

JOSENEY RODRIGUES MORO
RADEGAZ NASSER JUNIOR

FATORES AMBIENTAIS: VALORAÇÃO ESPACIAL EM CONTEXTO

Trabalho Ambiental

Goiânia/GO
2021

Fatores Ambientais: Valoração Espacial em Contexto

RESUMO

Esta pesquisa buscou examinar códigos alocados para valoração ambiental, apresentada pelo IBAPE-SP no ano de 2020 em um exame regional para um município da região serrana do Estado do Espírito Santo. A metodologia aplicada é com ferramentas de geoprocessamento em conjunto com técnicas utilizadas para banco de dados espaciais. Em sua maioria com apresentação do código dos algoritmos desenvolvidos para avaliar os fatores ambientais de: i) Permeabilidade, ii) Declividade, iii) Pluviometria, iv) Cobertura vegetal e v) Porte de vegetação. Os resultados mostraram que o município com estrutura fundiária majoritariamente é composta de minifúndios e pequenos imóveis rurais. Ocorre predominância de afloramento em médios e pequenos imóveis, mas o fator declividade, caracterizado como minifúndio, foi o que mais teve este código alocado. Ao que se refere a cobertura vegetal, os pequenos imóveis também apresentam maior quantidade de mata nativa e com pesos de importância relativamente em segunda colocação. O fator porte florestal confirmou que imóveis com módulo fiscal igual ou inferior a quatro concentram maior porcentagem de mata nativa e em estágio inicial de regeneração.

Palavras chaves: ***Valoração ambiental, Postgis, Geomática***

1 INTRODUÇÃO

1.1 Exposição Preliminar

1.1.1 Valor Ambiental

A cartilha para valoração de áreas ambientais apresentada pelo IBAPE-SP , contribui enormemente para a lacuna de como elaborar pesos e valores para áreas com restrições ambientais. Tema muito bem exposto por Sertã [2019], apresentando parâmetros e fatores como pesos para cálculo de degradações ambientais.

Em Nadalini [2015] estão apresentados parâmetros de severidade e ocorrência muito bem descritos e com valoroso conhecimento científico. Novamente Nadalini [2017] o expõe um estudo de caso, mas também brindando com um software para avaliação da preservação de ecossistemas, denominado de "SAPRECo"

O ilustre professor Nasser [2017] estabelece atributos por códigos alocados para valor cênico de bens naturais. E Comarella [2015] também estabelece pesos ou notas para indicadores de relevo, cota, pedoclimáticas, corredores ecológicos e alterações antrópicas.

1.1.2 Valor de Imóveis Rurais

Em uma das primeiras obras a nível nacional Lepsch [1983], estabelece-se um fluxograma para o planejamento de uso racional da terra, com três pilares de decisão para levantamento dos dados conforme a Figura 1.

Figura 1: Fluxograma do Planejamento do Uso Racional da Terra



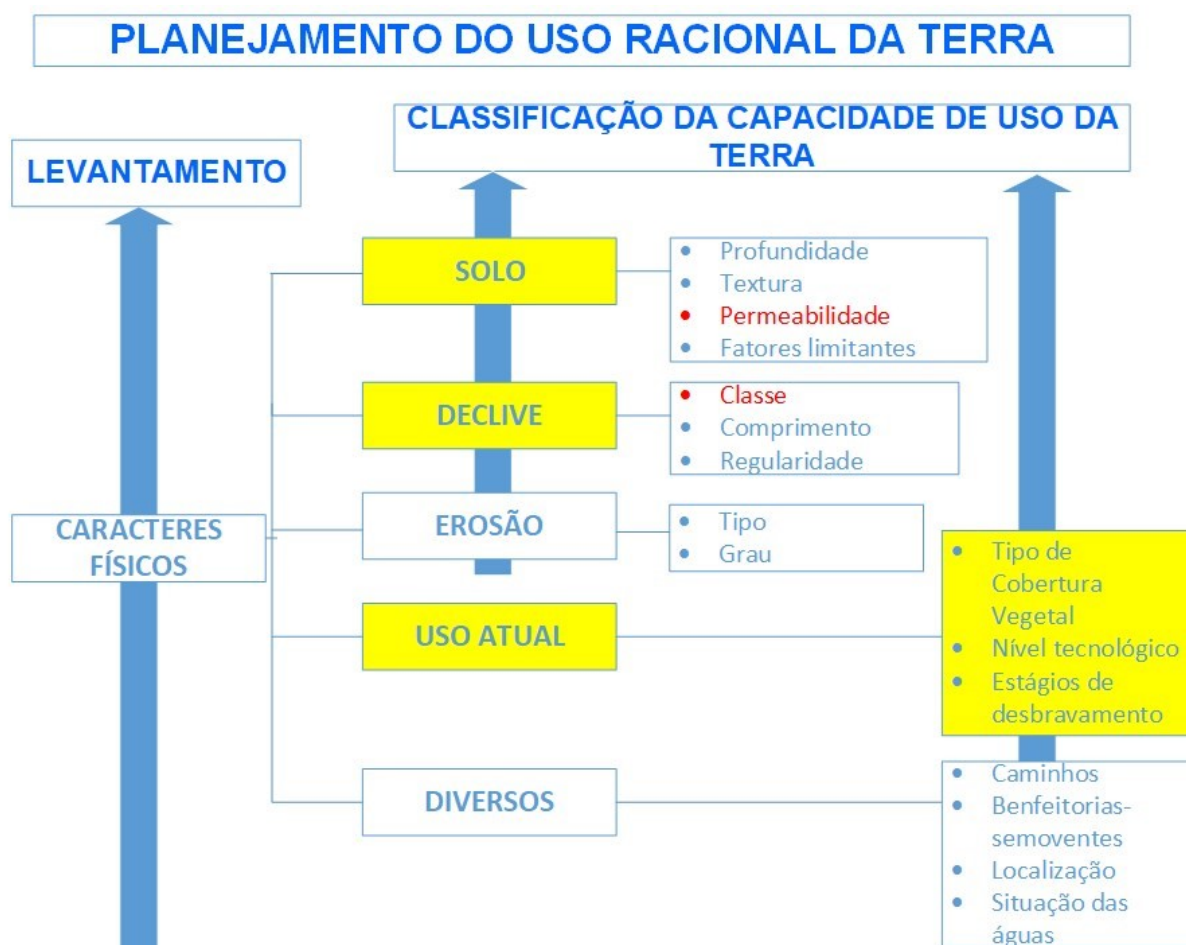
Adaptação de: Lepsch [1983]

Na obra de Lima [2011] estão dados o valor das propriedades rurais além de situação, produções vegetais, máquinas, mercado consumidor, semoventes, entre outras. Leva em consideração o levantamento de ativos ou passivos ambientais.

E da mesma forma, na avaliação do potencial agrícola pela capacidade do uso de terras por Cunha [2019], citando (Rosener; Hocheim, 2016), diz que "[...] a determinação da capacidade de uso pode apresentar grau de subjetivismo, a depender da sua forma de mensuração[...]"

Ao separarmos apenas algumas dessas variáveis dos caracteres físicos e destacarmos como na Figura 2, teremos as mesmas variáveis das obras mencionadas.

Figura 2: Fluxograma com Planejamento do Uso Racional da Terra



Adaptação de: Lepsch [1983]

Ainda baseados nestas obras e diante dessa conjuntura de ponderação e valorização de critérios ambientais, elaboramos a pergunta de nosso trabalho.

1.1.3 Objetivo e Hipóteses

As variáveis ambientais com os códigos alocados na cartilha do IBAPE - SP em 2020, merecem ser testadas com um estudo descritivo, e seu devido grau de importância sobre um local com relevo altamente ondulado, o qual com frações de regionais assemelhando-se a escarpado. E ainda como valores alocados se comportam analisando todo um município de acordo com a estrutura fundiária.

Entende-se, inicialmente como hipótese, que a cartilha determinou sobrepeso para o grau de importância a frações de área junto as margens de rios e córregos em detrimento a locais de uso restrito e em encostas de morros, também caracterizados como APP - Área de Proteção Ambiental, sendo que estas compõem parte considerável do local estudado.

E ao mesmo tempo são quantificadas as commodities ambientais de uso indireto, de acordo com Arantes [2016].

1.1.4 Revisão de Conceitos

Primeiramente, devem ser lembrados conceitos, pois uma base de dados ou informações não é um banco de dados.

Banco de dados

A semântica apropriada em Paredes [1994], citando Tomlinson (1972), **dado** refere-se a qualquer obtenção de medidas e este mesmo autor citando Sucetu (1985) e Fragomeni (1986), "[...], *dado significa a representação de fatos, medidas, conceitos [...]* " sejam por interpretação manual ou automática.

De acordo com Oliveira [2009] " [...], *uma tabela pode ser entendida como um conjunto de linhas e coluna, as colunas de uma tabela qualificam cada elemento (no caso, a linha) com as informações relacionadas ao objeto [...]*". Por isso dados são organizados em tabelas, formatados e estruturados de acordo com o seu tipo, podendo ser booleano, flutuante, numérico, string, raster, vetorial ou geométrico. E pode ser caracterizada como base de dados.

No entanto, se esta base de dados estiver com atributos persistência, relacionados, codificados, pode ser considerado com um banco de dados Date [1941]

E para Werlich [2018], bancos de dados são coleções inter-relacionadas de arquivos, que no caso são tabelas e que visam proteger, controlar e acessar informações contidas em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD . E com esta consistência, fornecer dados para as diversas aplicações ou aplicativos, ou seja, softwares, preservando assim sua atomicidade, consistência, isolamento e durabilidade.

Ainda em Werlich [2018], citando Abreu e Machado(2004) " [...], *o projeto de um SGBD é uma atividade complexa que inclui planejamento, especificações e desenvolvimento de vários componentes [...]* " dentre essas atividade, pode-se destacar: a) Análise de requisitos, b) Modelo conceitual, c) Modelo lógico e d) Modelo físico.

Face ao exposto anteriormente, o termo "arquitetura de sistema" torna-se apropriado, pois tudo deve estar no perfeito lugar e na perfeita harmonia para o funcionamento primoroso. E uma das formas de apresentar a modelagem de entidades é através do **Diagrama de Entidade-Relacionamento - DER**, ou vulgarmente conhecido com "*diagrama pé de galinha*" apresentado na Figura 3.

1.1.5 Por que um Banco de Dados Geográfico

Quando queremos cruzar informações e suas interferências, mensurando e ao mesmo tempo de forma dinâmica, independente da quantidade, volume de dados, formato de disposição, garantindo a confiabilidade, essa é a resposta para que seja usado um banco de dados geográficos.

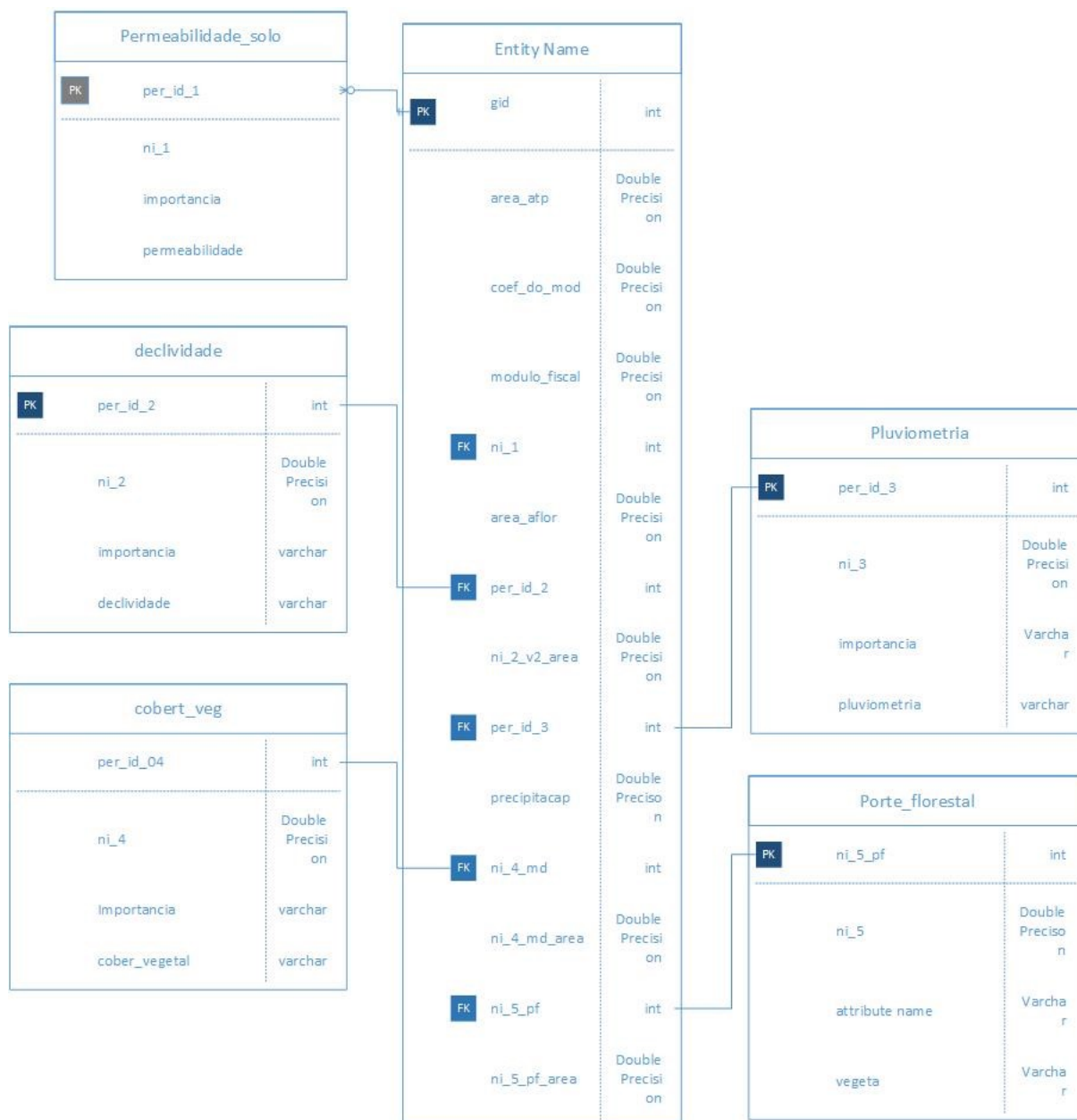
E nada melhor que um SGBD robusto, de código aberto, com uma estrutura de suporte à dados vetoriais e raster, que possibilite a criação de índices para melhora de resposta e fácil implementação, como o POSTGRESQL.

Com a extensão espacial Postgis, tarefas que em atividades manuais demorariam horas, este SGBD faz em poucos segundo, e com criação de scripts customizados, pode ser replicado às pesquisas independente de local e hora. Com descrito em Marquez [2015] a biblioteca GDAL, que corresponde a Abstração de Dados Geoespacial, possibilita a conversão de vários formatos de entrada e de saída de dados.

Segundo Santos [2017], as operações espaciais por linguagem de consulta estruturada - SQL possibilitam a consulta de funções espaciais retornando geometrias ou valores numéricos. Para este estudo serão utilizadas as funções apresentadas na Tabela 1.

E o diagrama de entidade de relacionamento é declarado na Figura 3.

Figura 3: Modelagem Conceitual



Fonte: Os Autores

Tabela 1: Funções Espaciais Utilizadas neste estudo

Operações	Funções Espaciais
Cálculo de área	ST_Area
Interseção de geometrias	ST_Intersects
Cálculo de declividade	ST_Slope
Classificação de raster	ST_Reclass
Geometrias Intercedidas	ST_Intersection
Tranformação de raster para geometria	ST_DumpAsPolygons
Fonte:Elaborada pelos autores com base em Postgis [2021]	

1.2 Módulo Fiscal

Segundo Arantes [2017], os imóveis rurais são classificados de acordo com suas dimensões de área. E Oliveira [2017] esclarece na Instrução Especial nº 20, de 1980, que o INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - por meio de publicação do "Índices Básicos" sendo a última do ano de 2013 - estabelece, por município, o módulo fiscal em hectares e a fração mínima de parcelamento. A classificação estabelecidas pela Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, a ordem é :

1. Minifúndio: imóvel rural com área inferior a 1 módulo fiscal;
2. Pequena Propriedade: imóvel com área entre 1 e 4 módulos fiscais;
3. Média Propriedade: imóvel rural de área superior a 4 e até 15 módulos fiscais;
4. Grande Propriedade: imóvel rural de área superior a 15 módulos fiscais.

E a NBR14653-3 em seu item 5 - Classificação dos bens, seus frutos e direitos - também descreve estes índices.

1.3 Meio Ambiente

A definição de meio ambiente é muito ampla para obra "Direito Ambiental: Esquemático" temos.

... "A definição legal do meio ambiente se encontra insculpida no artigo 3.º, I, da Lei 6.938/1981, que pontifica que o meio ambiente é "o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas". ...

Amado, 2014

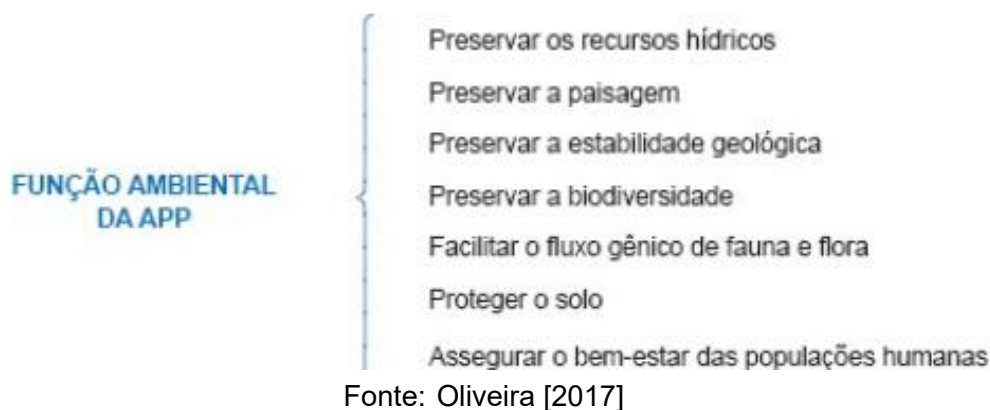
1.3.1 Áreas De Preservação Permanente -APP

A definição de Área de Preservação Permanente (APP), possui aspectos técnicos e legais, a seguir são comentados alguns deles, segundo Oliveira [2017]:

...
"Segundo o Código Florestal, considera-se Área de Preservação Permanente (APP) a "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas"(art. 3o, II)..."
 ...

E a Figura esquemática demonstra suas aplicações.

Figura 4: Função da APP- Área de Preservação Permanente



As faixas marginais de preservação de cursos hídricos apresentados pelo atual código florestal, Tabela 2, causam controvérsias de interpretação, pois utilizam duas formas de leitura.

Tabela 2: Restrição de Uso por Tipo de Relevo

Art 4º		Art 61	
Faixas Marginais	Cursos d'água	Dimensão	APP'S
30m	10 metros	Até 01 Modulo	5 metros
50m	10 a 50 metros	De 01 até 02	8 metros
100m	50 a 200 metros	De 02 a 04	15 metros
500m	Superior a 200	Acima de 04 Modulos	(1/2) da largura rio

Fonte: Compilado pelos Autores do Código Florestal

Da mesma forma quando se determina se o local está em APP necessita-se observar o aspecto do corpo do regime hídrico, segundo os incisos XII a XIV do artigo 2 do Decreto 7.830/2012.

- Rio Perene - Corpo de água lótipo que possui naturalmente escoamento superficial durante todo o período do ano;
- Rio Intermitente - Corpo de água lótipo que naturalmente não apresenta escoamento superficial por períodos do ano;

- Rio Efêmero - Corpo de água lóxico que possui escoamento superficial apenas durante o imediato período de precipitação.

Em outras palavras, para se determinar a APP necessita-se saber se o rio é perene ou não, o que varia diretamente na área a ser destinada de preservação.

1.3.2 Áreas de Uso Restrito -ARU

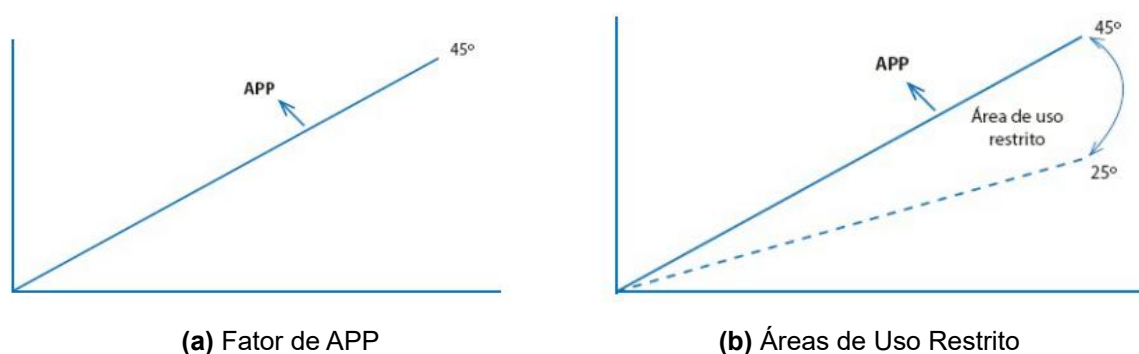
Para Trennepohl [2020] :

...
 "(...) A Lei n. 12.651/12 trouxe, no art. 59, as regras para a suspensão da exigibilidade das multas aplicadas por desmatamentos ocorridos anteriormente a 22 de julho de 2008 em áreas de preservação permanente, de reserva legal ou de uso restrito, mediante a inscrição do imóvel rural no CAR e à adesão aos Programas de Regularização Ambiental - PRAs."
 ...

Destaca-se o trecho da obra de Oliveira, 2017 "(...) em áreas de inclinação entre 25° e 45° serão admitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agrônômicas (...)".

De acordo com Lehefeld [2015] "Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012: "Art. 2.º, III - termo de compromisso - documento formal de adesão ao Programa de Regularização Ambiental - PRA, que contenha, no mínimo, os compromissos de manter, recuperar ou recompor as áreas de preservação permanente, de reserva legal e de uso restrito do imóvel rural, ou ainda de compensar áreas de reserva legal"."

Figura 5: Localização da área de estudo



Fonte: Oliveira [2017]

1.4 Fator Ambiental: 01- Tipo de Solo e Permeabilidade

Essa restrição permanente, de acordo com De Souza Pinto [2005], que corresponde a velocidade de filtração da água em meio permeável "solo", é afetada tanto por

fatores intrínsecos como a temperatura, ou excêntricos como aradura e cultivo a terra. A tabela3 informa os códigos alocados para esta variável.

Tabela 3: Tipo de Solo e Permeabilidade

ni 1	Importância	Tipo de Solo e Permeabilidade
1	Muito Baixa	Jazida de rocha contínua na totalidade da área, como jazida de granito. Área praticamente impermeável
2	Baixa	Afloramento significativo de rochas entremeadas por solo. Rochas cobrem a maior parte da área. Baixa permeabilidade
3	Média	Sem afloramento de rochas ou afloramentos esparsos. A maior parte da área é composta de solos argilosos. Média permeabilidade
4	Alta	Sem afloramento de rochas ou afloramentos esparsos. A maior parte da área é composta de solos arenosos. De média para alta permeabilidade
5	Muito Alta	Sem afloramento de rochas. A totalidade da área é composta de solos arenosos. Alta permeabilidade

Fonte: Compilado a partir da Cartilha IBAPE - SP: Valoração de Área Ambiental

1.5 Fator Ambiental: 02 - Declividade

Para Cardão [1970], a declividade corresponde a inclinação qual se define com a quantidade de mudança na altura em uma distância fixa, expressa como uma porcentagem ou em graus, e segundo Tucci [2001], é um índice topográfico. A tabela 4 estabelece pesos para este índices das variações por inclinação do relevo.

Tabela 4: Declividade

ni 2	Importância	Declividade
1	Muito Baixa	Topografia acidentada. Declividade acima de 40 %
2	Baixa	Topografia muito inclinada ou muito ondulada. Declividade entre 25 e 40 %
3	Média	Topografia medianamente inclinada ou medianamente ondulada. Declividade entre 10 e 25 %
4	Alta	Topografia pouco inclinada ou pouco ondulada. Declividade entre 05 a 10%
5	Muito Alta	Topografia plana. Declividade máxima de 5 %

Fonte: Compilado a partir da Cartilha IBAPE - SP: Valoração de Área Ambiental

1.6 Fator Ambiental: 03 -Pluviometria

Este nível de medida ordinal, visto pela série história de precipitação anual na região estudada, apresenta em média a 1.400 mm, sendo a mínima de 850 mm no ano de 1993 e a máxima de 2.180 mm no ano de 1983. Fonte: <https://meteorologia.incper.es.gov.br/>. A tabela 5 mostra o enquadramento perfeito para a faixa de valores.

Tabela 5: Pluviometria

ni 3	Importância	Pluviometria
1	Muito Baixa	Precipitação média anual até 1.000 mm
2	Baixa	Precipitação média anual acima entre 1.000 mm e 1.300 mm
3	Média	Precipitação média anual acima entre 1.300 mm e 1.600 mm
4	Alta	Precipitação média anual acima entre 1.600 mm e 2.000 mm
5	Muito Alta	Precipitação média anual acima de 2.000 mm

Fonte: Compilado a partir da Cartilha IBAPE - SP: Valoração de Área Ambiental

1.7 Fator Ambiental: 04 -Cobertura Vegetal

Em Teubner Junior [2019] citando Rosa e Brito [1996], *"de forma sintética, a expressão "uso da terra ou uso do solo" pode ser entendido como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem"* e na descrição do IBGE (2015) em Mudanças na Cobertura e Uso da Terra, temos que *"as mudanças nos usos da terra precisam ser consideradas sobretudo nas tomadas de decisões em relação à alocação de espaço em regiões em desenvolvimento"*

Utilizando técnicas de geoprocessamento, De Sousa [2019], também estão estabelecidos pesos para degradação ambiental e relação na tabela 6 apresentada.

Tabela 6: Cobertura Vegetal

ni 4	Importância	Cobertura Vegetal
1	Muito Baixa	Área desprovida de qualquer cobertura vegetal. Área desmatada, ou que apresenta apenas baixa densidade de gramináceas
2	Baixa	Cobertura vegetal em pasto natural ou artificial, descontínua, ou com algumas partes de solo exposto
3	Média	Cobertura vegetal com baixa densidade de indivíduos, arbustiva ou arbórea, natural ou artificial
4	Alta	Cobertura vegetal com média densidade de indivíduos, arbustiva ou arbórea, natural ou artificial
5	Muito Alta	Cobertura vegetal com alta densidade de indivíduos, arbustiva ou arbórea, natural ou artificial

Fonte: Compilado a partir da Cartilha IBAPE - SP: Valoração de Área Ambiental

1.8 Fator Ambiental: 05 - Porte Florestal

A caracterização do porte floresta da tabela 7 estabelece estritamente a vinculação da situação que estima que apenas 7% (sete por cento) da vegetação nativa referente a Mata Atlântica ainda não sofreu ação antrópica, segundo Trennepohl [2020]

Tabela 7: Porte Florestal

ni 6	Importância	VEGETAÇÃO DE PORTE FLORESTAL
1	Muito Baixa	Ausência de vegetação nativa típica do bioma, ou presença de vegetação exótica, ou presença de vegetação nativa no estágio pioneiro de regeneração
2	Baixa	Presença de vegetação nativa típica do bioma no estágio inicial de regeneração
3	Média	Presença de vegetação nativa típica do bioma no estágio médio de regeneração
4	Alta	Presença de vegetação nativa típica do bioma, no estágio avançado de regeneração
5	Muito Alta	Presença de vegetação primária típica do bioma

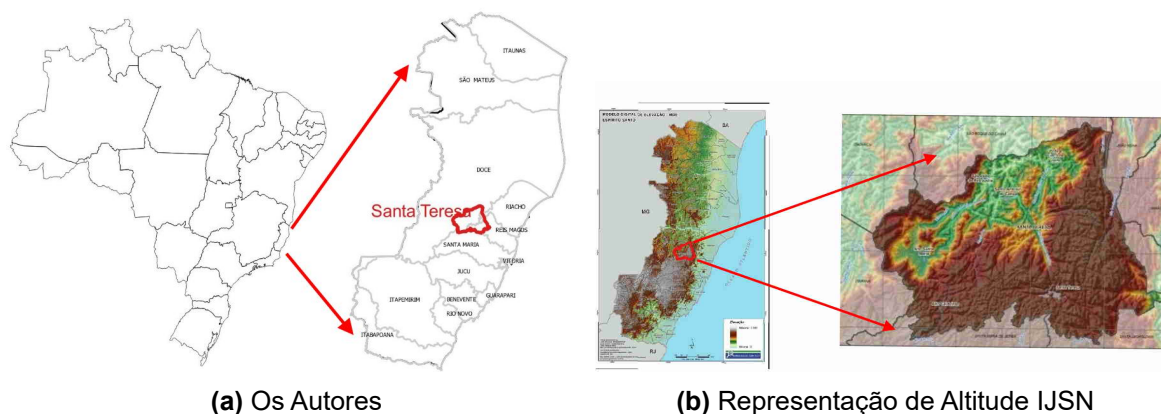
Fonte: Compilado a partir da Cartilha IBAPE - SP: Valoração de Área Ambiental

2 Material e Métodos

2.1 Caracterização local

A área escolhida para o estudo, que pode ser visualizada na Figura 6, corresponde ao município de Santa Teresa, com 68.317,015 hectares ou 683.170.151,12 metros quadrados, está localizada na porção central no Estado do Espírito Santo.

Figura 6: Localização da área de estudo



Fonte: Adaptações dos Autores

2.2 Metodologia Aplicada

Os limites dos imóveis declarados, para o atendimento a Código Florestal de 2012 e regulamentado pelo Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012 com o estabelecimento do CAR - Cadastro Ambiental Rural, dentro dos limites Estaduais, pode ser obtido no portal : <http://simlam.idaf.es.gov.br/br/publico/areas/navegadores/mapa/IdafNavEmpreendimento.htm> .

E com a utilização do software livre QGis, torna-se possível a leitura e armazenamento dos vetores em Banco de Dados de código aberto pelo Postgresql em versão 12, instalado com a extensão espacial do Postgis 3x.

Optou-se por utilizar não somente um software de SIG - Sistema de informação Geográfica, pois o volume da dados, tanto vetor ou raster, mas as relações com tabelas de coeficientes e importância determinados pela cartilha IBAPE-SP, tornaria impeditiva a manipulação e consultas mais complexas.

Módulo Fiscal

Na primeira atividade, utilizou-se uma das mais simples operações, que em Álgebra Relacional chama-se de "*Seleção sem a chamada de predicado*", e em seguida com a consulta para classificação de eventos numéricos com a expressão "CASE", segundo Oliveira [2009] a extração de dados neste método torna-se possível economizar uma grande quantidade de linhas que teria de aplicar caso fosse utilizada a expressão if else. Em razão de determinar o algoritmo, foi desenvolvido para esta atividade de classificação, com todas as propriedades em uma só vez e demonstrado no Script 01 em linguagem SQL ("*Structured Query Language*") com a chamada de predicado a seguir.

```
1  # SCRIPT 1
2  SELECT gID, area_ATP, coefi_do_mod, (CASE
3  WHEN coefi_do_mod < 1 THEN 'Minifundio'
4  WHEN coefi_do_mod BETWEEN 1.00000001 AND 4 THEN 'Pequena'
5  WHEN coefi_do_mod BETWEEN 4.00000001 AND 15 THEN 'Media'
6  WHEN coefi_do_mod >15.00000001 THEN 'Grande'
7  ELSE null
8  END) AS MODULO_FISCAL, GEOM
9  FROM (
10 SELECT gID, (st_area(atp.geom)) AS area_ATP, (st_area(atp.geom))/180000 AS
    coefi_do_mod, atp.geom
11 FROM valor_ambien.propriedades_santa_teresa atp ) as dd;
```

E somatório do quantitativo de propriedades pode ser definido por uma função de grupo, sendo determinado pelo Script 02 a seguir:

```
1  # SCRIPT 2
2  SELECT COUNT(*) AS CLASS_MOD FROM _tmp_COEF_mod_fiscal WHERE modulo_fiscal
    = 'Minifundio'
3  UNION
4  SELECT COUNT(*) AS CLASS_MOD FROM _tmp_COEF_mod_fiscal WHERE modulo_fiscal
    = 'Pequena'
5  UNION
6  SELECT COUNT(*) AS CLASS_MOD FROM _tmp_COEF_mod_fiscal WHERE modulo_fiscal
    = 'Media'
7  UNION
8  SELECT COUNT(*) AS CLASS_MOD FROM _tmp_COEF_mod_fiscal WHERE modulo_fiscal
    = 'Grande'
9  UNION
10 SELECT COUNT(*) AS CLASS_MOD FROM _tmp_COEF_mod_fiscal WHERE modulo_fiscal
    ISNULL;
```

2.3 Fator Ambiental: 01- Tipo de Solo e Permeabilidade

Na segunda etapa deste trabalho, iniciadas as pesquisas espaciais, torna-se oportuno reavivar a definição de Assad [1998] [...] que descreve "o sistema de informação geográficas (SIG) de outros sistemas de informações, são as funções de análises espaciais". Estas funções utilizam atributos espaciais e não-espaciais, podendo fazer simulações (modelos) sobre fenômenos do mundo real e determinar seus parâmetros.

Para prosseguir são necessárias informações oficiais confiáveis, por isso recorreu-se as publicadas pelo "Atlas da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo", demais informações podem ser obtidas em Sossai [2018], sendo a origem para os dados geoespaciais de forma gratuita em <https://geobases.es.gov.br/downloads> e assim obtendo-se informações do uso solo e cobertura vegetal.

Para uma terceira consulta, desenvolveu-se o Script 03, que inicia-se pela determinação de propriedades que apresentam afloramentos rochosos visíveis.

```
1  # SCRIPT 3
2  SELECT gid, area_aflora, (CASE
3  WHEN porc_aflor < 1 THEN 5
4  WHEN porc_aflor BETWEEN 1.00001 AND 5 THEN 4
5  WHEN porc_aflor BETWEEN 5.00001 AND 20 THEN 3
6  WHEN porc_aflor BETWEEN 20.00001 AND 60 THEN 2
7  WHEN porc_aflor BETWEEN 60.00001 AND 100 THEN 1
8  ELSE null
9  END) AS N_1
10 FROM (
11 SELECT
12 a.gid, a.area_ATP, b.gid AS GD, b.area_aflora, ((b.area_aflora/a.area_ATP)
13 *100) as porc_aflor
14 FROM valor_ambien.propriedades_santa_teresa a
15 LEFT JOIN (
16 SELECT gid, SUM(ST_Area(geom)) AS area_aflora FROM (
17 SELECT
18 ,ST_Intersection(a.geom, b.geom) AS GEOM
19 FROM valor_ambien.uso_solo_santa_teresa a
20 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
21 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
22 WHERE legenda = 'AR'
23 ) AFLORA
24 GROUP BY gid ) b
25 ON a.gid=b.gid
26 ) AS AFLORA2;
```

Observa-se que por este algoritmo, como os demais a serem demonstrados, a classe e/ou o fator ambiental a ser pesquisada e mensurada em área, foi subdividida pela fração do imóvel que esse tema representa. Para que ao final do trabalho possam ser unidas todas estas frações e seus respectivos níveis de importância para cada imóvel.

Possibilitando, além da determinação da classe de importância, o valor de área das propriedades contempladas. Sendo seus índices apresentados no item 3.1.

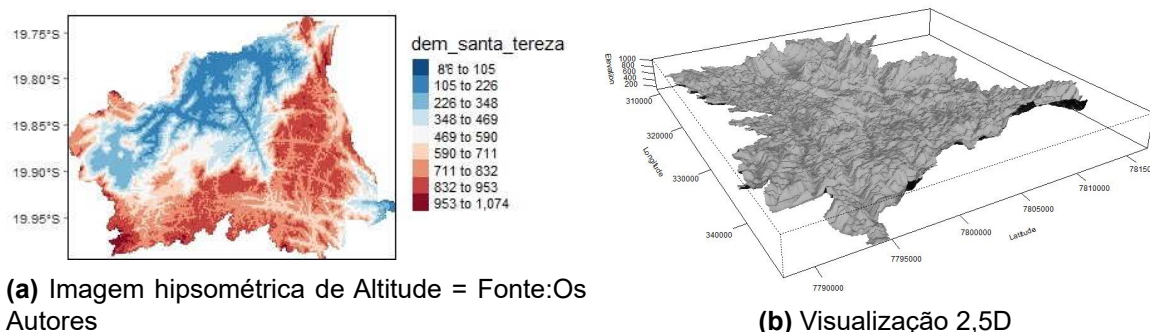
2.4 Fator Ambiental: 02 - Declividade

Este item é de supra importância para uma gama de estudos ambientais. Em análise espacial corresponde a atividades de leitura, manipulação e transformação de dados em operações unitárias. A semântica correta da operação de leitura de um Modelo digital de Terreno (MDT) e obter um mapa temático chama-se "*Fatiamento*". Em Câmara [1995] apresenta-se uma tabela resumo de operações espaciais.

Para obtenção dos MDT recomenda-se a Geobases [2021]. No entanto, as ilustrações apresentadas na Figura 7 foram desenvolvidas pelos autores com a utilização de pacotes específicos em linguagem R como o: i) raster, ii) terra, iii) terrain, iv) tmap e cores com o v) viridis.

A Figura 7a em cores hipsométricas, demonstra a variabilidade de altitude que neste estudos constou com altitude mínima de 86 (oitenta e seis) e com máxima de 1.074 (um mil e setenta e quatro) metros referentes ao elipsoide SIRGAS 2000. Em outra forma de visualização, utilizando o conceito de visão 2,5D, e com fator de escala (Z) 10% temos a Figura 7b.

Figura 7: Visualização de Altitudes



Fonte:Os Autores

O Script 03 desenvolvido, tem quatro funções, a primeira é de mudar a resolução do pixel da imagem MDT, em seguida calcular a declividade em porcentagem, subsequentemente reclassificar a declividade calculada em faixa de valores, e por último transformar essa imagem em vetor classificado de acordo com a declividade, para facilitar a consulta.

```
1 # SCRIPT 3
2 SELECT 1 rid, ST_Transform((ST_DumpAsPolygons(
3 ST_Reclass(rast::raster, 1,
4 ' (2.8673955512203975e-06 - 6.468283390859142e-05]:1
5 , (6.468283390859142e-05 - 7.2812799771782e-05 ]:2
6 , (7.2812799771782e-05 - 0.00010032354184659198]:3
7 , (0.00010032354184659198 - 0.00010998074139934033 ]:4
8 , (0.00010998074139934033 - 0.0001822271806304343 ]:5
9 , (0.0001822271806304343 - 0.000603439926635474]:6',
10 '4BUI',0)
11 ) ).geom,31984) AS geom,
12 (ST_DumpAsPolygons(
13 ST_Reclass(rast::raster, 1,
14 ' (2.8673955512203975e-06 - 6.468283390859142e-05]:1
15 , (6.468283390859142e-05 - 7.2812799771782e-05 ]:2
```



```

16 , (7.2812799771782e-05 - 0.00010032354184659198]:3
17 , (0.00010032354184659198 - 0.00010998074139934033 ]:4
18 , (0.00010998074139934033 - 0.0001822271806304343 ]:5
19 , (0.0001822271806304343 - 0.000603439926635474]:6',
20 '4BUI',0)
21 ) ).val AS VALOR
22 FROM (
23 SELECT 1 rid,
24 ST_Slope(rast::raster,'1'::int,'32BF'::text,'PERCENT'::text,'111120'::
double precision) AS rast
25 FROM (SELECT rid, ST_Resize(rast, 0.1, 0.1)rast FROM mdt_articu.mdt32_780
) AS P1
26 ) AS temp_2;

```

Entre as primeiras obras a tratar a teoria de relações n-dimensional foi o Egenhofer [1987], este já utilizando o SQL em suas consultas. O conceito “*dentro de*” e “*encontram*” começam a ser demonstrados nas consultas deste trabalho, a partir da linha 9 do Script 04 a seguir.

```

1 # SCRIPT 4
2 SELECT SUM(SOMA_AREAS) AS aa FROM
3 (
4 SELECT
5 gid
6 , SUM(ST_area(ST_Intersection(a.geom, b.geom))) AS SOMA_AREAS
7 FROM valor_ambien.slope_santa_teresa a
8 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
9 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
10 WHERE valor = 1
11 GROUP BY gid
12 ) AS val_slop_v1
13 UNION
14 SELECT SUM(SOMA_AREAS) AS aa FROM (
15 SELECT
16 gid
17 , SUM(ST_area(ST_Intersection(a.geom, b.geom))) AS SOMA_AREAS
18 FROM valor_ambien.slope_santa_teresa a
19 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
20 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
21 WHERE valor = 2
22 GROUP BY gid
23
24 ) AS val_slop_v2
25 UNION
26 SELECT SUM(SOMA_AREAS) AS aa FROM (
27 SELECT
28 gid
29 , SUM(ST_area(ST_Intersection(a.geom, b.geom))) AS SOMA_AREAS
30 FROM valor_ambien.slope_santa_teresa a
31 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
32 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
33 WHERE valor = 3
34 GROUP BY gid
35 ) AS val_slop_v3
36 UNION
37 SELECT SUM(SOMA_AREAS) AS aa FROM (

```



```

38 SELECT
39 gid
40 , SUM(ST_area(ST_Intersection(a.geom, b.geom))) AS SOMA_AREAS
41 FROM valor_ambien.slope_santa_teresa a
42 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
43 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
44 WHERE valor = 4
45 GROUP BY gid
46 ) AS val_slop_v4
47 UNION
48 SELECT SUM(SOMA_AREAS) AS aa FROM (
49 SELECT
50 gid
51 , SUM(ST_area(ST_Intersection(a.geom, b.geom))) AS SOMA_AREAS
52 FROM valor_ambien.slope_santa_teresa a
53 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
54 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
55 WHERE valor = 5
56 GROUP BY gid
57
58 ) AS val_slop_v5
59 UNION
60 SELECT SUM(SOMA_AREAS) AS aa FROM (
61 SELECT
62 gid
63 , SUM(ST_area(ST_Intersection(a.geom, b.geom))) AS SOMA_AREAS
64 FROM valor_ambien.slope_santa_teresa a
65 RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
66 ON St_intersects(a.geom, b.geom)
67 WHERE valor = 6
68 GROUP BY gid
69 ) AS val_slop_v6;

```

O Script 04 com resultados a serem apreciados no item 3.2, possibilita que em cada porção de área da propriedade, seja compatibilizada a respectiva declividade.

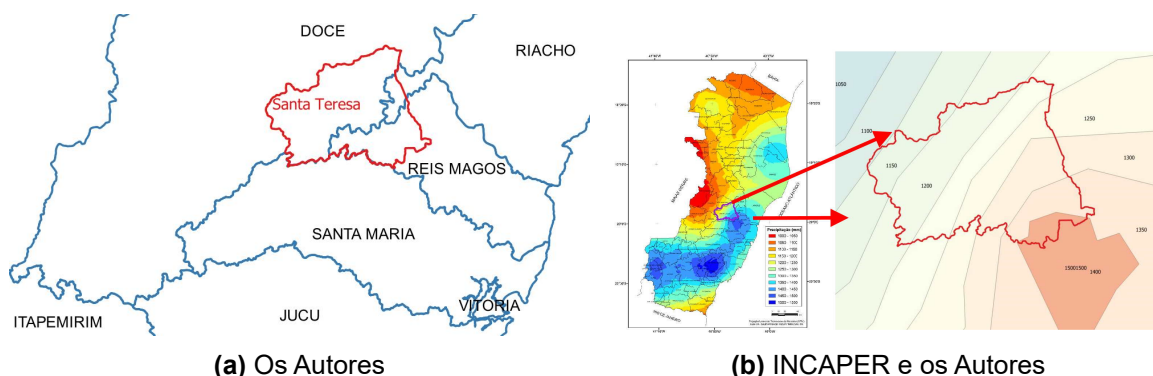
2.5 Fator Ambiental: 03 - Pluviometria

Em Tomlin [1990], as operações utilizando imagens, mapas temáticos e imagens com representação numérica de propriedades do terreno como o MDT, podem ser passíveis de operações de classificação, também denominadas de geocampos.

Mapas ou imagens de pluviometria são passíveis de serem classificadas e representadas, como na Figura 8b. E o local deste estudo está abaixo de uma imagem classificadas e vetorizada. Dados de precipitação podem ser obtidos em INCAPER [2021] e mais especificamente em <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/previsao-do-tempo-24hs>. Já o mapa acumulado anual está em UFES [2021] <http://lme.f0.webnode.com/chuva>.

Na estrutura da elevação, onde o município está inserido, suas divisas apresentam contribuição em mais dois fatores preponderantes para este estudo, aonde afloram várias nascentes que alimentam 4 (quatro) das principais bacias Estaduais conforme aproximação da Figura 6 e mais especificamente na Figura 8a, qual é demonstrada na Figura 8b

Figura 8: Fatores de escolha



E o procedimento aplicado apenas com o Script 05 de simples interseção, para se obter valores a serem aplicados nos imóveis.

```

1  # SCRIPT 05
2  SELECT
3  gid, precipitacao, ni_3
4  FROM valor_ambien.precipitacao a
5  RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b
6  ON St_intersects(a.geom, b.geom);

```

2.6 Fator Ambiental: 04 - Cobertura Vegetal

Para este item novamente recorre-se a Sossai [2018] para levantamento de dados. E neste caso, apenas readequadas as classes mapeadas e obtenção dos valores de pesos apresentados em tabela a seguir:

Tabela 8: Cobertura Vegetal

Peso	Classe	Legenda
05	Mata Nativa	MD
05	Reflorestamento Eucalipto	RE
05	Reflorestamento Seringueira	RS
04	Estágio Inicial	EI
03	Macega	Ma
02	Pastagem	P
00	Solo Exposto	SE

Fonte: Adaptado pelos Autores com em base Sossai [2018]

E a aplicação por meio dos Scripts 06 e 07.

```

1  # SCRIPT 06
2  CREATE TEMPORARY TABLE cobert_veg
3  AS
4  SELECT
5  gid, ni_4, legenda
6  ,ST_Intersection(a.geom, b.geom) AS GEOM
7  FROM valor_ambien.uso_solo_santa_teresa a
8  RIGHT JOIN valor_ambien.propriedades_santa_teresa b

```

```
9 ON St_intersects(a.geom, b.geom);
```

Neste Script 07 ocorre a inclusão do predicado tanto para a classe como para a propriedade.

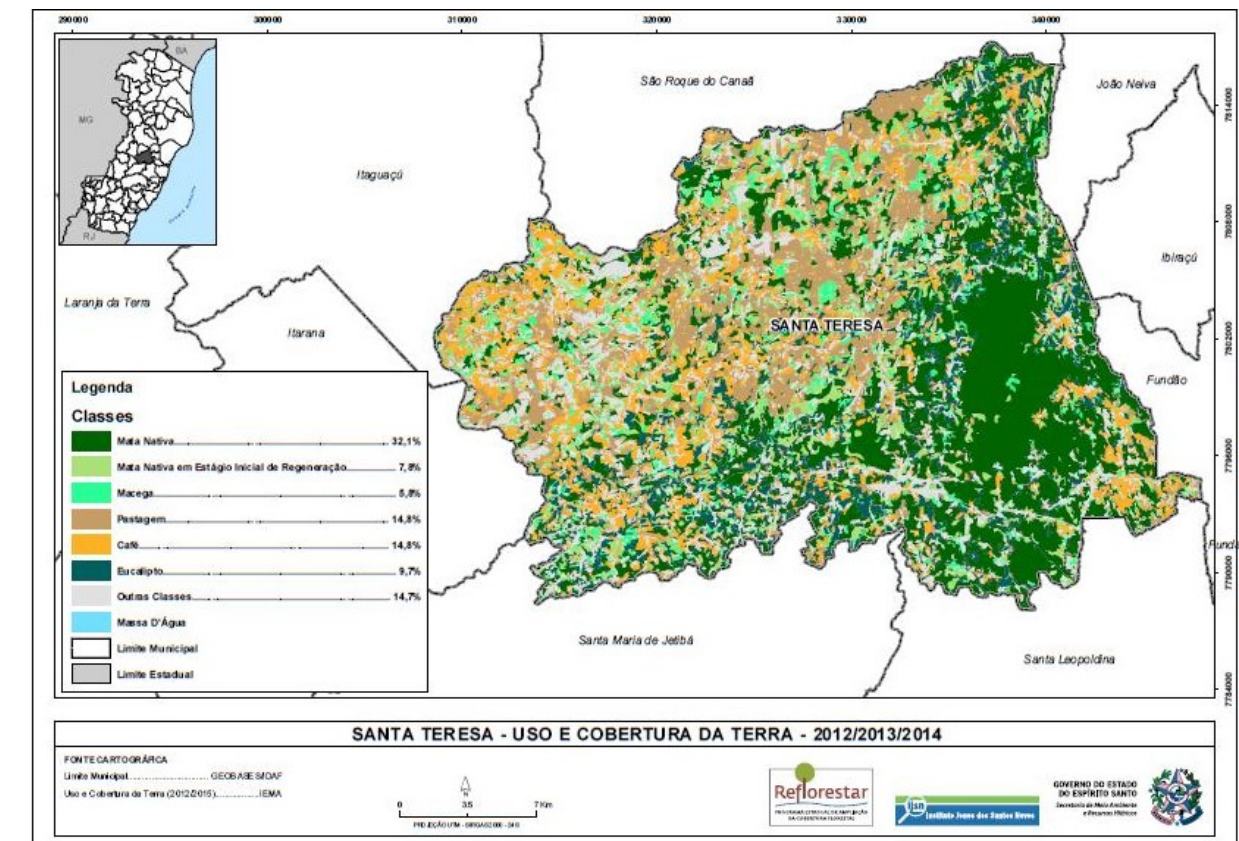
```
1 # SCRIPT 07
2 UPDATE valor_ambien.uso_solo_santa_teresa SET ni_4 = 5 WHERE legenda = 'MD'
3 ;
4 SELECT gid, SUM(ST_Area(geom)) AS area_soma_MD FROM cobert_veg WHERE
5     legenda = 'MD' GROUP BY gid;
```

2.7 Fator Ambiental: 05 - Porte Florestal

As operações de relações espaciais topológicas, como interseção, limite, vizinhança, toque e contenção, são criadas a partir da subdivisão espacial simplificada [Kainz, 1993]

E por precisarmos realizar inúmeras consultas de interseção espacial, definiu-se o critério da escolha do local, pela extensa cobertura de mata nativa, conforme Sossai [2018] apresenta, índices de 32,1% e com mata nativa em estágio inicial de regeneração com 7,8% e o mapa da Figura 9 que demonstra esta afirmação.

Figura 9: Uso do Solo em 2015



Fonte: Compilado de Sossai [2018]

2.8 Procedimento Finais

Realizadas todas as distinções dos processos anteriores, devemos unir os resultados, torna-se necessário somar as individualidades de frações de áreas e por último caracterizar por imóvel, o número de importância (ni).

Pois o número de importância do fator ambiental (nf), ocorre pela média aritmética dos ni. E o número de importância da área (Na), através da média aritmética dos nf. Para que possamos utilizarmos a equação 01.

$$Va = Vp * Na - Pa \quad (1)$$

onde:

- Va = Valor ambiental da área;
- Vp=Valor paradigma da área, equivalente ao valor da terra nua(vtn), na ausência de ativos ambientais e passivos ambientais;
- Na = número de importância da área ambiental.
- Pa =valor do passivo ambiental significativo que a área apresenta, não caracterizado pelos fatores ambientais e calculados pela estimativa de custo da remediação do mesmos.

Para esta atividade desenvolveu-se o algoritmo a seguir para calcular a soma de pesos e o numero de importância da área.

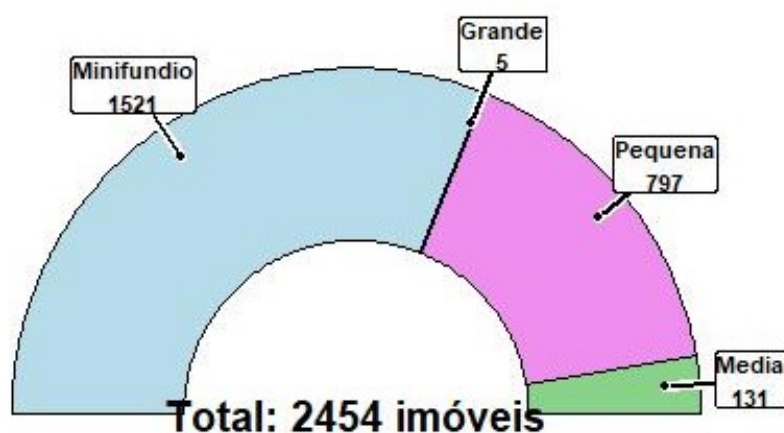
```
1  # SCRIPT 08
2  SELECT gid,
3  ni_1, (ni_2_v1 + ni_2_v2 + ni_2_v3 +ni_2_v4 + ni_2_v5+ ni_2_v6) AS ni_2,
    ni_3 , (ni_4_mn + ni_4_re + ni_4_rs + ni_4_ei + ni_4_ma + ni_4_pa) AS
    ni_4 , (ni_5_mn + ni_5_re + ni_5_rs + ni_5_ei + ni_5_ma ) AS ni_5,
    ni_soma_peso, NI_soma, num_impo_amb FROM valor_ambien.
    propriedades_santa_teresa;
```

3 Resultados

Módulo Fiscal

Na Figura 10 com a consulta do Script 02, obteve-se o agrupamento do tamanho das propriedades. Antecipadamente, nota-se que a estrutura fundiária está composta de 94% dos imóveis minifúndios e pequenas propriedades rurais.

Figura 10: Módulo Fiscal



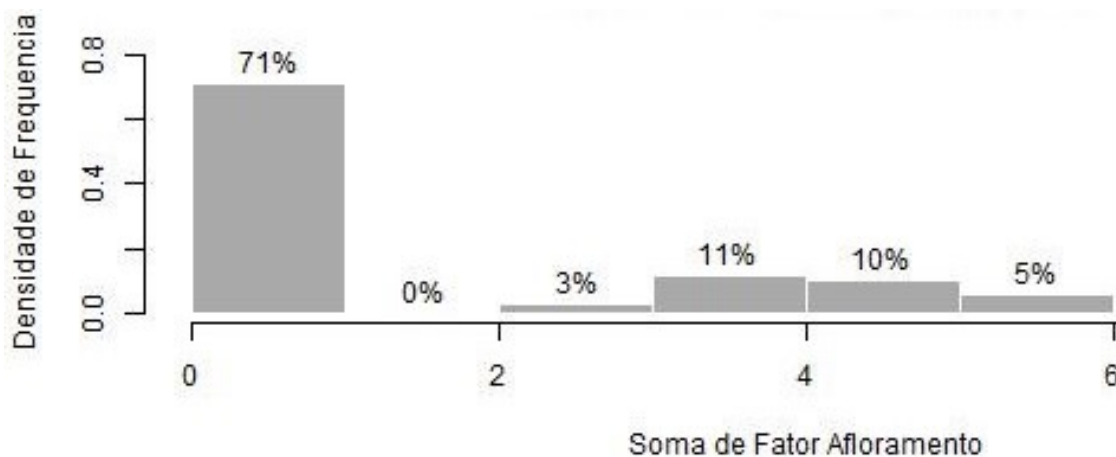
Fonte: Elaborado pelos autores

3.1 Fator Ambiental: 01- Tipo de Solo e Permeabilidade

Este primeiro item estabelece o tipo de solo, mas somente a tabela 3 possibilita conhecer o peso para afloramento em sua atuação.

Para se verificar a influência do peso de afloramento, ilustra-se com Figura 11 a frequência da exposição de rochoso no município estudado.

Figura 11: Concentração de Pesos de Afloramento



Fonte: Elaborado pelos autores

E com a tabela 9, mostra-se tanto pelo quantitativo de pesos como o valor de área em hectares, a predominância do afloramento rochoso em minifúndios e pequenas propriedades.

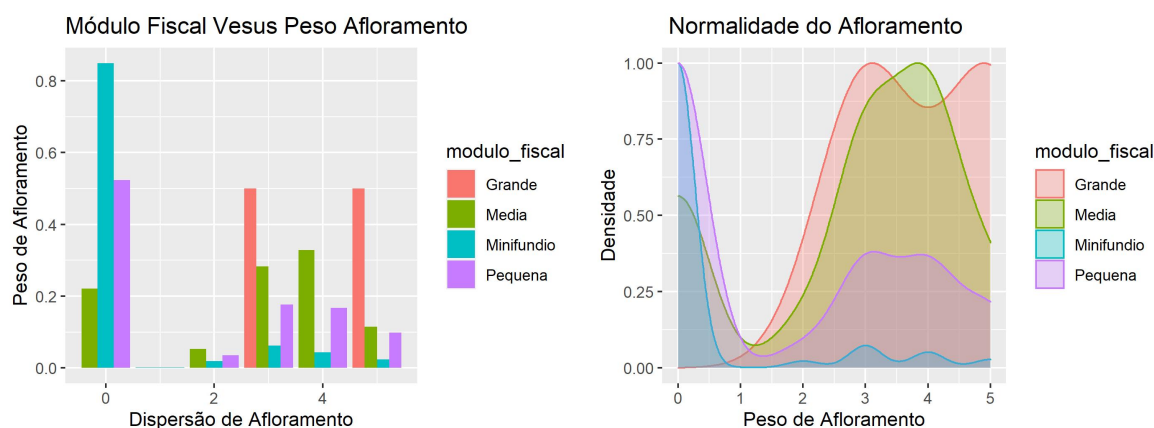
Tabela 9: Permeabilidade por Estrutura Fundiária

	Minifundio(hec)		Pequena(hec)		Média(hec)		Grande(hec)	
Peso	Quantid.	Área	Quantid.	Área	Quantid.	Área	Quantid.	Área
1	2	1,45			29			
2	29	69,08	28	257,23	7	196,22	2	45,92
3	95	95,75	141	497,38	37	430,74	3	24,71
4	67	18,61	133	136,64	43	127,00		
5	36	1,5	78	11,04	15	10,05		
Soma	229	186,43	380	902,30	131	764,02	5	70,63

Fonte: Elaborado pelos Autores

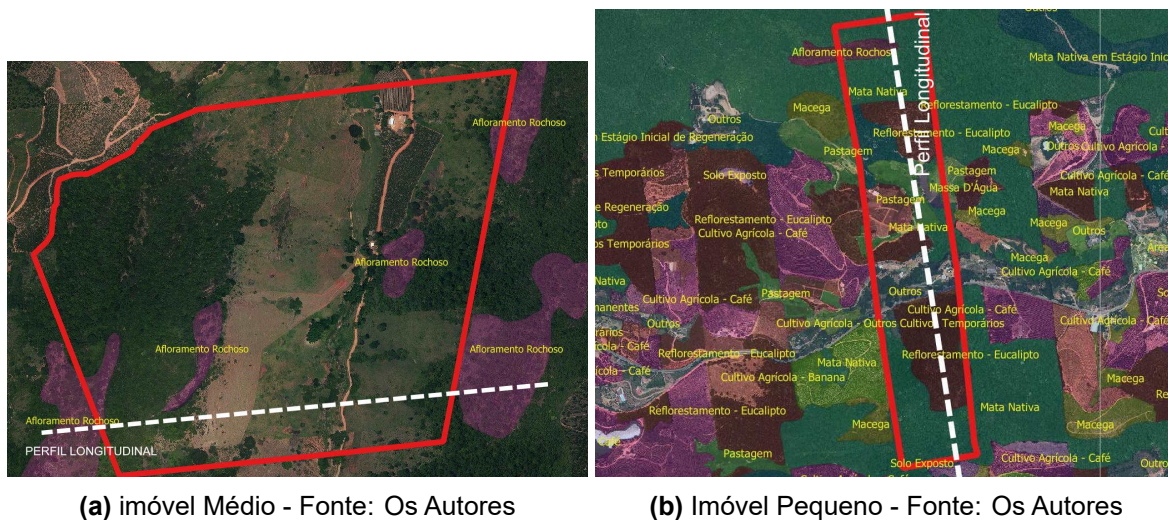
Vemos na Figura 12 que a maioria do afloramento concentra-se em pequenas, médias e quase nenhum em grandes imóveis.

Figura 12: Visualização Fatores de Afloramento



A Figura 13a consiste em uma média propriedade, cujo fragmento do rochoso mostra-se esparsos. Já a Figura 13b compreende um pequeno imóvel onde o afloramento ocorre em somente um trecho da propriedade.

Figura 13: Visualização Fatores de Declividade



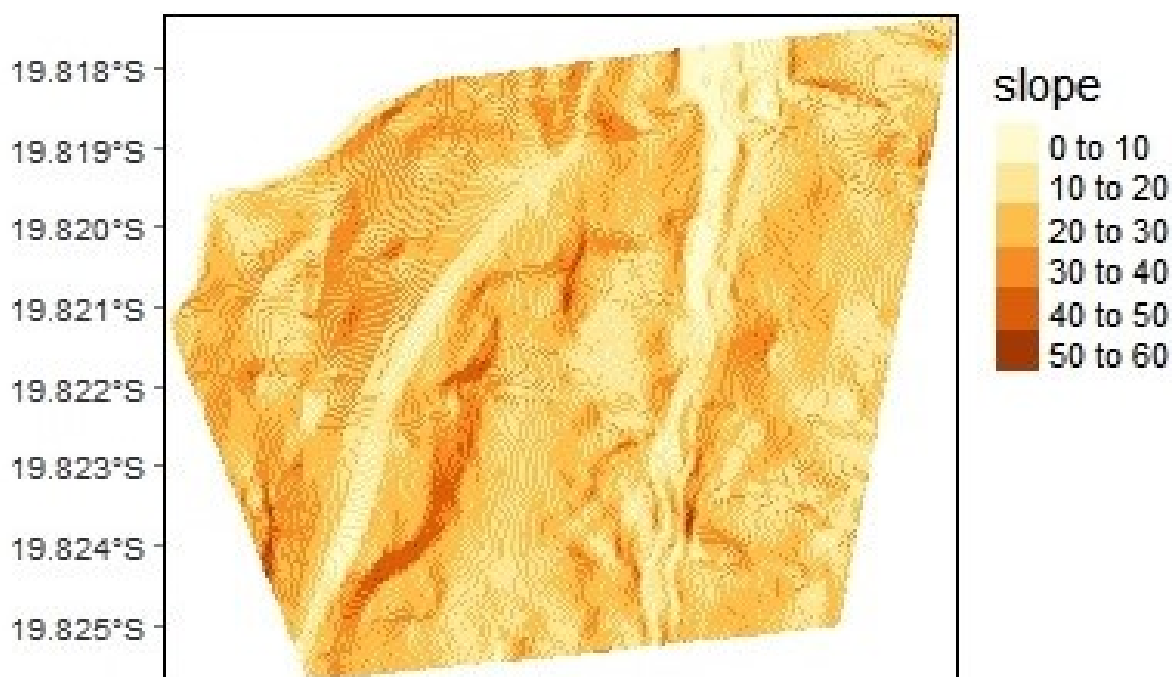
3.2 Fator Ambiental: 02 - Declividade

A caracterização do fator ambiental de declividade por demonstração em estudo de caso, tem a finalidade de proporcionar a visão clara dos efeitos do relevo com a representação de pesos informados pela cartilha.

Na Figura 14, a declividade, que significa em língua inglesa "Slope", está em graus e representa o gradiente crescente da cor marrom. Com longitude omitida.

CASO 01

Figura 14: Declividade Média Propriedade- Estudo de Caso 01



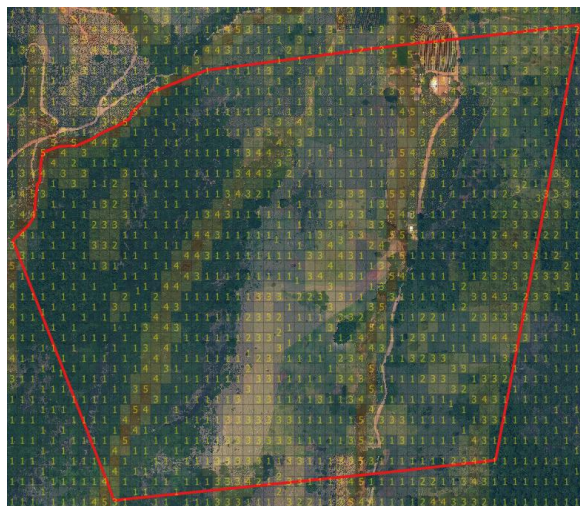
Fonte: Os autores

A Figura 15a mostra a imagem em verdadeira cor e a Figura 15b com os pesos e ponderações sobre a imagem.

Figura 15: Visualização Fatores de Declividade



(a) Imagem aérea sem sobreposições
Fonte: Os Autores



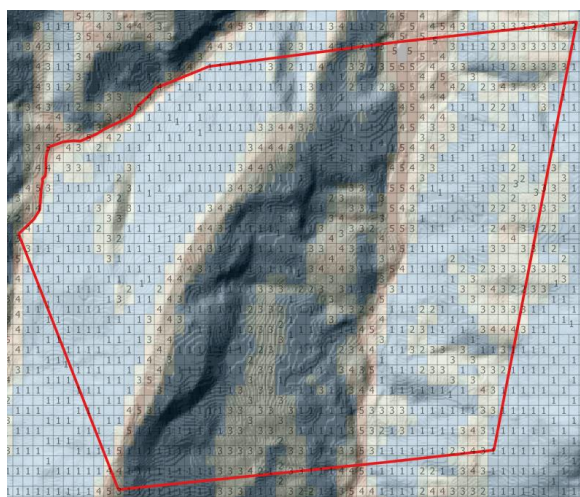
(b) Imagem aérea com sobreposição da declividade - Fonte: Os Autores

Constitui-se a Figura 16a de uma imagem em nível de cinza com iluminação localizada, conhecida em linha inglesa como "HillShade", e para a Figura 16b as respectivas ponderações de fatores de importância sobre o mesmo relevo.

Figura 16: Visualização Fatores de Declividade



(a) DEM em nível de cinza - Fonte: Os Autores

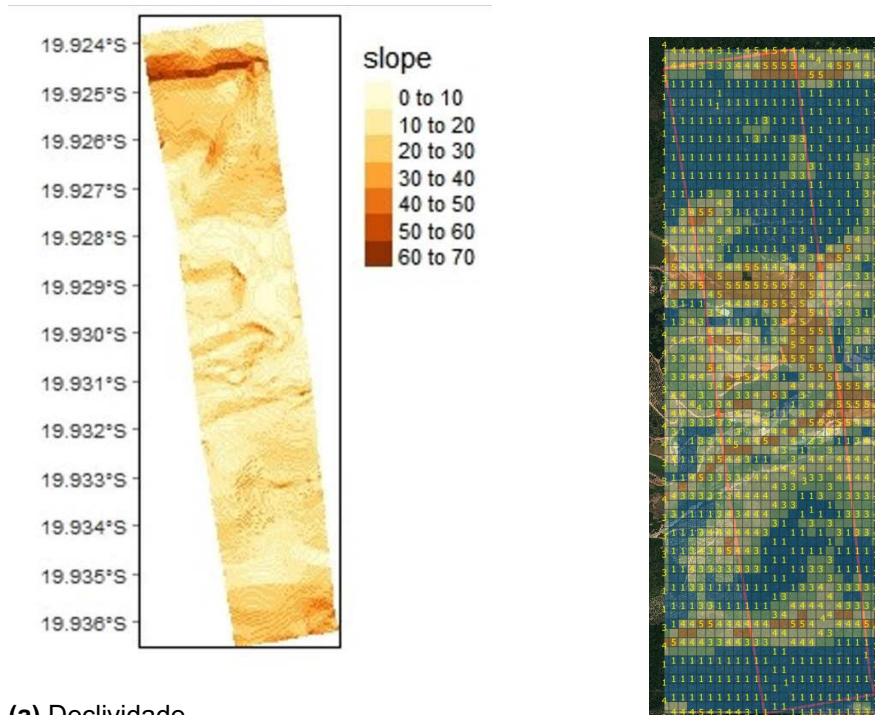


(b) DEM com sobreposição de pesos
Fonte: Os Autores

De modo análogo se verifica no **CASO 02**

No segundo caso tem-se um pequeno imóvel com 37,3 hectares, em que vê-se na Figura 17a, que apenas os extremos tem declividade acima de 30°.

Figura 17: Visualização Fatores de Declividade

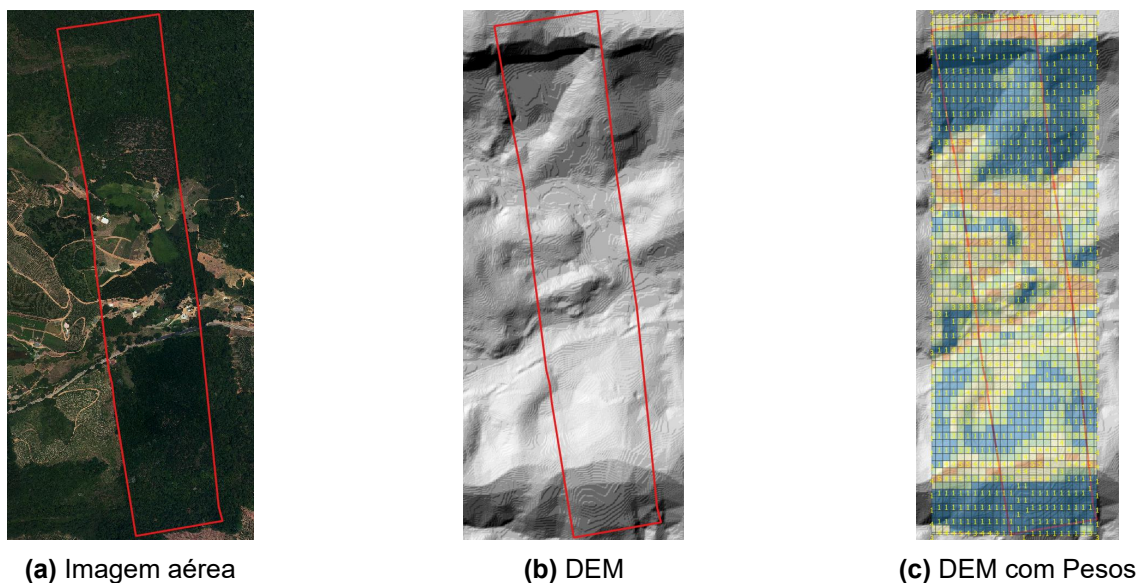


(a) Declividade
Fonte: Os Autores

(b) Declividade com pesos - Fonte: Os Autores

No entanto, os locais onde ocorre maior peso está no centro da propriedade, como exibe as Figuras 17b e 18c, justamente no local onde ocorre a capacidade produtiva do imóvel.

Figura 18: Visualização Fatores de Declividade



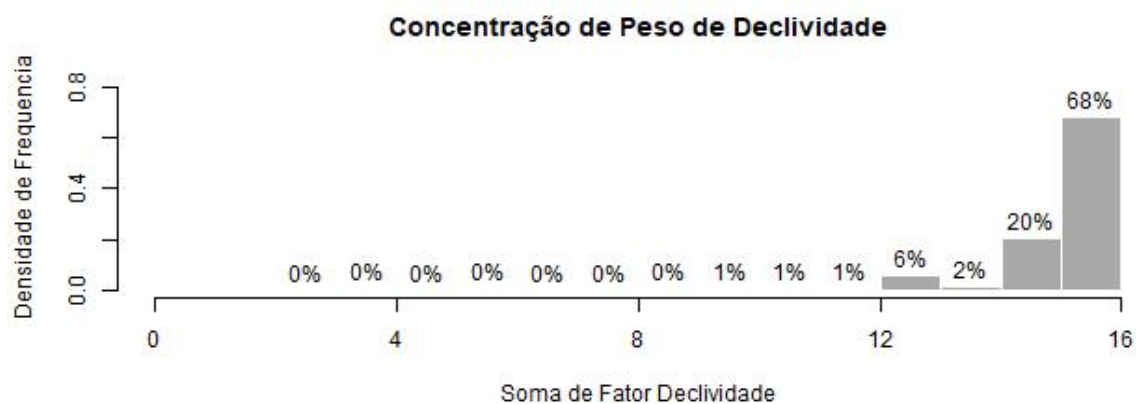
(a) Imagem aérea

(b) DEM

(c) DEM com Pesos

Enfim, na Figura 19 consta a densidade de frequência de pesos em um só local.

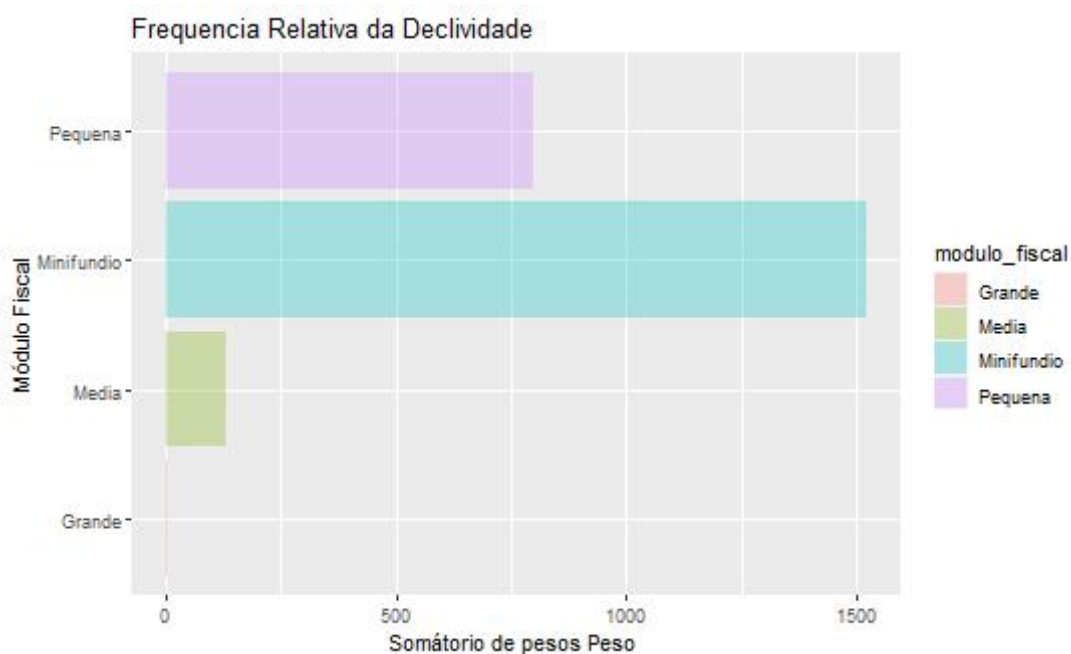
Figura 19: Distribuição de Pesos da Declividade no Município



Fonte: Os autores

Confirmando o aspecto da Figura 7b ocorreu a maior concentração da somatória de pesos de declividade por imóvel, ilustrado na Figura 19.

Figura 20: Frequência de Pesos da Declividade no Município

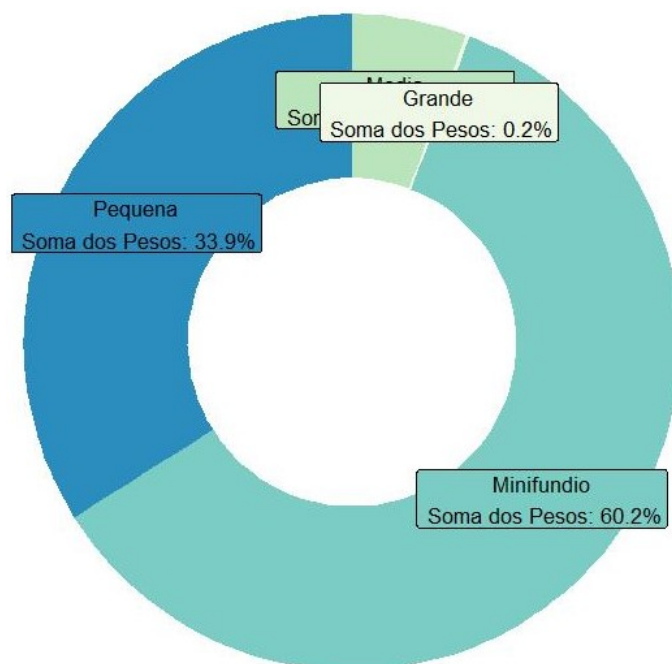


Fonte: Os autores

E a Figura 20 revela que os minifúndios e pequenas propriedades são os locais que apresentam maior quantidade de pesos somados.

Representando de outra forma, a Figura 21 em porcentagem, mostra como os pesos são exclusivos à pequenas e minifúndios.

Figura 21: Somatório de Pesos de Declividade



Fonte: Os autores

Para caracterizar as três variáveis em formato tabular, a porcentagem de área está na tabela 10.

Tabela 10: Caracterização de Declividade em Porcentagem de área

Módulo Fiscal	Plano	Ondulado	Inclinados	Uso Restrito	App	Escarpado
Media	1,6%	4,62%	3,57%	2,36%	6,11%	6,90%
Grande	0,77%	2,82%	2,13%	0,85%	2,18%	1,51%
Minifundio	1,86%	3,34%	2,41%	1,19%	3,53%	3,65%
Pequena	3,47%	8,98%	6,71%	4,07%	11,35%	11,97%

Fonte: Elaborado pelos Autores

E na tabela 11 com a caracterização dos módulos fiscais, em porcentagem das áreas, que ocorre alguma restrição de uso agrícola.

Tabela 11: Restrição de Uso por Tipo de Relevô

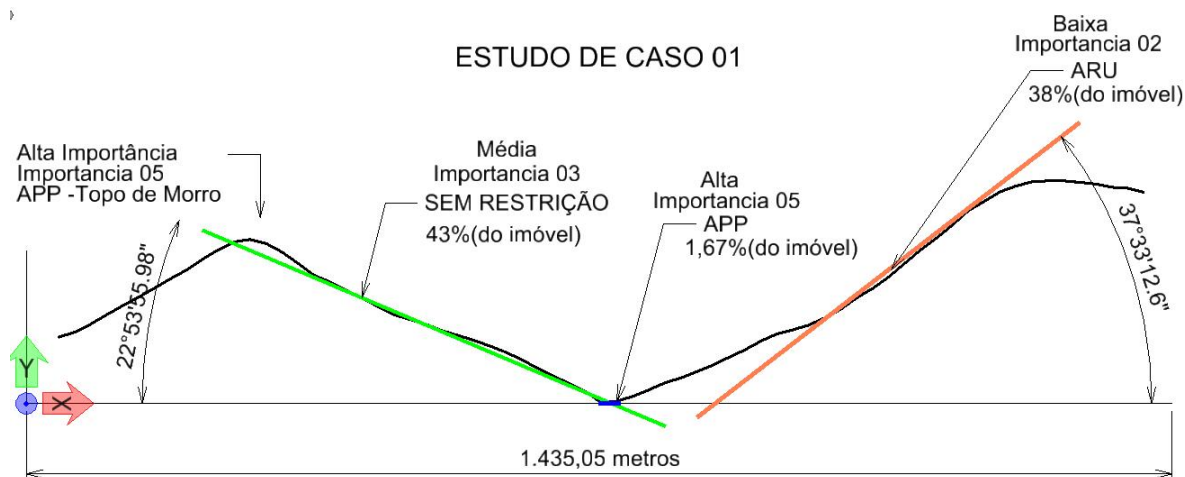
USO	Sem Restrição	Restrição	APP
Média	9,79%	12,16%	18,26%
Grande	5,72%	6,57%	8,75%
MiniFundio	7,61%	8,80%	12,33%
Pequena	19,16%	23,33%	34,58%

Fonte: Elaborado pelos Autores

Ao elaborarmos um perfil para cada um dos estudos de casos apresentados, encontramos que 38% do imóvel da Figura 22 apresenta restrição de uso, necessitando

que seja o local para utilização exclusiva de fins agrossilvipastoris, seguindo o novo Código Florestal.

Figura 22: Declividade Média Propriedade- Estudo de Caso 01

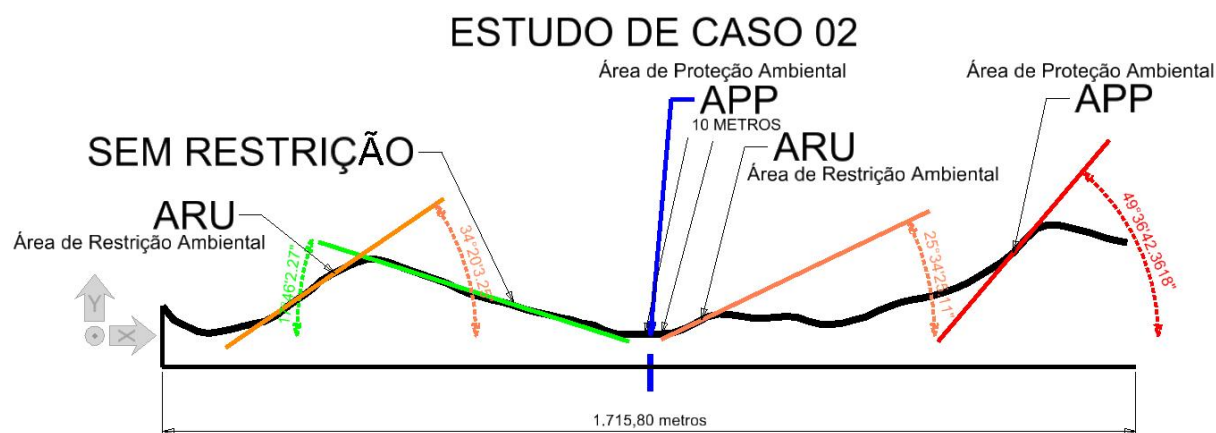


Fonte: Os autores

Ao mesmo tempo a fração que recebe o nível de importância com coeficiente 05, corresponde apenas 1,67% do imóvel com particularidades exclusiva para margens ciliares, e considerando com buffer ou offset de 10(dez) metros ao córrego, sem pesquisar se o córrego é de regime permanente ou não. Para tanto que nem aparece na escala de igual eixos vertical ou horizontal.

E na Figura 23 com maior frações com declividade acentuada, nota-se a quantidade de área que receberá o coeficiente 01 pois se enquadra com zonas de 45%. Simultaneamente identifica-se o tamanho de área que receberá o coeficiente 05, também com 10(dez) metros de margem ao córrego.

Figura 23: Declividade Média Propriedade- Estudo de Caso 02

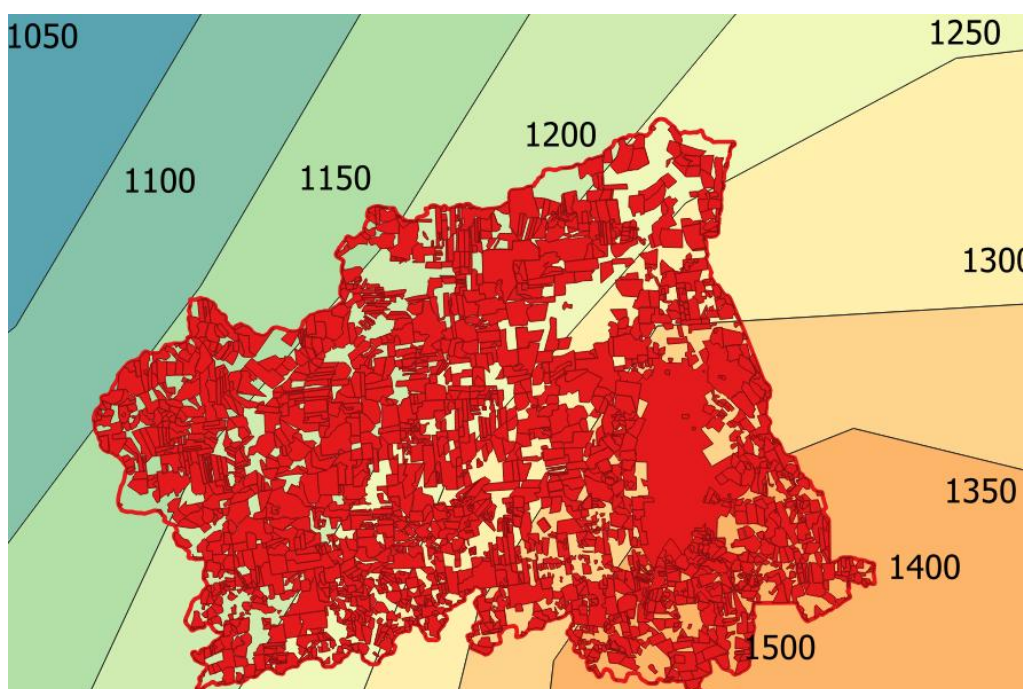


Fonte: Os autores

3.3 Fator Ambiental: 03 -Pluviometria

Na Figura 24 interpreta-se como os imóveis simbolizados com polígonos na cor vermelha e estes imóveis, sobre as zonas de precipitação, têm os valores numerados na cor preta.

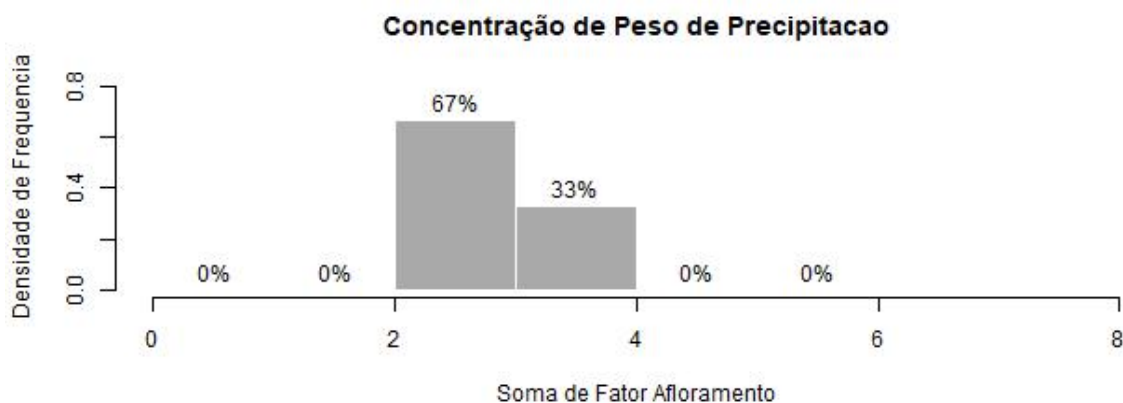
Figura 24: Declividade Média Propriedade- Estudo de Caso 01



Fonte: Os autores

E a Figura 25 torna explícito que mais de 60% do município apresenta peso 03 (três) e somente o restante apresenta valor acima. Condizente com a tabela 5.

Figura 25: Distribuição de Pesos da Declividade no Município

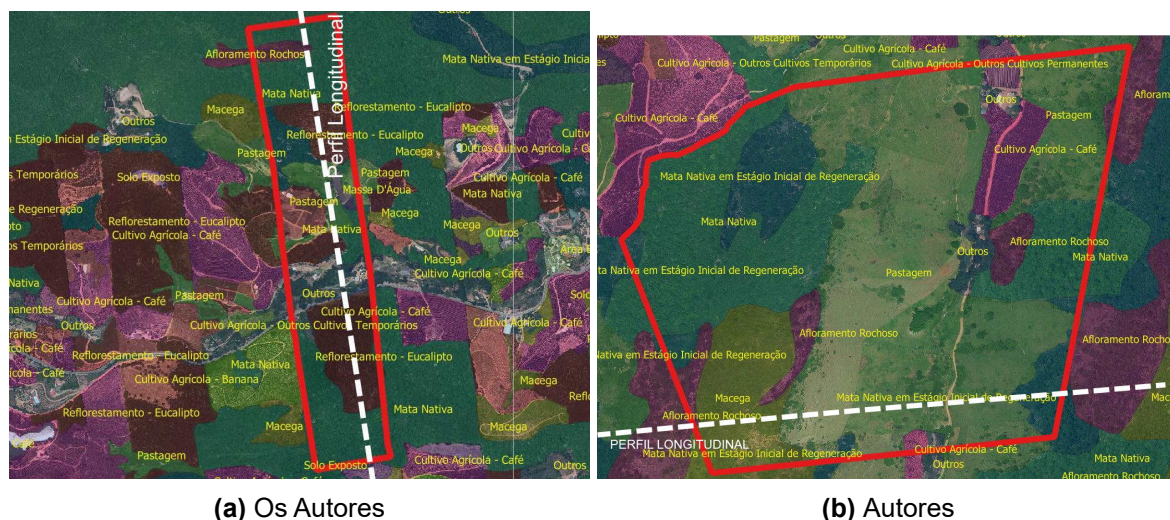


Fonte: Os autores

3.4 Fator Ambiental: 04 -Cobertura Vegetal

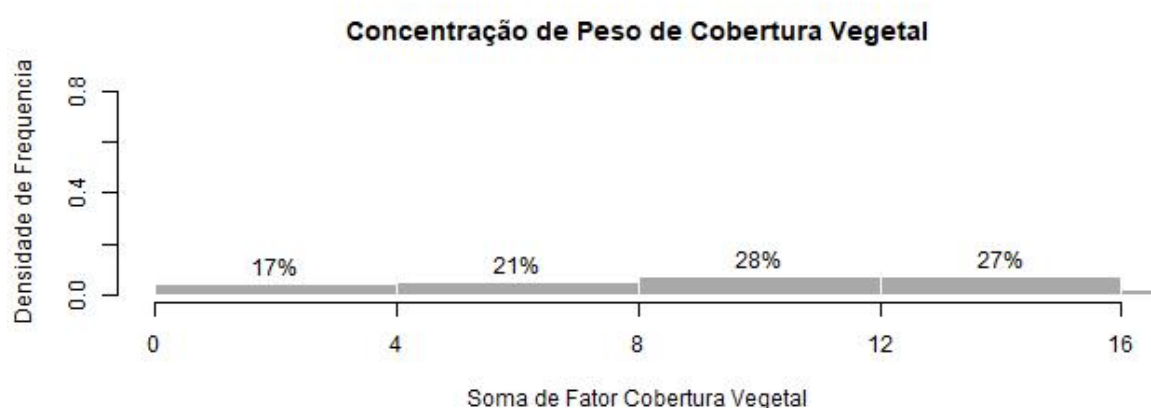
Mesmo com a readequação proposta pela Tabela 8, teve-se dificuldade de demonstrar todas as classes mapeadas e dispostas no mapeamento sistemático do uso do solo. A Figura 26a reflete essa dificuldade pelas classes encontradas na base de dados.

Figura 26: Visualização Fatores de Declividade



Concorrentemente, utilizando os valores de importância readequados ao dados, constata-se pela Figura 27 que a densidade de frequência das classes ponderadas apresentou certa homogeneização de valores.

Figura 27: Distribuição de Pesos por Cobertura Vegetal



Fonte: Os autores

A leitura das Tabelas 12 e 13 informam de forma complementar como os a concentração de pesos da cobertura vegetal ocorreu na sua disposição.

Tabela 12: Cobertura Vegetal em Porcentagem de área

Módulo Fiscal	Mata Nativa	Reflorestamento	Estágio Inicial	Macega
Media	13,29%	10,08%	8,57%	5,56%
Grande	12,82%	28,6%	2,13%	2,09%
Minifundio	9,07%	8,14%	4,49%	4,73%
Pequena	24,70%	23,35%	15,87%	11,79%

Fonte: Elaborado pelos Autores

Tabela 13: Cobertura Vegetal em Porcentagem de Coeficientes

Módulo Fiscal	Mata Nativa	Reflorestamento	Estágio Inicial	Macega
Media	2,38%	1,85%	1,78%	1,32%
Grande	0,09%	0,05%	0,07%	0,05%
Minifundio	21,07%	14,03%	9,92%	7,37%
Pequena	13,82%	10,30%	9,43%	6,46%

Fonte: Elaborado pelos Autores

3.5 Fator Ambiental: 05 - Porte Florestal

De forma equivalente ao item anterior, visto que os fatores de importância são próximos ao utilizando no item 1.7, mas somente variando no que se refere a vegetação natural do bioma e/ou espécies introduzidas no local. Os resultados não poderiam ser muito discrepantes.

A Figura 28 em outra forma de configuração temática, compõe-se dos mesmos imóveis anteriormente expostos, mas agora com a classes de vegetação sobre a imagem em níveis de cinza.

Figura 28: Visualização Fatores de Porte Florestal

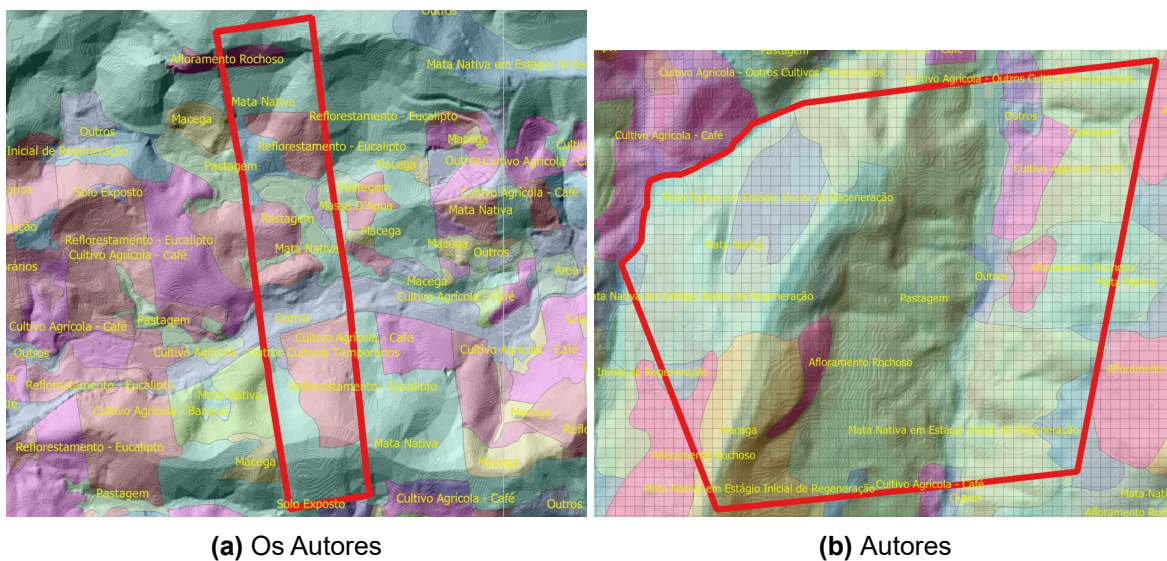


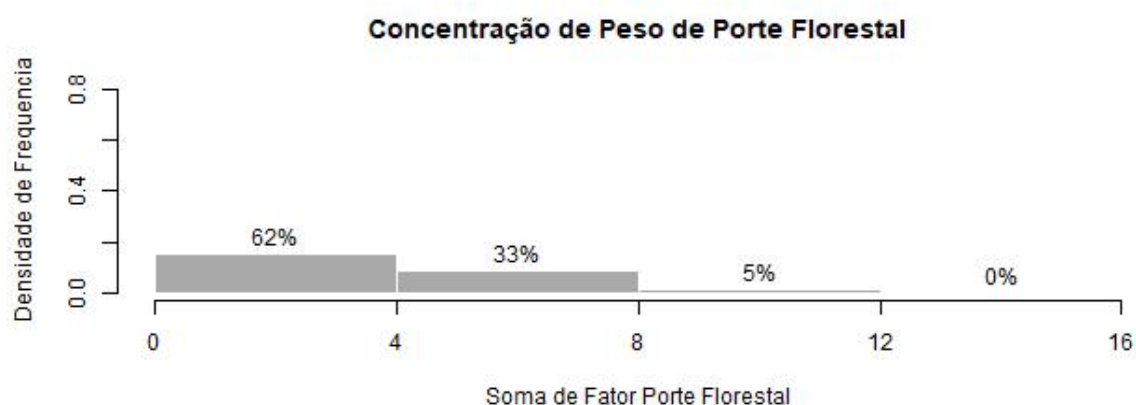
Tabela 14: Porte Florestal em Porcentagem de Coeficientes

Módulo Fiscal	Mata Nativa	Reflorestamento	Estágio Inicial	Macega
Media	3,80%	0,74%	1,79%	0,88%
Grande	0,15%	0,02%	0,07%	0,04%
Minifúndio	32,24%	5,62%	9,93%	4,92%
Pequena	21,93%	4,12%	9,44%	4,31%

Fonte: Elaborado pelos Autores

Ocorre uma mudança significativa dos pesos de distribuição na Figura 29.

Figura 29: Distribuição de Pesos por Porte Florestal



Fonte: Os autores

3.6 Fator Ambiental por Imóvel

Com a tabela 15 temos por imóvel rural com o código denominado de (gid), em conjunto com os fatores ponderados por tema, somados e divididos pela média aritmética denominado como (num_impor)

Tabela 15: Atribuição do Número de importância aos itens do imóvel

n ^{as}	gid	ni_1	ni_2	ni_3	ni_4	ni_5	ni_somaPeso	Ni_soma	Num_impor
1	3206847	0	14	2	3	1	20	9	2,22
2	3204621	4	16	2	19	8	49	10	4,9
3	3206723	5	16	2	17	8	48	10	4,8
...
...
2453	3205477	0	9	2	2	0	13	9	1,6
2454	3206498	5	16	2	7	3	33	10	3,3

Fonte: Elaborado pelos Autores

4 Discussão

O início deste texto reúne conceitos aceitos de valor para imóveis rurais, destacado com o fluxograma de planejamento o uso racional da terra e características físicas, tratadas nesta pesquisa e diretamente relacionadas ao valor ambiental.

Ao utilizar um banco de dados geográfico comercial como o Postgresql e não apenas um desenho vetor ou mesmo um mapa, abre-se a possibilidade de não somente representar, ou consultar informações geográficas, mas também criar uma nova série de ferramentas utilizando conceitos de relações espaciais e operações unitárias.

O trabalho com o SGBD possibilitou a leitura de imagens tipo raster e polígonos vetores em um só ambiente de sistema, assim não necessitando de mais operações de intercâmbio de aplicativos. Isso tornou-se possível com a criação de uma arquitetura do sistema pelo modelo conceitual de entidade de relacionamento. Assim possibilitando independente da quantidade de dados, ter uma rígida estrutura de planilhas com os dados relacionados.

Módulo Fiscal

Utilizando o índice da estrutura fundiária "módulo fiscal" para o município pesquisado, possibilitou resumir que quase 92% dos imóveis analisados são minifúndios ou pequenos produtores rurais.

Com a criação e apresentação dos Scripts desenvolvidos, apurou-se 578,8 quilômetros quadrados, totalizando assim 84,7% da área municipal.

4.1 Fator Ambiental: 01- Tipo de Solo e Permeabilidade

A unidade da Federação deste trabalho, reconhecida pela extração de rochas ornamentais, para o município estudado apresentou apenas 03 (três) lugares com características de mineração, tendo como área 6,27 hectares registrados. Sendo assim, apenas estes receberam o peso 01 (um) quanto a permeabilidade.

No entanto, os dados revelam que apenas pequenos e médios imóveis são contemplados com afloramento rochoso. E que os minifúndios, mesmo sendo a maioria dos imóveis, não se enquadraram na categoria de pesos de afloramento, portanto receberam peso 0 (zero), vide Figura 12.

4.2 Fator Ambiental: 02 - Declividade

A escolha do local pesquisado, com grande variação deste índice do relevo teve com objetivo contextualizar se a tabela 4 teria reconhecidos seus pesos neste tipo de topografia.

Com a classificação de imagens com resolução altimétrica de 01 (um) metro, pelos scripts customizados, os resultados mostraram que pode ser elaborado um mapa temático com representação em escala monocromática para facilidade de leitura, vide Figuras 14 e 17a.

Ao ponderar pesos, segundo a cartilha do IBAPE-SP, depara-se com altos valores de importância para os locais mais baixos, e que possuem ao menor grau de

vegetação nativa. Enquanto, menores pesos aos locais com maior declividade, como observa-se nas Figuras 18c e 16b .

A leitura dos Gráficos das Figuras 21 e 20 transmite a informação que aos imóveis caracterizados como minifúndios são atribuídos pesos maiores que os demais tipos de módulos fiscais. Mas na tabela 10, a leitura torna-se mais completa, sendo que somente as pequenas propriedades possuem restrição de uso maiores que as demais.

Na visualização minuciosa das Figuras 16 a 18, os critérios de ponderação em Áreas de Proteção Permanente - APP em topos de morros foram consideradas com o mesmo peso em zonas mais baixas, chamadas vulgarmente de "baixadas junto ao córrego", visto que as Figuras demonstram que receberam o mesmo coeficiente. No entanto, área com declividade acima de 45% foram consideradas com coeficientes mais baixos.

4.3 Fator Ambiental: 03 - Pluviometria

O município de vigésimo tamanho em área do Estado, apresentou apenas 02 (dois) valores de importância deste item, e concentrando na maioria destes locais pesos de 03 (três) em 67% dos imóveis.

O aspecto do direcionamento das águas fluviais para 03 (três) bacias hidrográficas, Figura 8a e o relevo apresentam um alto desnível em sentido a Noroeste, não influenciando no grau de importância.

4.4 Fator Ambiental: 04 - Cobertura Vegetal

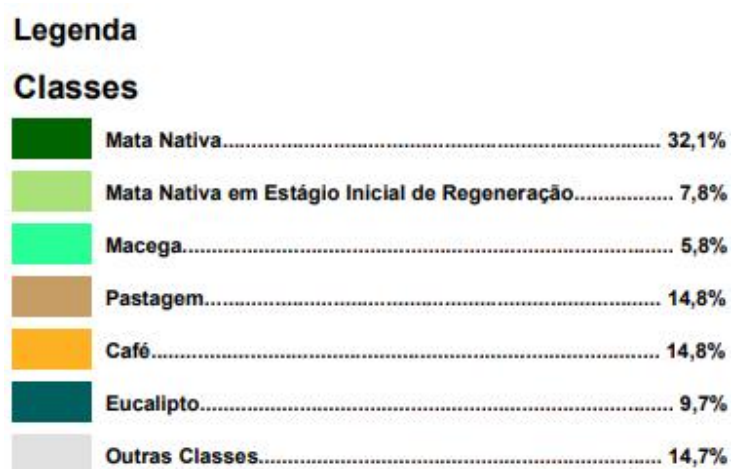
Foi descrito no item 2.6 que a cobertura vegetal foi obtida por um mapeamento sistemático, o qual tem sido utilizado como base oficial do Estado para o monitoramento da cobertura vegetal.

Os resultados indicam uma diferença no percentual das classes de mata nativa consolidada e em estágio inicial de regeneração, os quais estão mostrados, aproximados, na Figura 9, sobre a legenda tem-se a Figura 30.

A explicação para esta discrepância deve-se a que somente 84,7% do município foi registrado em imóveis que possuem o Cadastro Ambiental disponibilizado, visto que a base de dados vetorial da cobertura vegetal foi a mesma.

Com base nos valores obtidos na densidade de frequência das classes mapeadas, a inserção dos valores alocados pela cartilha IBAPE-SP mostra alguma uniformidade, ou seja, sem quedas ou crescimentos bruscos conforme se nota na Figura 27.

Figura 30: Uso do Solo em 2015



Fonte: Sossai [2018]

Ao rever os coeficientes de importância em forma percentual, a Figura 27 e Tabela 12 possibilitam notar o impacto na estrutura fundiária sobre os pequenos imóveis, fato corroborado pela Tabela 12

4.5 Fator Ambiental: 05 - Porte Florestal

Interpretados que tanto os valores apresentados pela tabela 14 como na Figura 29, se justificam devido a junção de classes de importância ambiental, de reflorestamento e a ausência de pastagem.

Além do que, classes que recebiam o valor de 05 (cinco) no fator de cobertura vegetal, passou a receber valor 01 (um) no fator porte florestal, como exemplo, a grande quantidade de reflorestamento seja por eucalipto ou seringueira, comuns neste município.

O que fez com que todo o gráfico de concentração de densidade de frequência da Figura 29 se deslocasse para a esquerda.

5 Conclusões

Na pesquisa bibliográfica pode-se observar que os diversos autores tem tratado o tema de valorização ambiental por códigos alocados e todos têm desenvolvido procedimentos semelhantes. No entanto, eles têm tratado o tema em estudos de casos isolados e não em uma região macro e suas implicações, como desenvolvido neste trabalho.

A metodologia com a geomática como apresentada por este trabalho foi possível: i) capturar, ii) processar, iii) analisar, iv) interpretar e por fim v) descrever fenômenos das características físicas com interpretação estatística.

Os minifúndios, sendo a maioria dos módulos fiscais, receberam o peso (0) zero para o item afloramento rochoso, assim, para esse tipo de imóvel, a variável não contribui para determinação do valor de importância ambiental para a região.

Diferente da declividade, qual a variável impacta diretamente sobre o valor de importância ambiental, tanto nos minifúndios como pequenos imóveis.

A pluviometria aplicou uma concentração de valores somente na parcela de imóveis que encontravam-se abaixo de 1.300 mm, para o estudo, 60% dos imóveis.

Na variável cobertura vegetal por município, apresentam-se consideráveis áreas de reflorestamento com vegetação não nativa, preponderando fator ambiental com certo nível de homogeneidade. Mas somente para a variável porte florestal ocorreu a associação do peso e a característica de módulo fiscal.

Por fim, a hipótese com sobrepeso no grau de importância nas margens dos cursos hídricos foi comprovada, motivada por apresentar maior grau de importância em locais que representam quantitativamente pequenas frações nos imóveis, independente do tamanho. Mas a variável declividade, que está na faixa acima de 25%, locais com restrição de uso ARU representa em área o valores de 50,86% dos imóveis analisados.

E nesta mesma questão de hipótese, ao somarmos o quantitativo de imóveis com ARU e mais APP de faixa acima de 45%, o valor alguma restrição de declividade está com 57,132%, e serão alocados com valor de importância 01 e 02. O total de imóveis com restrição de APP por característica de faixa ciliar é 8,48% o qual o valor a ser destinado é 05(cinco).

Restando ser necessário aplicar a mesma metodologia em outro município, com predominância de relevo pouco ondulado e uma topografia com características planas em estudos futuros.

Referências

- Amado, F. A. D. T. (2014). *Direito Ambiental: Esquemático*. Editora Método, São Paulo, 5 edition.
- Amado, F. A. D. T. (2015). *Legislação Comentada para Concursos Ambientais: Artigo por Artigo*. Editora Método, São Paulo, 1 edition.
- Arantes, C. A. A. C. d. (2016). *Perícia ambiental: aspectos técnicos e legais*. Boreal Editora, Birigui-SP.
- Arantes, Carlos Augusto ; Saldanha, M. S. (2017). *Avaliações de Imóveis Rurais: Norma NBR 14.653-3*. Liv. e Ed. Universitária de Direito, São Paulo, 2 edition.
- Assad, E. D. (1998). *Sistema de Informação Geográficas. Aplicações na Agricultura*. Embrapa, Brasília, 2 edition.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2019). NBR14653-3: Avaliações de Bens - parte 3: Imóveis Rurais, . . , ABNT, Rio de Janeiro, RJ.
- Cardão, C. (1970). *Topografia*. Edições Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte, 1 edition.
- Câmara, G. (1995). Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos. Master's thesis, INPE.
- Comarella, E. A. (2015). Cálculo de fator de passivo ambiental aplicado a avaliação de imóveis rurais e urbanos. *Cobreap XVIII*, XVIII:27.
- Cunha, Breno Gomes; Pedrotti, A. B. V. A. B. P. F. B. E. M. J. (2019). Determinação do potencial agrícola através da integração do sistema de classificação da capacidade de uso das terras com a análise hierárquica de processos. *Cobreap XX*, XX:27.
- Date, C. (1941). *Introdução a Sistema de Banco de Dados*. Editora Campus, Rio de Janeiro, 8 edition.
- De Sousa, Jocy Ana P; Amorim, E. R. d. N. S. A. T. . S. R. d. C. F. C. B. H. (2019). Diagnóstico da degradação ambiental por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. *Anais do XIX Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR - Santos*, page 4.
- De Souza Pinto, N. L. (2005). *Hidrologia Básica*. Editora Blucher, São Paulo, 9 edition.
- Egenhofer, Max J.; Herring, J. R. (1987). A mathematical framework for the definition topological relationship. *International Symposium On Spatial Data Handling*, IV:803–813.
- Geobases (2021). SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO . <https://geobases.es.gov.br/>. [Online; accessed 24-Agosto-2021].

- IDAF (2021). Instituto de Defesa Agropecuária Florestal do Espírito Santo . <https://idaf.es.gov.br>. Portal Simlam em módulo Publico url <http://simlam.idaf.es.gov.br/Publico/areas/navegadores/mapa/IdafNavEmpreendimento.html> /.
- IJSN (2021). Instituto Jones Santos Neves . <http://www.ijsn.es.gov.br/>. Portal Simlam em módulo Publico url <http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>.
- INCAPER (2021). Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural . <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/previsao-do-tempo-24hs/>. [Online; accessed 24-Agosto-2021].
- Kainz, Wolfgang; Egenhofer, M. J. G. I. (1993). Modelling spatial relations and operations with partially ordered sets. *International J. Geographical Information System*, VII:215–229.
- Lehefeld, L. d. S. (2015). *Código Florestal comentado e anotado(artigo por artigo)*. Editora Método, São Paulo, 3 edition.
- Lepsch, Igo Fernando e Júnior, R. B. (1983). *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas.
- Lima, M. R. d. C. (2011). *Avaliação de Propriedades Rurais: Manual Básico a engenharia de avaliações aplicada à fazendas*. Livraria e Editora Universitária de Direito, São Paulo.
- Marquez, A. (2015). *Postgis Essentials*. Packt Publishing Ltda, Birmingham, 1 edition.
- Nadalini, A. C. V. (2015). Valoração socioambiental em áreas de preservação permanente no rio do sal em aracaju / se. *Cobreap XVIII*, XVIII:40.
- Nadalini, A. C. V. (2017). Avaliação e precificação da degradação de recursos naturais. *Cobreap XIX*, XIX:40.
- Nasser, Radegaz Junior; Pretti, L. A. (2017). Avaliação de bens intangíveis revestidos com valor cênico. *Cobreap XIX*, XIX:15.
- Nereci, B. e. a. (2020). *Valoração de Área Ambientais*. Ibape - Sp, São Paulo, 1 edition.
- Oliveira, C. H. P. (2009). *SQL Curso Prático*. Novatec Editora Ltda, São Paulo, 6 edition.
- Oliveira, F. M. d. (2017). *Direito Ambiental*. Editora Forense, São Paulo, 2 edition.
- Paredes, E. (1994). *Sistema de Informação Geográfica*. Editora Erica, São Paulo, 1 edition.
- Postgis, P. m. (2021). PostGIS 3.1.4dev Manual DEV. <https://postgis.net/docs/>. [Online; accessed 27-Agosto-2021].
- Santos, João Luís dos Antunes, J. F. G. M. J. C. D. C. E. A. C. M. L. P. (2017). Otimização de um banco de dados geográficos utilizando postgis. *Anais do XIX Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR - Santos*, page 8.

- SEAMA, S. d. M. A. e. R. H. (2021). Atlas da Mata atlântica do estado do Espírito Santo: 2007-2008 e 2012-2025 . <https://seama.es.gov.br/atlas-da-mata-atlantica-es/>. [Online; accessed 24-Agosto-2021].
- Sertã, L. R. C. J. (2019). Valoração de dano ambiental. *Cobreap XX*, XX:29.
- Sossai, M. F. (2018). *Atlas da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo:2007-2008 e 2021-2015*. IEMA, Cariacica, 1 edition.
- Teubner Junior, Fernando Jakes; Moça, F. M. R. S. F. M. (2019). Mapeamento complementar de uso e cobertura da terra do estado do espírito santo: Um estudo de caso no município de ibatiba. *Anais do XIX Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR - Santos*, page 4.
- Tomlin, D. C. (1990). *Geographic information System and Cartographic Modelin* . Pretice Hall, Englewood CLiffs, 2 edition.
- Trennepohl, T. (2020). *Manual de direito ambiental*. Editora Saraiva, São Paulo, 8 edition.
- Tucci, C. E. M. (2001). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Editora UFRGS, Porto Alegre, 2 edition.
- UFES, U. F. d. E. S. (2021). Laboratório de Meteorologia e Ecofisiologia Florestal . <https://lmef0.webnode.com/chuva/>. [Online; accessed 24-Agosto-2021].
- Werlich, C. (2018). *Modelagem de Dados*. Editora e Distribuidora Educacional S.A, Londrina.