atribuídos valores pares iniciados por zero (no exemplo, sendo três elementos, eles recebem os valores 0, 2 e 4; mas se fossem 5 elementos seriam 0, 2, 4, 6, 8 e daí por diante). Na coluna XY em branco é atribuído inicialmente o valor zero, e é promovida a soma de valores das linhas e colunas seguida da divisão por dois para se preencher a primeira linha em cinza ($0+0/2=0$, $0+2/2=1$, $0+4/2=2$). Observa-se o último valor resultante na primeira linha em cinza, que no exemplo foi 2. Sendo dois o último valor, para se ter uma sequência contínua de valores não repetidos, o próximo valor deve ser 3. Então, para se obter o 3 como primeiro resultado da próxima linha em cinza, na coluna correspondente é necessário atribuir o valor 6 (pois $6+0/2=3$). E segue-se no cálculo

($6+0/2=3$, $6+2/2=4$, $6+4/2=5$). Obtém-se como resultado da combinação valores de “zero” a “n”, sequenciais e unívocos, permitindo a identificação de todas as combinações (Figura 08).

Na mesma figura, no segundo quadro optou-se por identificar as diferentes combinações de modo unívoco utilizando valores que não se confundam no somatório, como o exemplo de unidades decimais diferentes. Aplicando os valores 1, 2 e 3 nas linhas 100 e 200 nas colunas, compreende-se que os resultados na primeira centena serão da combinação de X com os elementos A, B e C; ao passo que os resultados com duas centenas serão associados à combinação de Y com A, B e C (Figura 08).

Figura 08. Esquema lógico genérico da Análise Combinatória. No primeiro quadro o processo é feito pela soma de valores da matriz dividida por dois, ao passo que no segundo quadro é pela simples soma. Em ambos o objetivo é ter um conjunto de resultados com valores unívocos, que não se repetem, e que permitem identificar as combinações possíveis.

SOMA/2		A	B	C
		0	2	4
X	0	0	1	2
Y	6	3	4	5

SOMA		A	B	C
		1	2	3
X	100	101	102	103
Y	200	201	202	203

Fonte: Os autores.

Em ambos os exemplos o objetivo é ter resultados unívocos das combinações, mas destaca-se que os valores numéricos empregados não significam qualquer julgamento. Eles são utilizados apenas para possibilitarem a álgebra matemática, atuando como elementos nominais ou seletivos.

Análise de Multicritérios: Pesos de Evidência

No método de Pesos de Evidência o objetivo é gerar um índice classificatório relativo, isto é, criar um *ranking* para um motivo de investigação, a partir do julgamento por diferentes pesos arbitrados pelo pesquisador segundo algum método de decisão. Esse processo é interessante para se classificar vulnerabilidades, potencialidades, interesses e probabilidades, ou seja, tudo que exige um *ranking* classificatório.

Para arbitrar os pesos no método de Pesos de Evidência podem ser aplicados diferentes procedimentos, baseados em análise da realidade existente (*data-driven*) ou por consulta a especialistas (*knowledge-driven*) (BONHAM-CARTER, 1994). Motta et al. (2017) incluem ainda os métodos de *visual-driven*, no qual o investigador simula dinamicamente mudanças nos pesos e obtém resultados como suporte à escolha dos mesmos. Entre os métodos de *knowledge-driven* destacam-se o AHP (Processo de Análise Hierárquica - *Analytic Hierarchy Process*), proposto por Saaty nos anos 70

(SAATY, 1990) e o método Delphi, desenvolvido por Dalkey e Helmer (1963) no Rand Corporation, ainda nos anos 50.

O método Delphi, segundo Moura (2007), consiste na decisão compartilhada de entre especialistas a respeito do nível de importância de cada variável, seguindo a lógica de maximização do consenso de opiniões. Com isso, os especialistas são solicitados a julgarem a importância de cada variável em análise segundo o motivo de investigação. As participações devem ser anônimas, de modo que não se revele ao grupo informações sobre os colaboradores, e indica-se o mínimo de 15 participantes. Feita uma primeira rodada de tomada de opiniões é calculada a média das respostas, que é apresentada a cada participante, que tem a oportunidade de comparar os resultados com a própria opinião, e fazer ajustes em suas respostas, em uma segunda rodada de opiniões. A decisão final é a média das opiniões desta segunda rodada. Trata-se de construção de maximização de consenso, para que se chegue a uma coleção de valores de modo compartilhado.

Uma forma interessante de se aplicar o método Delphi é através do emprego de questionário *online* de coleta de opiniões. Na elaboração do questionário o organizador pergunta aos participantes o papel das variáveis para a construção de uma síntese de potencialidade ou de vulnerabilidade (segundo o seu objetivo de investigação) e recebe as opiniões relativas do valores “baixa”, “média baixa”, “média”, “média alta” e “alta”. O próprio sistema calcula a média das opiniões e o organizador (ou coordenador) informa essa média aos participantes que comparam as opiniões pessoais com a opinião coletiva e têm a oportunidade de fazer uma nova votação, cuja nova média será o resultado final dos pesos das variáveis. Para este estudo foi utilizada a plataforma *web-based online* “Google Forms”¹. (Figura 09).

Figura 09. Delphi realizado para a coleta de opiniões sobre a importância das variáveis na composição de um mapa de classificação de áreas para a proteção de áreas verdes.

¹ <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>

Delphi Pampulha

Áreas Verdes - Pampulha

Indique a importância de cada tema para uma análise de interesse de PROTEÇÃO DE ÁREAS VERDES.

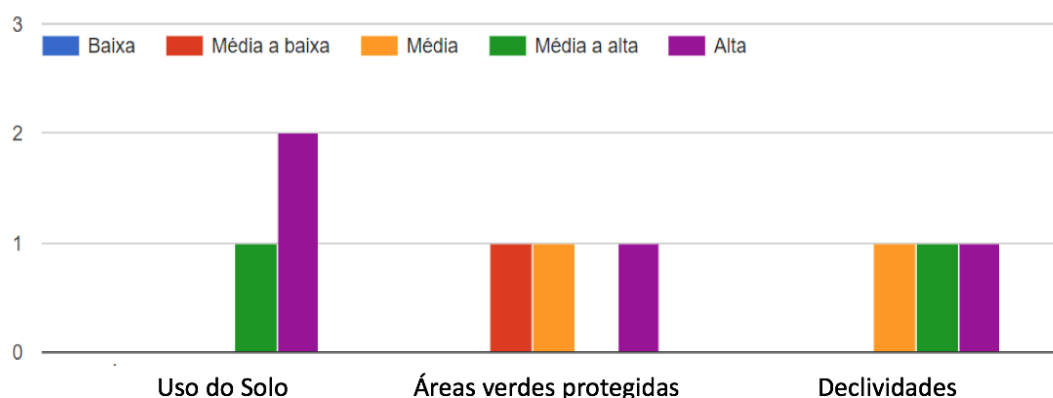
	Baixa	Média a baixa	Média	Média a alta	Alta
Áreas Verdes Prot...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Declividades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso do Solo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Os autores.

A partir da aplicação do Delphi foi elaborada a síntese das opiniões composta de modo gráfico, destacando visualmente a média e as dispersões de opiniões em relação à importância de cada variável na síntese de interesse de preservação de áreas verdes. O uso do solo teve predomínio de “alta” importância. As declividades receberam avaliações de “média”, “média a alta” e “alta”, resultando em “média a alta”. As áreas verdes protegidas tiveram valores de “média a baixa”, “média” e “alta” pois alguns julgaram que elas já estavam servidas de recursos, então elas resultaram em “média”. Assim, Considerando “alta importância” valor 10, “média importância” valor 5 e “média a alta importância” valor 7, por regra de três os pesos das variáveis, em 100%, resultou em: 45% para uso do solo, 32% para declividades e 23% para áreas verdes protegidas (Figura 10).

Figura 10. Valores do resultado do Delphi, em gráfico.

Indique a importância de cada tema para uma análise de interesse de PROTEÇÃO DE ÁREAS VERDES.

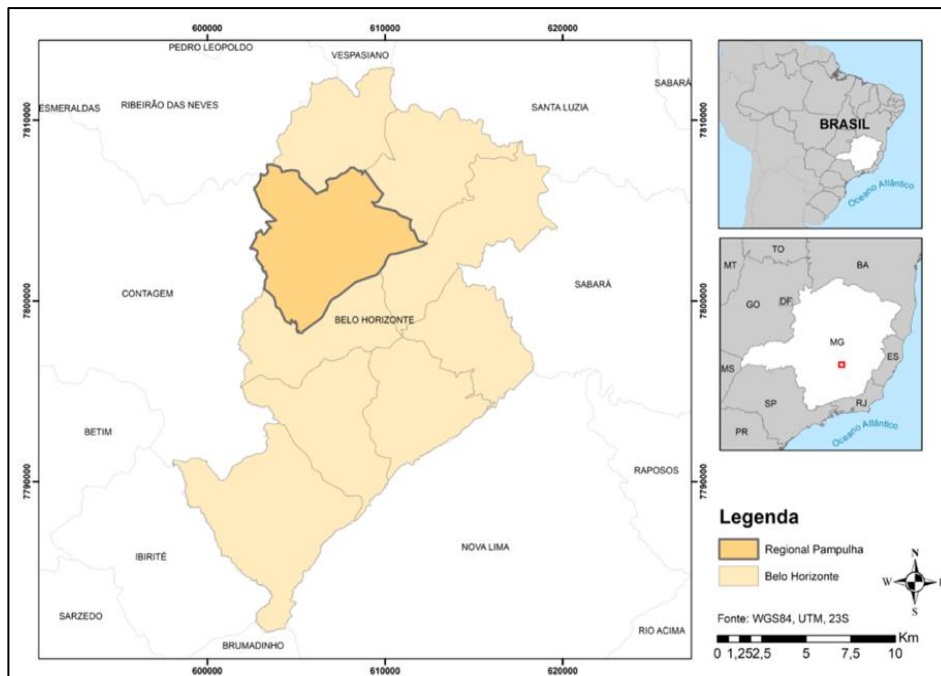


Fonte: Os autores.

Para realizar o estudo comparativo entre as duas formas de se organizar os dados e produzir Modelos de Avaliação do território é necessário entender suas diferenças, o que é mais compreensível através de um exemplo. Foi utilizado como estudo de caso a elaboração do sistema *Green* da região da Pampulha em Belo Horizonte - MG, Brasil (Figura 11).

Devido às suas características ambientais (baixa variação altimétrica, predomínio de baixas declividades e presença de expressiva cobertura vegetal que conformam conjunto de fatores que favorecem a ambiência qualificada), à sua importância cultural (presença do conjunto moderno projetado por Niemeyer e com obras de Portinari, Burle Marx, Ceschiatti e Paulo Werneck, reconhecido pela UNESCO como Patrimônio da Humanidade), e por excelente infraestrutura em eixo de crescimento urbano no Norte de Belo Horizonte, a Pampulha tem atraído investidores privados e profissionais do setor imobiliário, resultando em uma conformação dinâmica e na transformação da paisagem (CARSALADE e CASTRO, 2011). Tais dinâmicas fragilizam a manutenção de valores ambientais, urbanos, arquitetônicos e culturais que se tornaram cruciais nos últimos anos.

Figura 11. Estudo de caso escolhido em destaque a Regional Pampulha, Belo Horizonte - MG.



Fonte: Nicole Rocha..

Pampulha foi escolhida como área de estudo pois é a região de Belo Horizonte de maior expressão em qualidade ambiental urbana relacionada à cobertura vegetal, justificando esforços de valorização e manutenção de espaços verdes abertos ao público e de áreas verdes no planejamento de edificações particulares. Para a elaboração do sistema *Green* foram trabalhadas as variáveis de uso do solo, declividades e áreas verdes protegidas (Figuras 12, 13 e 14).

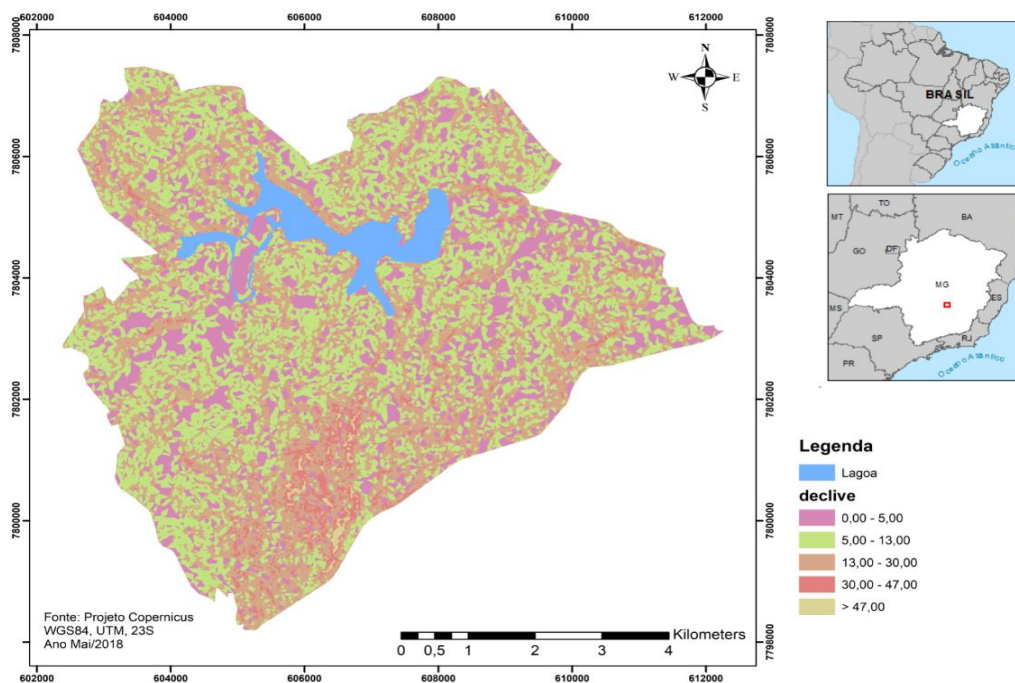
O mapa de Declividades representa os declives de acordo com as leis brasileiras e com os interesses de investigação para proteção ambiental (Lei de Parcelamento do Solo - 6766/79). As faixas acima de 30% seguem a mencionada lei, e as faixas de 0-5% e 5-13% foram escolhidas pelos pesquisadores para destacar as áreas de risco de inundação, as áreas com declividade mais indicada para a ocupação segundo inclinação máxima adequada para vias (Figura 12).

O mapa do Uso do Solo criado a partir da classificação de uma imagem Sentinel-2 com 10 metros de resolução. Processamento digital das faixas do vermelho (*red*) e do infravermelho próximo (*ir*) que permite a identificação das mudanças nos níveis da clorofila e na estrutura celular da planta, sendo esta composição adequada para separar a vegetação de outros usos do solo, bem como para classificar diferentes condições de cobertura vegetal. Foi utilizado o cálculo do NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) (Figura 13).

O mapa de Áreas Protegidas identifica as áreas que já possuem proteção ambiental, caracterizadas por ZPAMs (Zonas de Proteção Ambiental), parques ou Estação Ecológica (Figura 14).

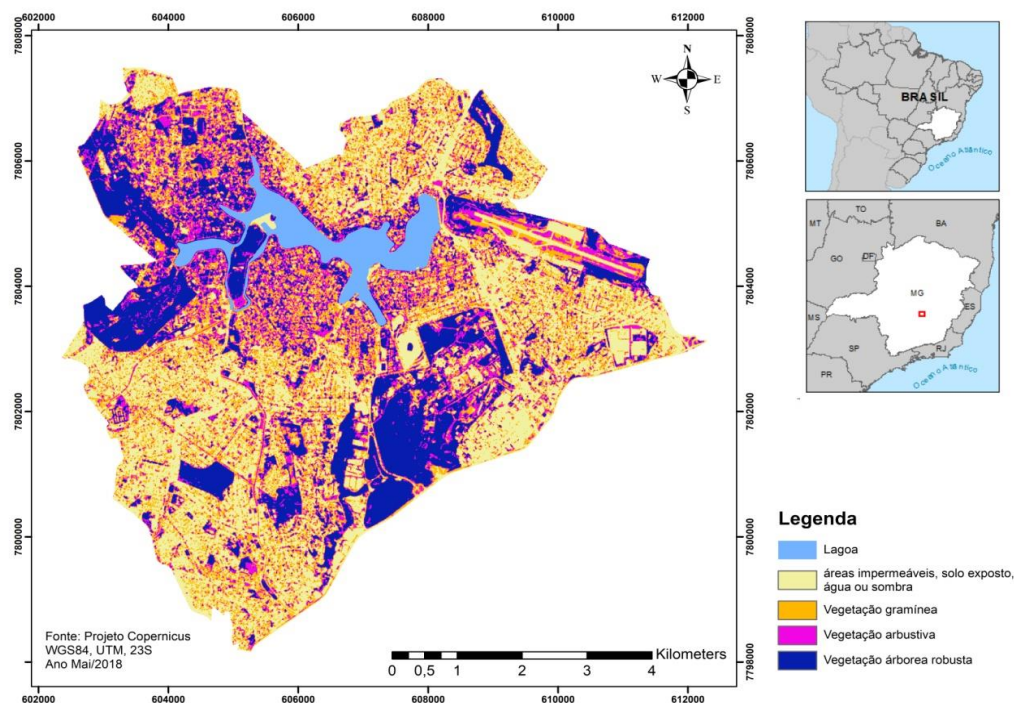
Figura 12. Mapa de declividades. Em rosa a porção mais plana do território com declive mais baixo 0 -5%; em verde claro o declive de baixo a médio 5 – 13%; em marrom claro o declive médio de 13 – 30%; em vermelho o declive médio a alto de

30 – 47%; e em bege os declives mais altos do território que são acima de 47%.



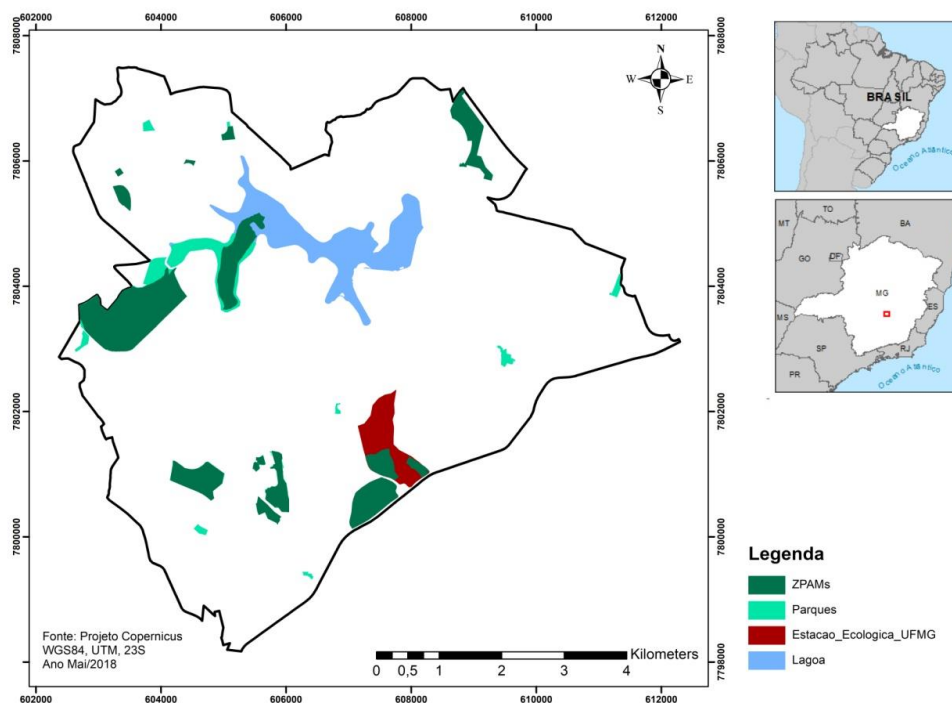
Fonte: Os autores.

Figura 13. Mapa de uso do solo. Na cor amarelo foram identificadas as áreas impermeáveis, solo exposto, água ou sombra; em laranja a vegetação gramínea; em rosa a vegetação arbustiva; e em azul a vegetação robusta.



Fonte: Os autores.

Figura 14. Mapa de áreas protegidas, no qual estão identificadas as áreas que já possuem proteção ambiental, caracterizadas por ZPAMs (Zonas de Proteção Ambiental), parques ou Estação Ecológica.



Fonte: Os autores.

Contudo, é importante destacar que a escolha das variáveis no presente artigo cumpre a função de demonstrar os método de Análise de Multicritérios, e que elas são apenas variáveis iniciais. Para um estudo completo seria importante incorporar, nos próximos passos, as variáveis de recursos hídricos (APPs), topos de morros (APPs) ou outras que forem consideradas de interesse. Ambos os métodos (Análise Combinatória e Pesos de Evidência) então aptos a seguirem novos passos de integração de outras variáveis.

RESULTADOS

A partir da aplicação dos dois métodos são obtidos dois resultados diferentes, apesar de ambos os métodos trabalharem com as mesmas variáveis de análise (declividades, uso do solo e áreas verdes protegidas). A Análise Combinatória apresentou como resultado um mapa que retrata os valores segundo as decisões do pesquisador, realizadas por combinação par-a-par das variáveis, a partir do julgamento do significado da presença de determinados fatores de modo simultâneo no território, até se chegar a um produto final. A Pesos de Evidência apresentou um mapa com um *ranking* de importância de preservação segundo a integração das variáveis escolhidas.

Análise Combinatória - sistema GREEN

O esquema lógico aplicado ao sistema Green (Figura 13), foi elaborado através da soma dos valores atribuídos para as variáveis declividade e uso do solo. No mapa do Uso do Solo foram separadas as legendas: áreas impermeáveis, solo exposto, água ou sombra que receberam o valor “1”; vegetação gramínea que recebeu o valor “2”; vegetação arbustiva recebeu o valor “3”; e a vegetação robusta que recebeu o valor “4”. É importante notar que estes valores não são quantitativos ou julgamentos, e sim valores

indicados apenas para permitirem a separação das tipologias, tendo função de as tornarem seletivas ou nominais.

No mapa de Declividades foram selecionadas as legendas de acordo as faixas definidas pela legislação brasileira para autorização de parcelamento e ocupação do solo, e segundo os interesses de análise para proteção das áreas verdes. As faixas foram de 0-5% identificadas como áreas com predisposição a inundações, para as quais se atribuiu o valor “100”; de 5 –30% como áreas adequadas à expansão urbana e que merecem atenção para manutenção, preservação ou requalificação das áreas verdes, para as quais foi atribuído o valor “200”; de 30 – 47% como áreas adequadas para manutenção e requalificação das áreas verdes, mas que ainda podem ser aceitas para a ocupação, contando que apresentem laudos geotécnicos, para as quais foi atribuído o valor “300”; e as áreas de declividade > 47% que são consideradas não edificáveis e de proteção ambiental (AUR – Áreas de Uso Restrito no Novo Código Florestal - Lei Federal 12.651/2012), para as quais foi atribuído o valor “500”. Destaca-se, mais uma vez, que os valores atribuídos não têm caráter quantitativo ou ordenado, de julgamento de importância, mas apenas atuam na álgebra como separadores de combinações existentes, pois resultam em valores unívocos que permitem identificar cada combinação.

A primeira integração, de mapa de Declividades com o mapa de Uso do Solo, forneceu o resultado parcial da análise, base para o resultado final. (Figura 15). O esquema de legenda e cores do existente (vermelho), não apropriado (amarelo), algum interesse (verde claro), médio interesse (verde médio) e alto interesse (verde escuro) segue o modo de utilização de sistemas no workshop de Geodesign (STEINITZ, 2012).

Figura 15. Esquema lógico aplicado ao sistema Green da Análise Combinatória, que verifica as ocorrências simultâneas de tipologias do uso do solo com faixas de declividade, e propõem um julgamento segundo o interesse em se realizar ações de proteção, ou mesmo identifica situações em as áreas já têm alguma condição de proteção por lei (no caso restrição ao uso por declividades acima de 47%).

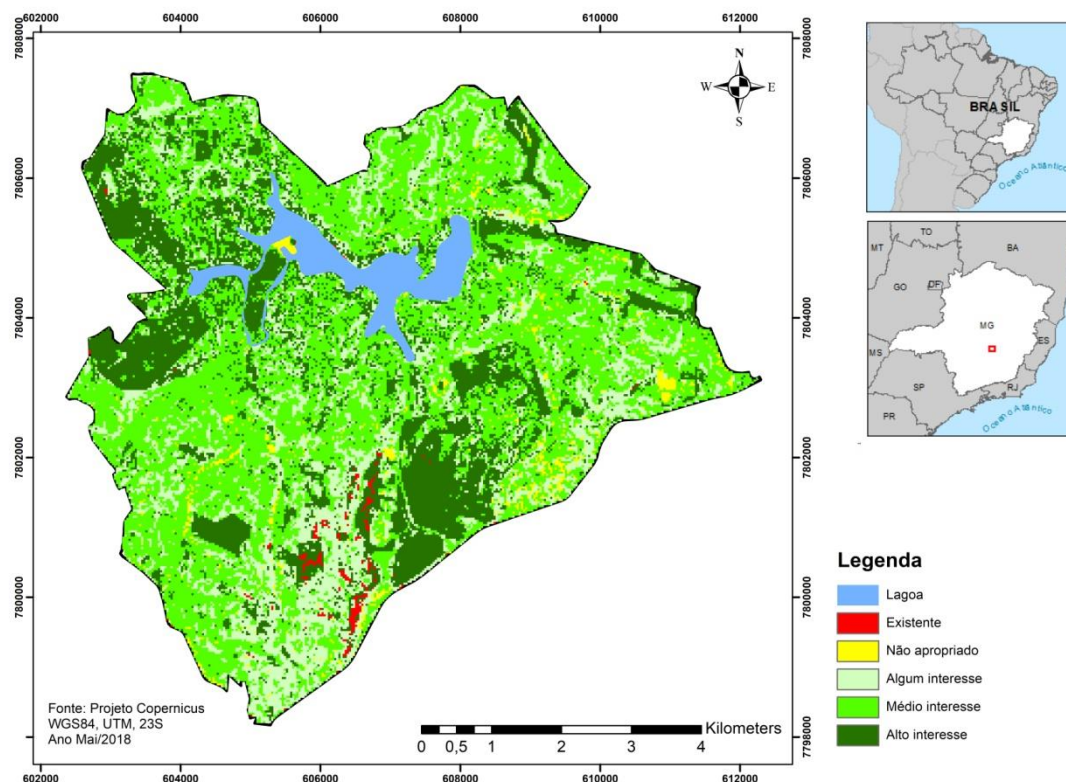
DECLIVIDADE \ USO DO SOLO		Áreas impermeáveis/ Solo exposto/ água ou sombra	Vegetação gramínea	Vegetação arbustiva	Vegetação robusta
		1	2	3	4
0-5 %	100	101	102	103	104
5-13%	200	201	202	203	204
13-30%	300	301	302	303	304
30-47%	400	401	402	403	404
> 47%	500	501	502	503	504

- Existente para proteção das áreas verdes por lei relativa a proteção de declividade: 502, 503, 504
- Não apropriado /inapropriado para proteção das áreas verdes: 101, 201, 301, 401, 501
- Algum interesse para proteção das áreas verdes : 302, 303, 402, 403
- Médio interesse para proteção das áreas verdes : 102, 103, 202, 203
- Alto interesse para proteção das áreas verdes : 104, 204, 304, 404

Fonte: Os autores.

O resultado parcial da combinação entre as variáveis de declividade e de uso do solo gerou o mapa da Figura 16, que apresenta as áreas em vermelho como “existente” devido a proteção já definida por lei, as áreas em amarelo como “não apropriado” por não apresentarem altas declividades e nem cobertura vegetal expressiva, e as áreas em três tons de verde como “alto”, “médio” e “baixo” interesse para a proteção. (Figura 16).





Figura 16. Mapa do resultado parcial da primeira aplicação da Análise Combinatória.



Fonte: Os autores.

Posteriormente, foi realizado a segunda Análise Combinatória para elaboração do resultado final (Figura 17), compondo o resultado parcial obtido na Figura 16 com uma nova variável, relativa às áreas verdes protegidas (ZPAMs, parques e Estação Ecológica).

Figura 17. Esquema de aplicação da Análise Combinatória como o resultado final.

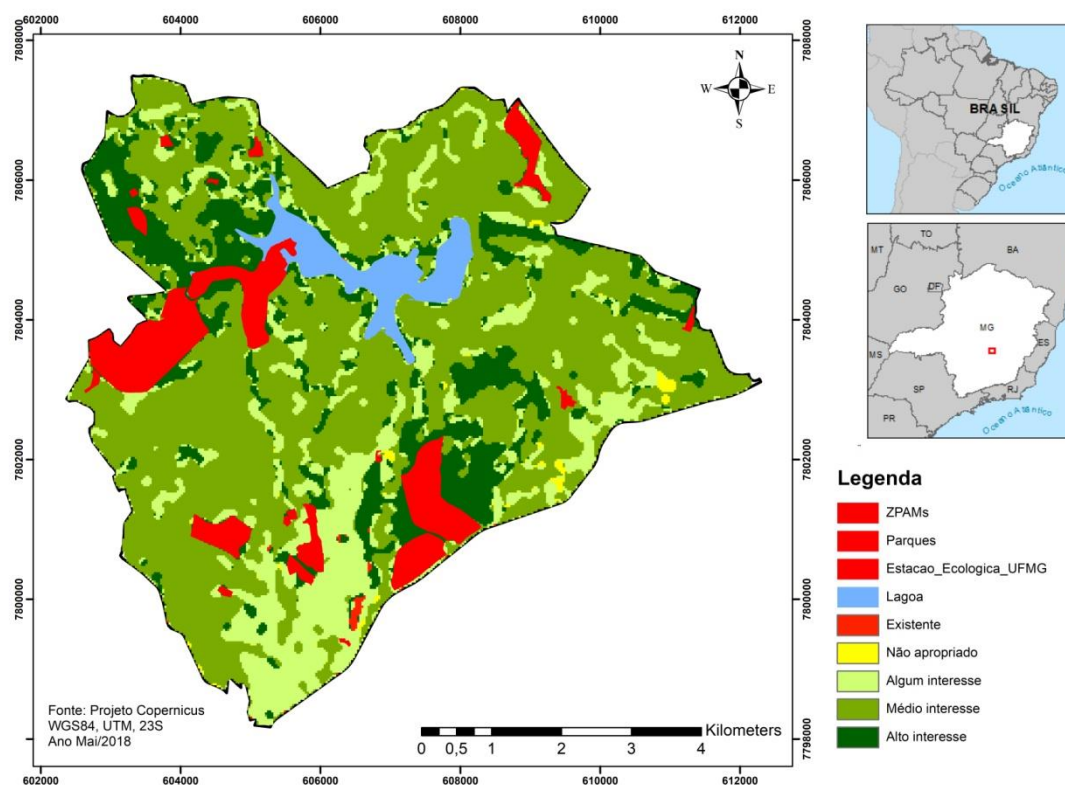
	Existente para proteção das áreas verdes por altas declividades e pela presença de áreas verdes já protegidas: 101, 102, 103, 104, 201	USO DO SOLO& DECLIVIDADE		EXISTENTE	NÃO APROPRIADO	ALGUM INTERESSE	MÉDIO INTERESSE	ALTA INTERESSE
				Não apropriado /inapropriado para proteção das áreas verdes:202		Algum interesse para proteção das áreas verdes : 203		Médio interesse para proteção das áreas verdes : 204
ÁREAS VERDES JÁ PROTEGIDAS (Parques, ZPAMs, estações ecológicas)		1	2	3		4		5
SIM		100	101	102	103	104	105	
NÃO		200	201	202	203	204	205	

Fonte: Os autores.

Após a combinação final, chegou-se no Mapa de Avaliação do sistema Green (Figura 18), no qual as áreas na cor vermelha são áreas verdes que já são protegidas por lei municipal (são ZPAMs, parques e Estação Ecológica) e que não demandam atenção pelos participantes da workshop de Geodesign que irão propor políticas e projetos de preservação de áreas verdes. As áreas na cor amarela são classificadas com não apropriadas por não apresentarem cobertura vegetal expressiva desde o julgamento anterior. As áreas em tons de verde (claro – de alguma importância, médio – de média

importância, e escuro - muito importante) indicam o grau de relevância para se propor projetos e políticas no workshop de Geodesign, por serem áreas de cujas condições de cobertura vegetal e condições de declividades foram analisadas e avaliadas, além de não serem áreas já protegidas legalmente (ZPAMs, praças e Estação Ecológica). Nos tons de verde estão as áreas prioritárias para novas propostas de proteção, recuperação e ou requalificação das áreas verdes nesta região da cidade. (Figura 18).

Figura 18. Green System - Análise Combinatória, no mapa com o resultado final foram identificadas as áreas adotando a relação de cores utilizadas para sistemas no GeodesignHub®, que é a plataforma digital utilizada no workshop de Geodesign. As áreas com recursos já implantados ou existentes estão em vermelho, as áreas não apropriadas para proteção estão em amarelo, e as áreas em verde que são as que merecem atenção quanto a promoção e manutenção das áreas verdes (em três níveis de verde segundo a importância para propostas de projetos e políticas).



Fonte: Os autores.

Pesos de Evidência - sistema GREEN

Para elaborar uma análise para o sistema “Green” com o método de Pesos de Evidência foi realizado o procedimento de atribuição de pesos e notas nos mapas de declividade, uso do solo e áreas verdes protegidas.

Partindo do resultado de Delphi que analisou a importância dos interesses para proteção das áreas verdes, observou-se que os entrevistados indicaram as áreas já protegidas (compostas por ZPAMs, parques e Estações Ecológicas) como menos importantes, pois elas já têm políticas públicas instaladas. Na consulta foi indicado o peso de 23% para áreas verdes protegidas, 45% para uso do solo e 32% para declividades, somando 100% os pesos das três variáveis. Além dos pesos das variáveis foram atribuídos valores para

os componentes de legenda de cada uma, que indicam o grau de pertinência para o motivo de investigação, no caso a proteção de áreas verdes. Foram definidos os seguintes pesos e notas (Figura 19).

Figura 19. Pesos e notas atribuídos pelo Delphi para elaboração do mapa com o resultado do método de Pesos de Evidência.

ÁREAS VERDES PROTEGIDAS (peso 23%)		USO DO SOLO (peso 45%)		DECLIVIDADES (peso 32%)	
TIPO	NOTA	TIPO	NOTA	TIPO	NOTA
ZPAM	6	Áreas impermeáveis , solo exposto, sombra ou água	1	0 - 5%	1
Parque aberto a visitação	8	Veg. gramínea	3	5 - 13%	3
Parque fechado a visitação	7	Veg. arbustiva	7	13 - 30%	6
Áreas não protegidas	5	Veg. Robusta expressiva	10	30 - 47%	8
Estação ecológica	10	-	-	> 47%	10

Fonte: Os autores.

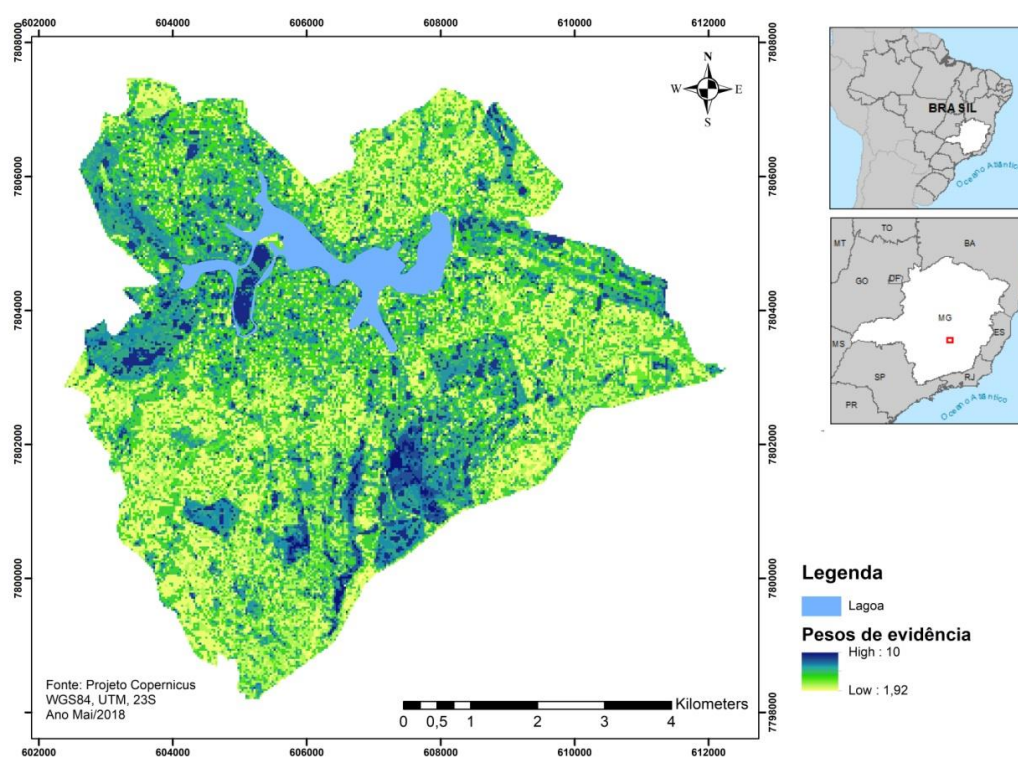
Após a aplicação do método por Pesos e Evidência obtém-se o mapa que representa um *ranking* de importância de preservação, a juízo dos entrevistados, no qual se pode observar o resultado do menor para o maior valor (Figura 20). As áreas na tonalidade do azul ao verde médio são as áreas com maior potencial para preservação das áreas verdes e as áreas nos tons verde claro ao amarelo são as áreas com menor potencial para preservação.

O resultado da Pesos de Evidência é agrupado em faixas e recebe as cores utilizadas no GeodesignHub®, plataforma digital utilizada no workshop de Geodesign. As áreas em amarelo são aquelas não apropriadas para preservação das áreas verdes, as áreas em verde claro são as que podem ter algum interesse de preservação, as áreas em verde médio significam médio interesse para preservação e as áreas na cor verde escuro são de alto interesse para preservação (Figura 21).

Nota-se que neste mapa indica apenas um *ranking* de interesses para preservação de recursos ainda expressivos, mas que cabe ainda informar onde já existem ações de preservação que serão colocadas em vermelho com a categoria “existente” para que durante o workshop de Geodesign os participantes não precisem propor preservação para onde a questão já foi resolvida. Não há as áreas em vermelho porque ao se criar um *ranking* os dados não são evidenciados de forma individual e têm seus valores misturados aos de outros dados na composição de um índice relativo a uma totalidade, isto é, há uma hierarquização dos valores do menos ao mais importante, sem destaque específico de qualquer aspecto. Desta forma, todas as áreas em verde são passíveis de receberem propostas de políticas ou projetos, sendo as em amarelo não indicadas por ausência de um mínimo de condições ou justificativa para preservação.

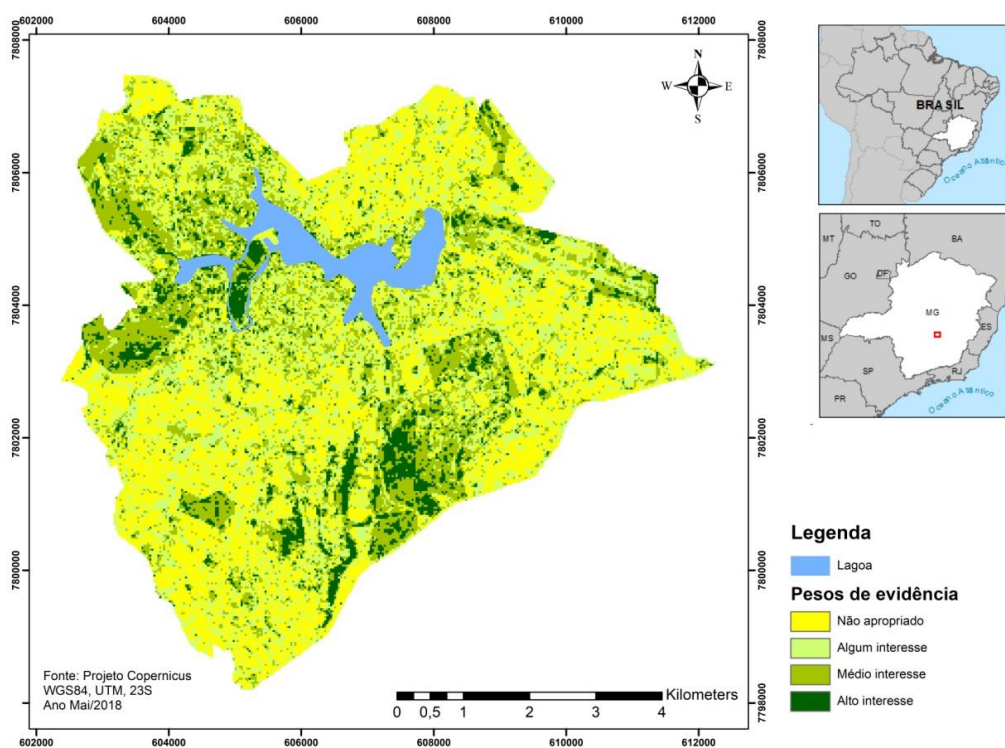
Figura 20. Resultado da Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência que

apresenta um *ranking* classificatório da mais importa ao menos importante



Fonte: Os autores.

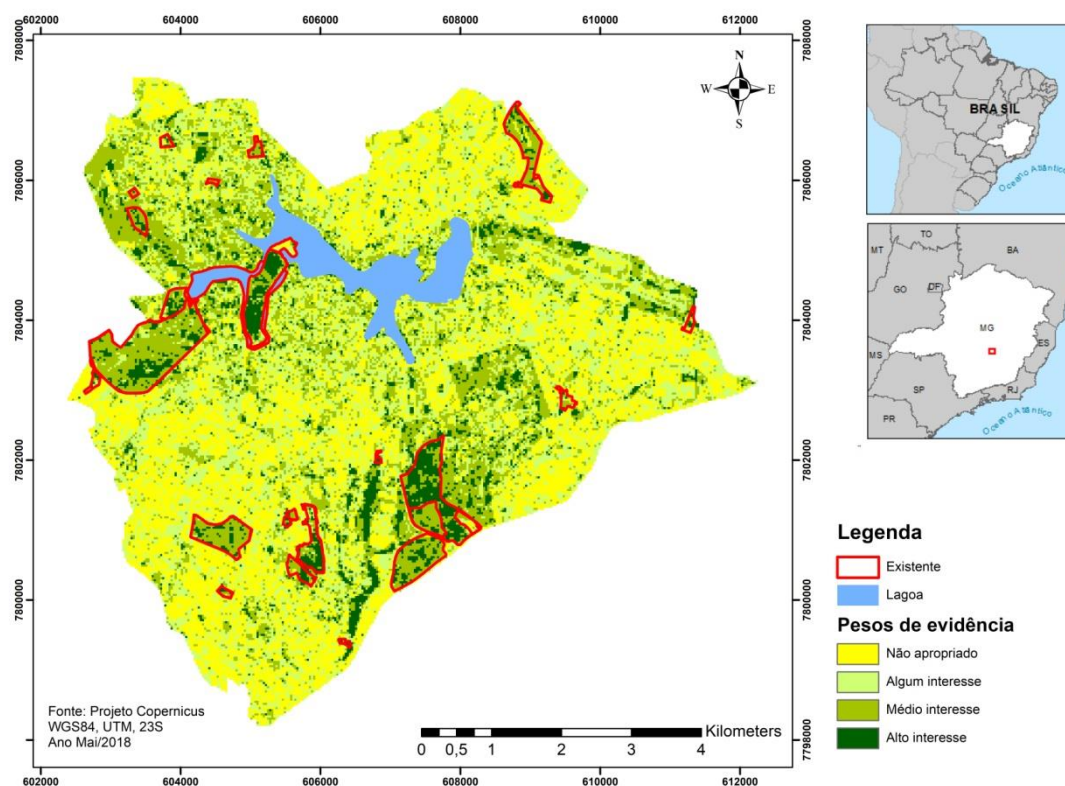
Figura 21. Classificação do mapa de Pesos de Evidencia em faixas seguindo as cores empregada no GeodesignHub®, plataforma utilizada no workshop de Geodesign.



Fonte: Os autores.

O produto da multicritérios por Pesos de Evidência é a hierarquização do potencial das áreas para que sejam elaborada propostas de projetos e políticas, de modo que a indicação das áreas que já se encontram resolvidas devem ser acrescentada sobre o mesmo (Figura 22).

Figura 22. Resultado da Análise de Multicritérios por Pesos de Evidência para indicação das áreas prioritárias para projetos e políticas de áreas verdes, com sobreposição da indicação de áreas já protegidas (ZPAMs, parques e E.E.).



Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desse artigo foi analisar e demonstrar o uso de diferentes métodos da Análise Multicritérios, para auxiliar o pesquisador a identificar em que situação eles são mais indicados, demonstrando os prós e os contras de cada um. Vale salientar que cada sistema a ser construído para um workshop de Geodesign responde a características próprias e a demandas do estudo de acordo com o território. Desta maneira há de se observar os resultados avaliando as peculiaridades de cada um, julgando o mais adequado para cada sistema para o cumprimento do objetivo pretendido.

Foram demonstrados os usos dos métodos de Análise Combinatória e de Pesos de Evidência. Para fim de exemplificação foram escolhidas como variáveis iniciais de trabalho as camadas de declividade, uso do solo e áreas protegidas. Porém, em ambos os métodos, em etapas seguintes podem e devem ser inseridas novas variáveis, tais como as relacionadas às APP's (recursos hídricos e topos de morro).

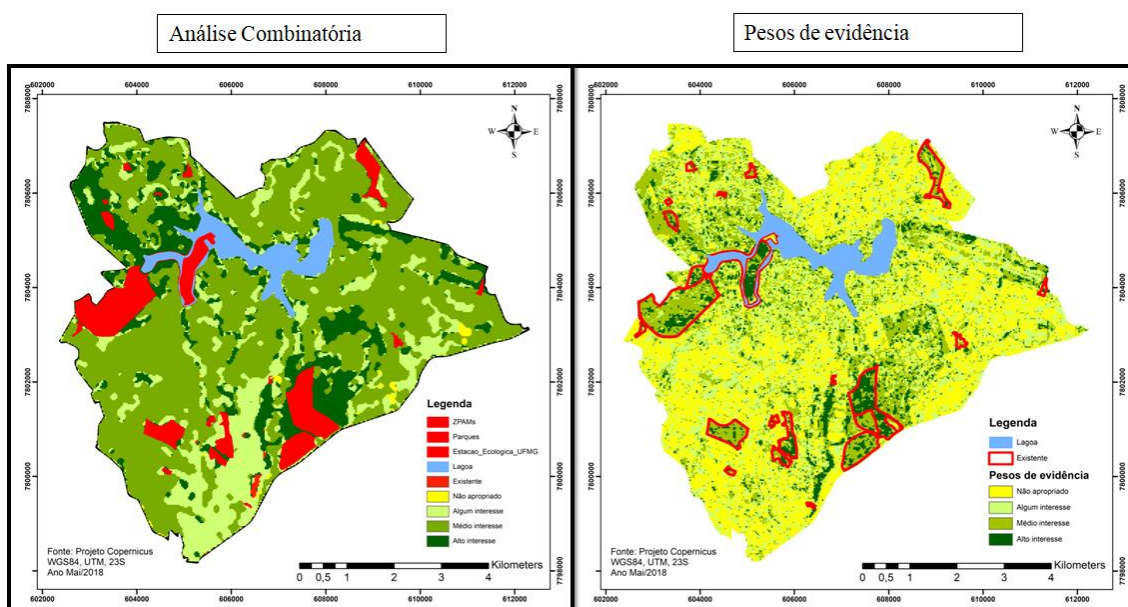
O nível de complexidade do resultado dependerá do organizador e de suas escolhas de variáveis, conhecida a realidade e seus objetivos para dar suporte ao co-criação de ideias no Geodesign ou para dar suporte ao desenvolvimento detalhado dessas ideias por parte do corpo técnico.

A comparação do resultado final dos mapas elaborados pela Análise Combinatória e a por Pesos de Evidência (Figura 23) demonstra que, para os objetivos de investigação do sistema “Green”, com a função de indicar áreas para se propor novos projetos e políticas para áreas verdes, o mapa elaborado pela Análise Combinatória é o ideal. Isto porque ele serve de guia para as propostas já indicando as áreas onde é desnecessário investir recursos porque já há ações públicas de proteção, áreas onde é inútil porque não há recursos a serem protegidos, e áreas onde as ideias são bem-vindas. Contudo, se o autor pensar que as áreas já protegidas (por serem ZPAMs, parques e Estação Ecológica) também devem ser incluídas entre as áreas de interesse, para receberem políticas e projetos, este mapa não é o mais indicado.

Já o resultado elaborado a partir do método de Pesos de Evidência, que conforme explicado apresenta um *ranking* de interesses resultante da integração de fatores ponderados, mesmo nas áreas em delimitadas em vermelho (que são onde há ZPAMs, parques e Estações Ecológicas já instaladas) há classificações de níveis de interesse, dentro do mesmo *ranking*.

Este tipo de mapa em geral é mais útil para os gestores que irão desenvolver os projetos e as políticas propostos na etapa de criação de acordo coletivo no Geodesign, pois ele pode detalhar com mais precisão onde implantar os recursos. Uma vez recebido o polígono de uma ideia proposta no workshop, o técnico a detalha com mais precisão, pois há níveis de interesse dentro das manchas desenhadas genericamente. (Figura 23).

Figura 23. Mapas finais a partir do método de Análise Combinatória e do método de Pesos de evidência.



Fonte: Os autores.

Ao facilitar o entendimento de cada método e sua utilização para elaboração de sistemas, espera-se auxiliar os organizadores de workshops de Geodesign na escolha de como trabalhar os dados para que eles sejam suporte à tomada de decisões. Os sistemas são bases sobre o quais se discutem as necessidades do território, segundo suas vulnerabilidades e potencialidades, então cabe ao organizador decidir sobre como este suporte deve ser composto, para realmente destacar as questões principais sobre o território.

O processo aqui apresentado é útil não apenas para se produzir sistemas, como também para qualquer usuário de geoprocessamento que precise decidir sobre qual método de Análise de Multicritérios que é o mais indicado para seus objetivos de investigação. E isto apenas ele pode decidir, mas sempre respeitando o compromisso em produzir um mapa que retrate a realidade segundo os olhares e expectativas do grupo tomador de decisões.

As ferramentas de geoprocessamento estão cada vez mais acessíveis aos usuários, em aplicativos gratuitos ou não. Os processos aqui explicados requerem experiência no uso de SIGs, mas já estão em desenvolvimento aplicativos que automatizam os mesmos modelos, na forma de *scripts* que trabalham na nuvem e de acesso pela *web* (Rocha et. al, 2018).

Estas novas possibilidades ampliarão a produção de modelos que poderão ser utilizados por *GIS consumers* (consumidores de dados de Sistemas de Informações Geográficas) e não apenas elaborados por *GIS producers* (produtores de dados de Sistemas de Informações Geográficas).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio através do projeto “Geodesign e Modelagem Paramétrica da Ocupação Territorial: Geoprocessamento para a proposição de um Plano Diretor da Paisagem para a região do Quadrilátero Ferrífero-MG”, Processo 401066/2016-9, Edital Universal 01/2016.

À Capes pela bolsa de Doutorado 2015-2019.

Os autores agradecem à PBH pelo acesso aos dados que favoreceram a elaboração de mapas e sistemas para o workshop Geodesign Pampulha.

CRÉDITOS

O conteúdo deste artigo foi desenvolvido para suporte ao workshop de Geodesign Pampulha, por ocasião do *Geodesign South America 2017*.

BIBLIOGRAFIA

- Bertalanffy, L. V., 1968. *General System Theory*. G. Braziller, 289 p.
- Bonham-Carter, G. 1994. *Geographic Information Systems for Geoscientists; modelling with GIS*. Ottawa, Pergamon. 397 p.
- Brasil. *Lei n. 12.727 de 17 de outubro de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: < <https://goo.gl/oUX5jT> > Acesso em: 08/09/2018
- Carsalade, F.; Castro, M.A.R. 2011. A experiência de conservação do Iate Tênis Clube da Pampulha como indicador da importância da abordagem contextual. Artigo apresentado no 9º seminário *DOCOMOMO Brasil interdisciplinaridade e experiências em documentação e preservação do patrimônio recente*. Brasília, jun 2011.
- Chorley, R., Haggett, P. 1967. *Models in Geography*. London, Methuen, 816 p.
- Cordeiro, J.P.; Barbosa, C. C. F.; Câmara, G. 2007. Álgebra de campos e objetos. In.: *Análise espacial de dados geográficos*.
- Dalkey, N. C.; Helmer, O. 1963. An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3): 458-467.
- Groenwald, C. L.; Oliveira, N. Z.; Homa, L.; Ryokiti, A.I. 2009. Didactic Sequence with Combinatory Analysis according to the SCORM Standard. *Bolema*, 22(34): 27-56.
- IPHAN – National Institute of Historical and Artistic Heritage. 2014. *Nomination Dossier of the Pampulha Modern Ensemble for Inscription on the World Heritage List*. 552 p.
- Linstone, H.; Turoff, M. 2002. *The Delphi Method: Techniques and Applications*. Turoff and Linstone. 618 p.
- Magalhães, D.M. 2013. *Análise dos espaços verdes remanescentes na mancha urbana conurbada de Belo Horizonte - MG apoiada por métricas de paisagem*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFMG.
- McHarg, I. 1969. *Design with nature*. American Museum of Natural History, 197 p.
- Motta, S. R. F.; Moura, A.C.M.; Ribeiro, S. R. 2017. Ampliando do data-driven e knowledge-driven para propor o visual-driven na análise de multicritérios: estudo de caso de modelagem em Grasshopper+Rhino3D. *Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto*, 69(8): 1521-1535.
- Moura, A.C.M. 2005. *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano*. 2ª edição. Belo Horizonte: Ed. da autora.
- Moura, A.C.M. 2007. Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análises de Multicritérios. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 2899-2906, 2007.
- Rocha, N. A.; Moura, A.C.M.; Ballal, H.; Rezende, C.; Neteler, M. 2018. From the logic of desktop to web services applications in GIS: the construction of basic evaluation maps to support urban planning and co-design. *Tema - Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 11 (in press, no prelo).
- Rocha, N.A.; SENA, I.S.; Fonseca, B.M.; Moura, A.C.M. 2016. Association between a spectral index and a landscape index for mapping and analysis of urban vegetation

cover. In: *9th International Conference on Innovation in Urban and Regional Planning*, Torino.

Saaty, T. L. 1990. How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operations Research*, 28:9-26.

Santos, L.F.M. 2011. *SIG e álgebra de mapas na elaboração de um mapa de potencial de erosão em áreas de silvicultura*. Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

Steinitz, Carl. 2012. *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. Redlands: ESRI Press.

Tomlin, C.D. 1990. *Geographic information systems and cartographic modeling*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

© Nicole Andrade da Rocha – Pedro Casagrande – Ana Clara Mourão Moura

Rocha, N.A.; Casagrande, P.; Moura, A.C.M. 2018. Análise Combinatória e Pesos de Evidência na produção de Análise de Multicritérios em modelos de avaliação. ***Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)***. 10(Número especial) Sección I:49-74.

On-line: www.revistageosig.wixsite.com/geosig

Recibido: Por ocasião do *Geodesign South America 2017*, UFMG, Brasil

Aceptado: Setembro 2018