

**MAPEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO  
ARRONDISSEMENT DE ARCAHAIE – HAITI**

MAPPING THE ENVIRONMENTAL FRAGILITY OF THE ARCAHAIE ARRONDISSEMENT – HAITI

**Ralph Charles**

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas – SP. CEP: 13083-970 E-mail:  
[cralph001@yahoo.fr](mailto:cralph001@yahoo.fr)

**Regina Célia De Oliveira**

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas – SP. CEP: 13083-970 E-mail:  
[reginacoliveira@ige.unicamp.br](mailto:reginacoliveira@ige.unicamp.br)

**Adriana Fantinati Conceição**

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas – SP. CEP: 13083-970 E-mail:  
[adriana.fantinati.c@gmail.com](mailto:adriana.fantinati.c@gmail.com)

---

## Resumo

Pesquisas sobre os impactos socioambientais decorrentes das atividades antrópicas têm se potencializado nos últimos anos a nível mundial. No país caribenho Haiti, observa-se que o elevado grau de vulnerabilidade social, assim como a fragilidade ambiental, tem relação direta com as atividades antrópicas, conduzidas, muitas vezes, de forma incorreta e promovendo diversos danos para a sociedade e o meio ambiente. Neste sentido, a presente pesquisa teve como objetivo mapear a fragilidade ambiental da divisão administrativa Arrondissement de Arcahaie, localizada no departamento Oeste do Haiti. O mapa de fragilidade ambiental da área de estudo foi elaborado por meio dos mapas clinográfico, pedológico e de uso e ocupação da terra. Para o preparo dos mapas foram utilizadas ferramentas de geotecnologias, e o resultado preliminar demonstrou que o estado ambiental do Arrondissement de Arcahaie no Haiti apresenta alto grau de fragilidade ambiental, podendo resultar em danos, muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente e para a sociedade.

**Palavras-chave:** Geotecnologias, Fragilidade ambiental, Recursos naturais.

## Abstract

Research on the socio-environmental impacts resulting from anthropic activities has been enhanced in recent years worldwide. In the Caribbean country Haiti, it is observed that the high degree of social vulnerability, as well as environmental fragility, are directly related to human activities, which are often conducted incorrectly and causing various damages to society and the environment. In this sense, this research aimed to map the environmental fragility of the administrative division Arcahaie Arrondissement, located in the Western Department of Haiti. The environmental fragility map of the study area was drawn up using clinographic, pedological and land use and occupation maps. Geotechnological tools were used to prepare the maps, and the preliminary result showed that the environmental status of the Arcahaie Arrondissement in Haiti presents a high degree of environmental fragility, which can result in damage, often irreversible, to the environment and society.

**Keywords:** Geotechnologies, Environmental fragility, Natural resources.

## 1. Introdução

Os estudos socioambientais têm sido de grande importância para o entendimento dos impactos antrópicos no meio ambiente, contribuindo para um melhor planejamento, conservação e utilização dos recursos naturais. O diagnóstico ambiental tem sido utilizado como instrumento de caracterização da qualidade ambiental, de modo a fornecer conhecimento para embasar a identificação e a avaliação dos impactos nos meios físico, biológico e socioeconômico, contribuindo para o uso adequado dos recursos naturais, manutenção dos serviços ambientais e conservação da biodiversidade (FERREIRA e PIROLI, 2016).

Aspectos inerentes ao meio físico de um dado território têm despontado como questão central em diversos trabalhos acadêmicos ao qual questionam, discutem e analisam onde, como e quando os processos que formam tais atributos influenciam na dinâmica do espaço geográfico (BANDEIRA e OLIVEIRA, 2016). Para autores como Bertrand (1971), Sochava (1977), e Rodriguez; Silva, Cavalcanti (2013), a abordagem geossistêmica considera que há uma necessidade de entender os processos naturais, tendo a concepção de que a Litosfera, Biosfera, Atmosfera e Antroposfera são sistemas, variando conforme a escala, mas compartilhando em todos os níveis a concepção de alternância de fluxos de matéria e energia.

As áreas costeiras procuram-se apreender uma vulnerabilidade ambiental complexa devido a diversas fisionomias da paisagem geográfica, sendo mais suscetível a apresentar elevada

fragilidade e vulnerabilidade por estarem em contato direto com as ações dos oceanos e do continente, além da pressão antrópica crescente direcionada para esse setor do terreno nos últimos anos (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2013).

Os autores Flores e Barragán (2016) reconhecem que quando a intervenção na paisagem é feita de forma não sustentável, esta paisagem torna-se frágil e rompe o equilíbrio do meio ambiente. Neste sentido, o risco, entendido como a relação entre a ameaça ou a probabilidade de ocorrência de um desastre, e a vulnerabilidade, devem ser integrados como componentes essenciais no processo de planejamento, objetivando-se prevenir e mitigar catástrofes ambientais, por meio de instrumentos de controle direto e indireto que permite responsabilizar aqueles que degradam o meio ambiente e, ao mesmo tempo, envolver os atores afetados (FLORES e BARRAGÁN, 2016).

Recentemente, tem-se observado que as notícias sobre catástrofes naturais ocorridas no Haiti, principalmente no setor Oeste, onde se localiza o *Arrondissement de Arcahaie*, denotam um elevado grau de fragilidade ambiental. Pesquisadores abordam a ausência de ações e políticas, voltadas para a melhoria da qualidade do meio ambiente, necessitando um maior diálogo entre estudiosos de eventos naturais e agentes que atuam no processo de decisão sobre os programas de prevenção e mapeamento de riscos naturais. Esses fatores podem contribuir para retardar a implementação de medidas efetivas de combate a degradação ambiental (IHSI, 2015).

O elevado grau de fragilidade ambiental da área de estudo está associado às ações antrópicas de formas irregulares, resultando em diversos danos irreversíveis, que o país enfrenta atualmente. Na verdade, todas as causas da degradação do ambiente no Haiti estão ligadas entre si. Exemplos de danos ambientais são observados em todo território da República do Haiti, como o desmatamento, o assoreamento, o despejo de efluentes domésticos e industriais, dentre outros (IHSI, 2015).

No *Arrondissement de Arcahaie*, a perda de biodiversidade é um dos fatores mais importantes que afetam a situação ambiental, e está relacionada a modificação e eliminação de habitats devido às pressões dos empreendimentos urbanos e turísticos. Esses fatores agravam os problemas de inundações e erosão costeira relacionados à tempestades e furacões que (re)mobilizam terras aráveis e as depositam nos leitos dos rios. De acordo com MDE (2015), a fragilidade da área de estudo pode ser compreendida pelas seguintes razões: o país está situado na trajetória de grandes furacões tropicais; o Haiti possui baixo nível de resiliência econômica, porque sua produção é amplamente baseada no setor agrícola; enfim a capacidade de adaptação do Haiti após uma catástrofe é muito limitada devido ao seu baixo nível de renda.

O estudo da fragilidade ambiental do *Arrondissement de Arcahaie* e outras regiões semelhantes é de suma importância para a recuperação e a preservação do meio ambiente. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo realizar o Diagnóstico Ambiental do *Arrondissement de*

*Arcahaie*, localizado no departamento Oeste do Haiti conforme a metodologia proposta por Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2013).

## 2. Procedimentos metodológicos

### Área de Estudo

A área de estudo é um distrito formado pelos municípios de Arcahaie e Cabaret, sendo os principais apresentados na Figura 1. De acordo com *l'Institut Haitien de Statistique et d'Informatique* - IHSI (2015), o *Arrondissement* (subdivisão de segundo grau do território haitiano) de Arcahaie está localizado no departamento Oeste (subdivisão de primeiro grau) da República do Haiti, com uma população total de 198.551 habitantes, para uma área de 613,59 km<sup>2</sup>. A região é delimitada a norte pelo município de Saint Marc, a sul pelo mar do Caribe, a leste pelos municípios do Croix-des-Bouquets e Verettes, e a oeste pelo mar do Caribe.

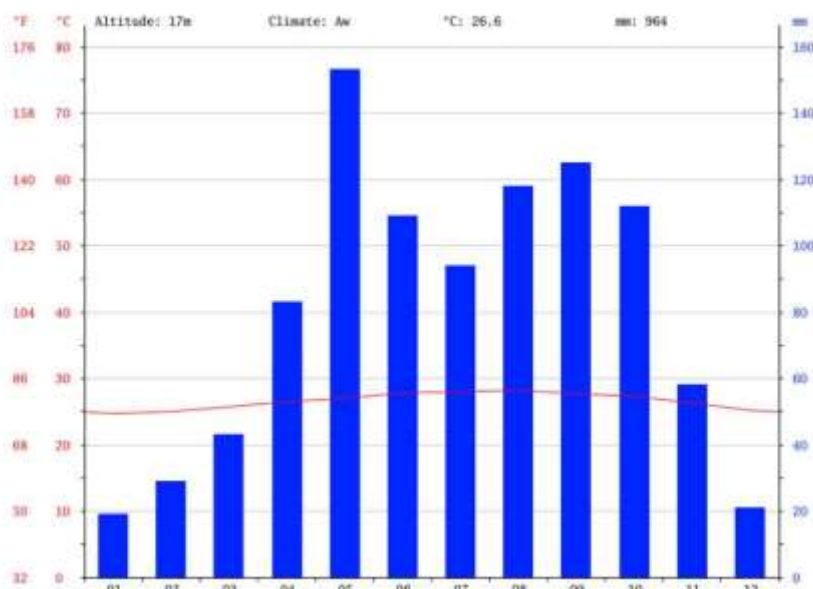


**Figura 1.** Localização da área de estudo - *Arrondissement de Arcahaie* (Haiti).  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

O *Arrondissement de Arcahaie* possui um clima tropical, com temperatura média anual de 27 °C, porém, na parte montanhosa, esta pode ser menor que 20° C, podendo atingir valores menores que 10° C na região do pico La Selle, no inverno, particularmente entre dezembro e janeiro

(JEUNE, 2015). A estação chuvosa ocorre entre os meses de maio a julho e a estação de furacões ocorre entre os meses de junho a novembro e no inverno a pluviosidade é menor que no verão (PNUE, 2019). Segundo a Köppen e Geiger, o clima é classificado como Aw, com 26.6° C e a temperatura média anual de pluviosidade é de 964 mm. Para Jeune (2015), a região apresenta dois tipos de regime climático devido à variação da altitude. O tipo tropical "Aw" caracteriza as planícies e colinas que têm uma baixa variação de temperatura durante ano; enquanto nas regiões mais altas encontra-se o tipo "Cwb", ou seja, clima tropical de altitude com inverno seco e verão quente.

A Figura 2 apresenta a variação de precipitação e temperatura anual do Haiti. De acordo com Jeune (2015), a distribuição média anual da precipitação apresenta os meses de maio e outubro como os mais chuvosos; e os mais secos variam de dezembro a fevereiro. No entanto, a precipitação média anual é de 1.485 mm, com valor mínimo em torno de 700 mm e valor máximo de mais de 2.000 mm. Por outro lado, a umidade relativa média anual do ar, segundo Woodring et al. (1924), é de 80% no verão e de 78% no inverno.



**Figura 2:** Gráfico climático do Haiti.

**Fonte:** Ministère de L'environnement – MDE (2015).

Em regiões tropicais, os solos possuem várias características peculiares inerentes às condições climáticas úmidas com temperaturas elevadas. Nestas regiões, os processos pedogenéticos são acelerados. No caso do Haiti, os solos se desenvolveram sobre materiais litológicos dominados por calcários Eocenos, basaltos e sedimentos quaternários sob influência do clima tropical (JEUNE, 2015). Juntamente as causas naturais, a densidade populacional é alta, da ordem de 280 habitantes/km<sup>2</sup>, considerada como uma forte pressão. A instabilidade política também é um fator determinante na degradação ambiental da área de estudo (IHSI, 2015).

A partir dos anos 80, a instabilidade política teve um impacto considerável no município de Cabaret, particularmente o centro velho passa a ser significativamente alterado por um crescimento urbano desordenado. Por outro lado, Cabaret foi considerado como município em 21 de junho de 1933, sendo porta de entrada para “les cotes des Arcadins” um importante centro turístico. O município possui uma área de 204.89 km<sup>2</sup> e está dividido pelas seções comunais de Boucassin, Matelas e Fonds des Blancs (IHSI, 2015; CHARLES, 2017). De acordo com o censo de 2015 do IHSI, o município de Cabaret tem uma população de 68.245 habitantes, o que dá uma densidade de 346 habitantes por quilômetro quadrado, distribuídos tanto nas zonas rurais como nas zonas urbanas. Quase 78% dessa população vive em áreas rurais (IHSI, 2015).

De acordo com Fréguin e Devienne (2006), o *Arrondissement de Arcahaie* é desde a primeira metade do século XX o celeiro de alimentos, inclusive, da capital vizinha, ao qual está ligado por uma estrada principal. Esta planície costeira aluvial produz principalmente banana-da-terra, à venda no mercado de Porto Príncipe, que garante a maior parte do fornecimento, beneficiando-se de clima tropical semiárido, solos aluviais profundos e instalações hidroagrícolas que permitem o cultivo durante todo o ano. A banana-da-terra, particularmente rica em carboidratos complexos, energia e fibras é um elemento importante da alimentação haitiana.

### *Mapeamento da fragilidade ambiental*

O trabalho foi desenvolvido conforme a proposta de Ross (1994), que estabelece uma metodologia adaptada nos pressupostos descritos por Tricart (1977), a qual considera quatro fatores com graus de fragilidade que variam de um a cinco. Esses fatores são: o solo, a declividade, o uso da terra e a pluviosidade.

Para o mapeamento da fragilidade ambiental do *Arrondissement de Arcahaie* foi realizado análise bibliográfica e cartográfica em artigos nacionais e internacionais, teses e dissertações, tendo como foco os temas com abordagem sistêmica, planejamento ambiental e dinâmica costeira que fizessem referência à caracterização natural (geologia, geomorfologia, hidrográfica, vegetação, hipsometria e pluviometria) e antrópica (história e economia) na região do Caribe, mais especificamente no departamento Oeste do Haiti.

O inventário dos dados cartográficos teve como objetivo constituir as características naturais e socioeconômicas do *Arrondissement de Arcahaie*, determinando os principais parâmetros, como solo, geologia, drenagem, morfometria, hipsométrica, pluviometria e uso e ocupação da terra. Adotou-se a escala de 1:100.000 como escala de análise para a elaboração do diagnóstico

ambiental na área de estudo e para a elaboração do mapa de fragilidade foram utilizados os mapas clinográfico, pedológico e de uso e ocupação da terra.

Para a elaboração do mapa clinográfico foi utilizado o modelo digital de elevação (MDEs) produzido pela missão *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30 metros, disponibilizado pelo *United States Geological Survey* (USGS). Sua elaboração foi feita por meio da ferramenta *slope* disponibilizada na extensão *Spatial Analyst Tools – Surface* do software *Arcgis 10.4*. Cada pixel gerado por meio da ferramenta *slope* tem um valor de declividade, e quanto menor for o valor do pixel mais plano o relevo tende a ser. Os resultados das classes de declividade (Tabela 1) foram apresentados em porcentagem (%), conforme o manual técnico de pedologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015).

O mapa clinográfico é de grande importância na análise da fragilidade ambiental, devido a sua influência direta nos processos que condicionam a velocidade de transformação da energia potencial das águas pluviais em energia cinética, conseqüentemente, na intensidade dos processos erosivos (CREPANI et al., 2001; VALLE et al.; 2016).

**Tabela 1.** Classes de relevo em função da declividade.

Declividade (%)	Relevo
0 - 3	Plano
3 - 8	Suave-ondulado
8 - 20	Ondulado
20 - 45	Forte-ondulado
45 - 75	Montanhoso
> 75	Forte Montanhoso

**Fonte:** Adaptado Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015.

Em seguida, foi elaborado o mapa pedológico. Utilizou-se o mapa clinográfico como base para sobrepor o mapa pedológico, estabelecendo assim, uma a relação entre declividade, tipo de relevo e classe de solos. Observa-se na Tabela 2 a relação entre relevo e tipos de solos.

**Tabela 2.** Relação entre relevo e tipos de solos.

<b>Declividade</b>	<b>Tipos de relevo</b>	<b>Tipos de solo</b>
0 - 3	Plano	Gleissolo
3,01 - 8	Suavemente ondulado	Neossolo Flúvico
8,01 - 20	Ondulado	Chernossolo
20,01 - 45	Fortemente ondulado	Neossolo lítico
45,01 - 100	Montanhoso	Cambissolo

**Fonte:** Adaptado da EMBRAPA, 2006.

A próxima etapa foi o mapeamento do uso e ocupação da terra da área de estudo, na escala 1:100.000, por meio das imagens orbitais do satélite Landsat 8 disponibilizada no *Google Earth*. O documento elaborado refere-se ao mapeamento de uso e ocupação da terra em pixel de 30 metros com base na interpretação das imagens de satélite do ano de 2018, cuja resolução espacial possibilitou um melhor detalhamento das classes, sendo definidas a partir da adaptação do Manual Técnico do IBGE (2013).

Para a elaboração do mapa de Fragilidade fez-se a sobreposição das informações dos mapas clinográfico, pedológico e de uso e ocupação da terra. Por fim, a integração dos critérios foi realizada pela soma simples dos valores associados aos *grids* dos PI intermediários (declividade do terreno, classes pedológicas e formas de uso e ocupação da terra). A atribuição dos valores de cada classe (Tabela 3) e a álgebra de mapas utilizadas para a soma das pontuações seguiram a metodologia apresentada por Valle et al. (2016).

**Tabela 3.** Classes de Fragilidade.

<b>Fragilidade Emergente</b>	<b>Descrição das classes</b>
4	Muito baixa
5 a 8	Baixa
9 a 12	Média
13 a 16	Alta
17 a 20	Muito alta

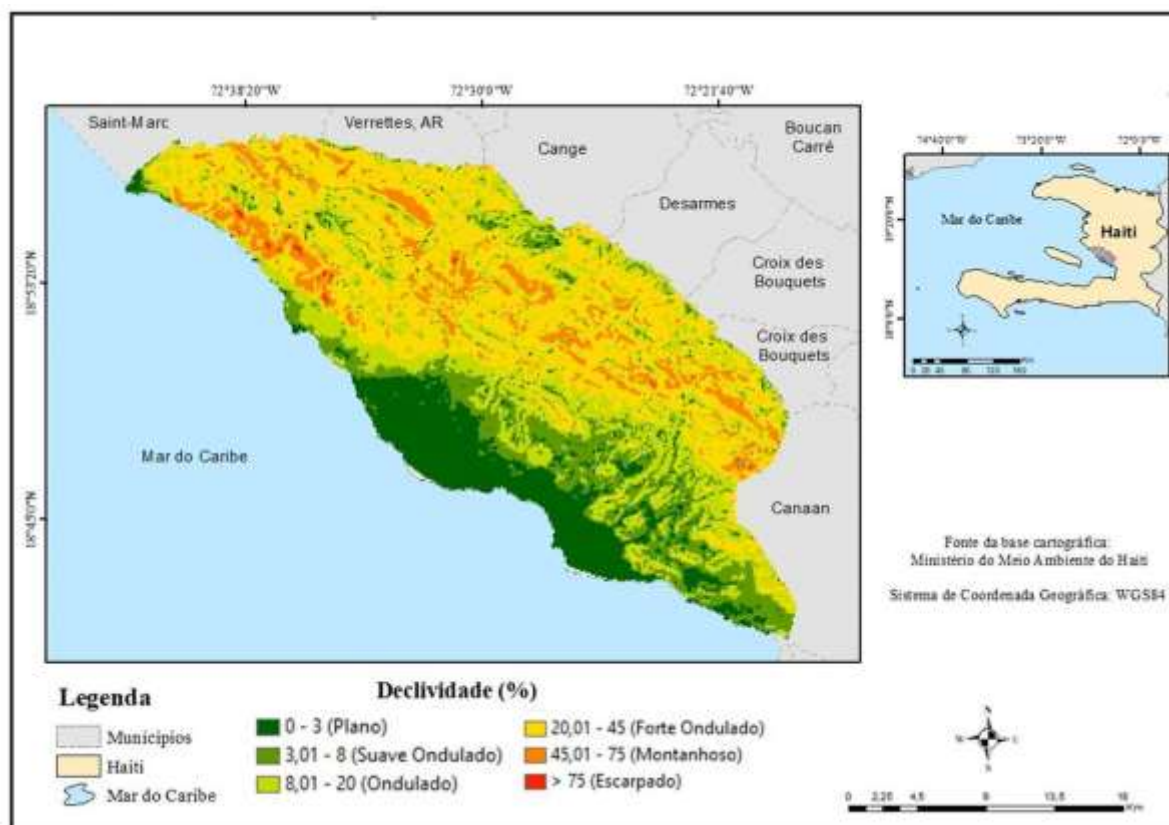
**Fonte:** Adaptado de Valle et al. (2016).

Em seguida, os PI foram convertidos do formato vetorial para modelo raster (matricial). Realizou-se álgebra de mapas para soma das pontuações e obtenção do mapa de fragilidade (Valle et al., 2016; EMBRAPA, 2006).



### 3. Resultados e Discussões

No mapeamento clinográfico foram identificadas cinco classes de declividade no *Arrondissement de Arcahaie*. Constatou-se que a declividade da área de estudo variou de muito fraca (0 a 3%, relevo plano) a muito forte (> 45%, relevo montanhoso e escarpado), conforme apresentado na Figura 3. De acordo com o mapa clinográfico, no *Arrondissement de Arcahaie*, predomina relevo com forte ondulação, ou seja, 60% da área. Destacou-se também que em 15% desta área é formada por relevo montanhoso com fragilidade muito forte e relevo ondulado em 10%. Por fim, 15% da área de estudo é composta por relevo suave ondulado e plano, que expressa respectivamente grau de fragilidade baixa e muito baixa.



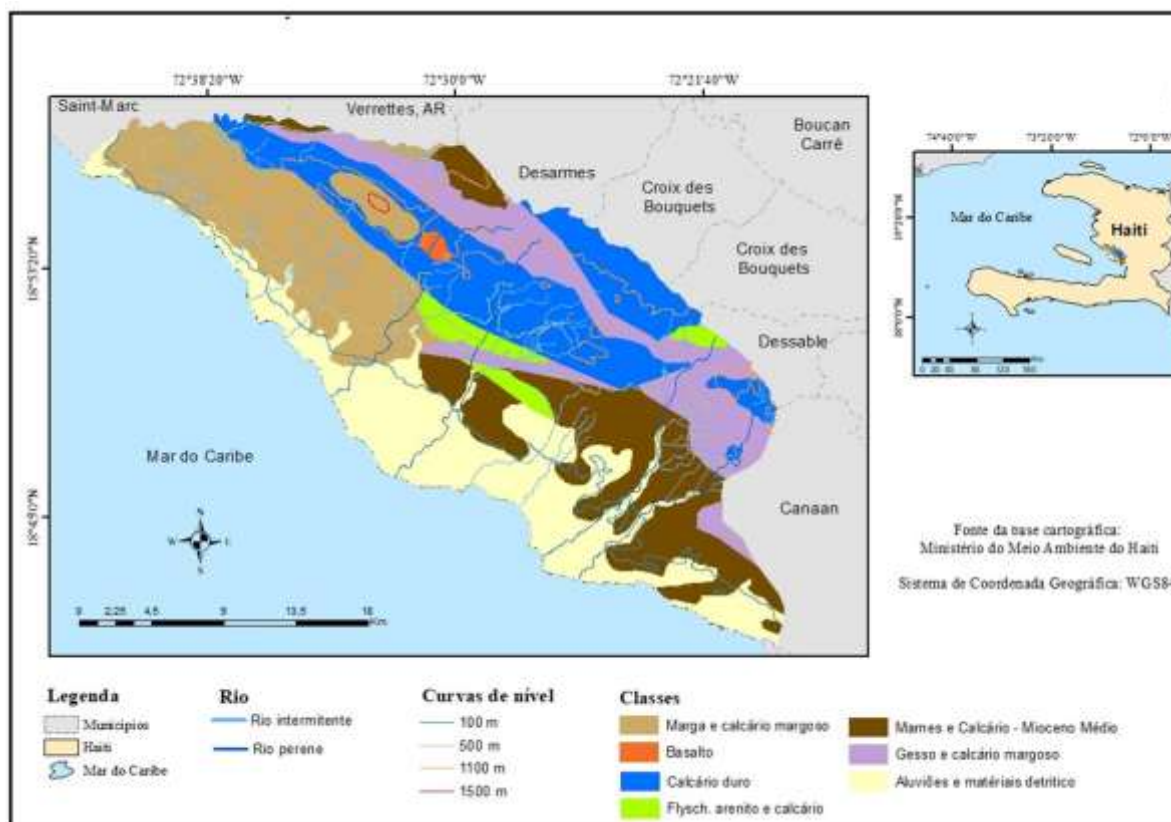
**Figura 3.** Mapa clinográfico *Arrondissement de Arcahaie* (Haiti).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Na Figura 4 é apresentado o mapa geológico elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente. Os resultados obtidos complementam pesquisas já desenvolvidas na área de estudo, como o trabalho de White (2013), ao apresentar que os minerais que predominam nos solos tropicais mais intemperizados pertencem ao grupo da caulinita, sendo comum a presença de óxidos de ferro,

alumínio e titânio. Muhs et al. (1987) ao estudarem os solos desenvolvidos sobre calcários em ilhas do Caribe e do Atlântico Ocidental, inclusive o Haiti, verificaram que estes são bastante argilosos, atingindo as vezes profundidade expressiva com presença de espessos depósitos de bauxita. A generalização a respeito do avançado grau de intemperização dos solos tropicais podem não ser totalmente aplicável para toda a região, pois a variabilidade dos fatores, mecanismos e processos, às vezes, levam a formação de solos bem heterogêneos dependentes das condições locais prevalentes.

De acordo com o BME (2015), o departamento geográfico Oeste, onde está situada a área do presente estudo, é constituído de um embasamento basáltico do Cretáceo com afloramento no maciço *La Selle*, sendo coberto por uma série de calcários do Eoceno e Mioceno. Essas feições geológicas se encontram na parte norte da cadeia montanhosa *Matheux* e montanhas *Trou d'Eau* (BME, 2015). Conforme Woodring et al. (1924), a região está inserida num complexo geológico com diversas formações rochosas.



**Figura 4.** Mapa geológico do *Arrondissement* de Arcahaie (Haiti).

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

Os litotipos do *Arrondissement de Arcahaie* foram categorizados conforme a escala de fragilidade das rochas. Observa-se na Tabela 4 o grau de fragilidade das principais litologias, destacam-se os tipos de rochas Aluviões e materiais detritico (23,4%) e calcário duro (20,5%).

Formações rochosas carbonáticas do Terciário, como calcários marinhos e calcário margos, representam uma porcentagem bastante expressiva do território haitiano (BME, 2015). A fragilidade geológica está relacionada ao grau de coesão dos minerais que constituem as rochas, determinando a capacidade de resistência destas à denudação, ou seja, ao intemperismo e erosão (CREPANI et al., 2001).

No *Arrondissement de Arcahaie* as rochas apresentam alto grau de fragilidade ambiental em relação à erosão, de acordo com os dados apresentados na Tabela 5. Referindo-se aos dados geológicos, constatou que mais de 65% da composição rochosa da área de estudo é formada por matérias classificadas na categoria de fragilidade muito alta. Por outro lado, 34% das rochas apresentam um grau de fragilidade alta. Por fim, somente menos de 1% do total desta área é composta por basalto que indica um baixo grau de fragilidade ambiental.

**Tabela 4.** Unidades litológicas do *Arrondissement de Arcahaie* (Haiti).

<b>Tipo de rocha</b>	<b>Área ocupada em km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Calcário duro	127.333	20,5
Flysch arenito e Calcário	18.245	2,9
Gesso e calcário margoso	91.758	14,7
Marne e calcário	110.184	17,7
Marga e calcário margoso	126.511	20,3
Aluviões e materiais detritico	145.654	23,4
Basalto	2.438	0,3
<b>Total</b>	<b>622,123</b>	<b>100</b>

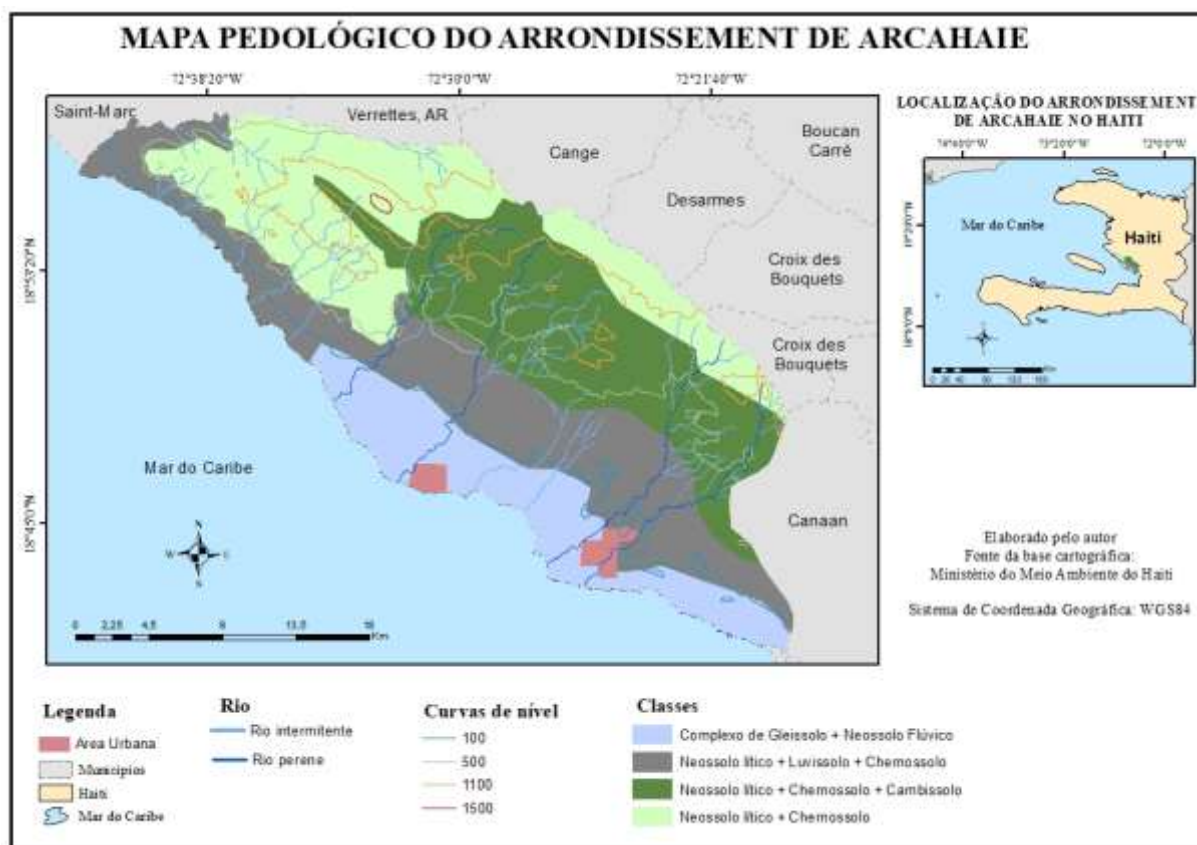
**Fonte:** Ministère de L'environnement – MDE (2015).

**Tabela 5.** *Arrondissement de Arcahaie* (Haiti): Categoria hierárquica dos tipos geológicos conforme os níveis de fragilidade.

<b>Litotipos</b>	<b>Valor</b>	<b>Grau de fragilidade</b>
Calcários	5	Muito Alto
Aluviões	5	Muito Alto
Marga	5	Muito Alto
Arenitos	4	Alto
Mármore	4	Alto
Basalto	2	Baixo

**Fonte:** Adaptado de: CREPANI et al. (2001).

Referente ao mapa pedológico os principais tipos de solos presentes no *Arrondissement de Arcahaie* são Neossolos Líticos e Flúvico Gleissolos, Chernossolos e Cambissolos. De acordo com a classificação dos solos no Haiti, cada classe apresenta mais de um tipo de solo, ou seja, um complexo de solo por classes. Observa-se na figura 5 os complexos de solos na área de estudo. Ross (1994) atribuiu pesos a cada classe de solos de muito alta a muito baixa. Assim, os Neossolos apresentam elevada suscetibilidade aos processos erosivos. Estes são rasos com textura arenosa a franco-arenosa, contato saprolítico, e lítico próximo à superfície, com baixa permeabilidade associada a relevo ondulado a forte ondulado, tornando o sistema frágil à ação da água da chuva e criando condições favoráveis à erosão (VALLE et al., 2016).



**Figura 5.** Mapa pedológico com a classificação do Haiti.  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

O mapa pedológico mostra que cerca de 80% das classes de solos na área de estudo são Neossolos e ocorrem nas áreas com maior declive. Os Cambissolos são solos rasos e apresentam espessura no mínimo mediana entre 50 a 100 cm de profundidade. Estas classes de solos predominam nas áreas montanhosas e apresentam alto grau de suscetibilidade a processos erosivos devido a escoamento superficial.

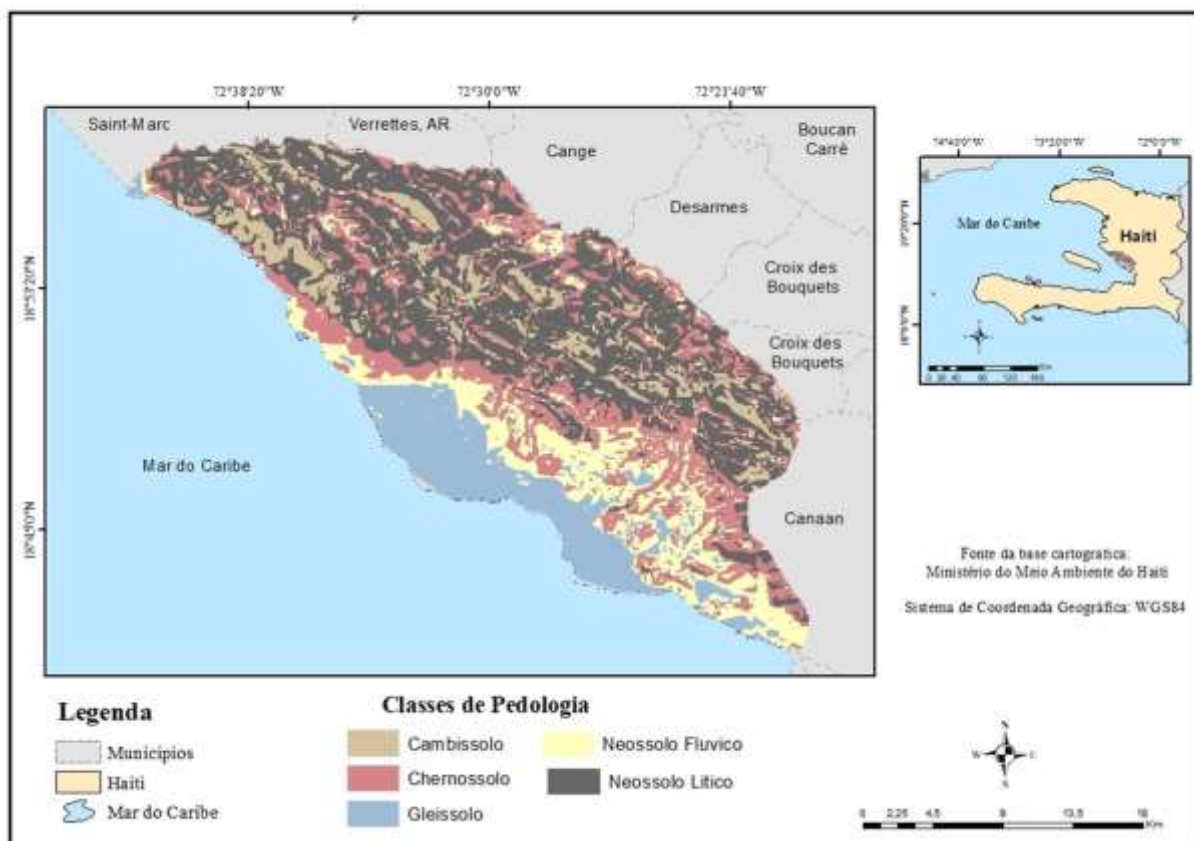
Os Cambissolos apresentam um grau de fragilidade muito alta aos agentes erosivos pela ação do escoamento superficial. Na área de estudo, os cambissolos representam 10% do total. De acordo com Ross (1994), estes solos apresentam grau de fragilidade muito alta. Os Cambissolos ocorrem nas áreas com declividade excessiva, são fortemente drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal.

Já os Gleissolos são constituídos por material mineral com horizonte iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo, ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm, desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos (EMBRAPA, 2006). Normalmente, localizam-se em terrenos suave-ondulados, porém possuem uma permeabilidade moderada, sendo mais susceptíveis aos processos erosivos. A classe Gleissolo cobre 11% da área de estudo e

aparece nas planícies flúvio-marinhas e apresenta grau de fragilidade ambiental muito alta devido a sua drenagem deficiente, com baixa velocidade de infiltração da água, facilitando o escoamento superficial.

Conforme apresentado pela Embrapa (2006), os Chernossolos são solos de desenvolvimento não muito avançado, originários de rochas ricas em cálcio e magnésio e presença de minerais esmectínicos que conferem alta atividade da argila e eventual acumulação de carbonato de cálcio, promovendo reação aproximadamente neutra ou moderadamente ácida a fortemente alcalinos, com enriquecimento em matéria orgânica. Na área de estudo, encontram-se os Chernossolos em relevo ondulado.

Em relação às características físicas, variam de solos pouco profundos a profundos, podendo apresentar suscetibilidade aos processos erosivos pela presença de horizonte subsuperficial B textural ou de horizonte com caráter argilúvico (gradiente textural). Para a confecção do mapa de fragilidade ambiental, necessitou-se agrupar cada tipo de solo em uma classe única. Desta maneira, elaborou-se um novo mapa pedológico (Figura 6) que apresenta cada tipo de solo em uma classe. Para isso, utilizou-se o mapa clinográfico como base para sobrepor o mapa pedológico, estabelecendo assim, uma a relação entre declividade, tipo de relevo e classe de solos.

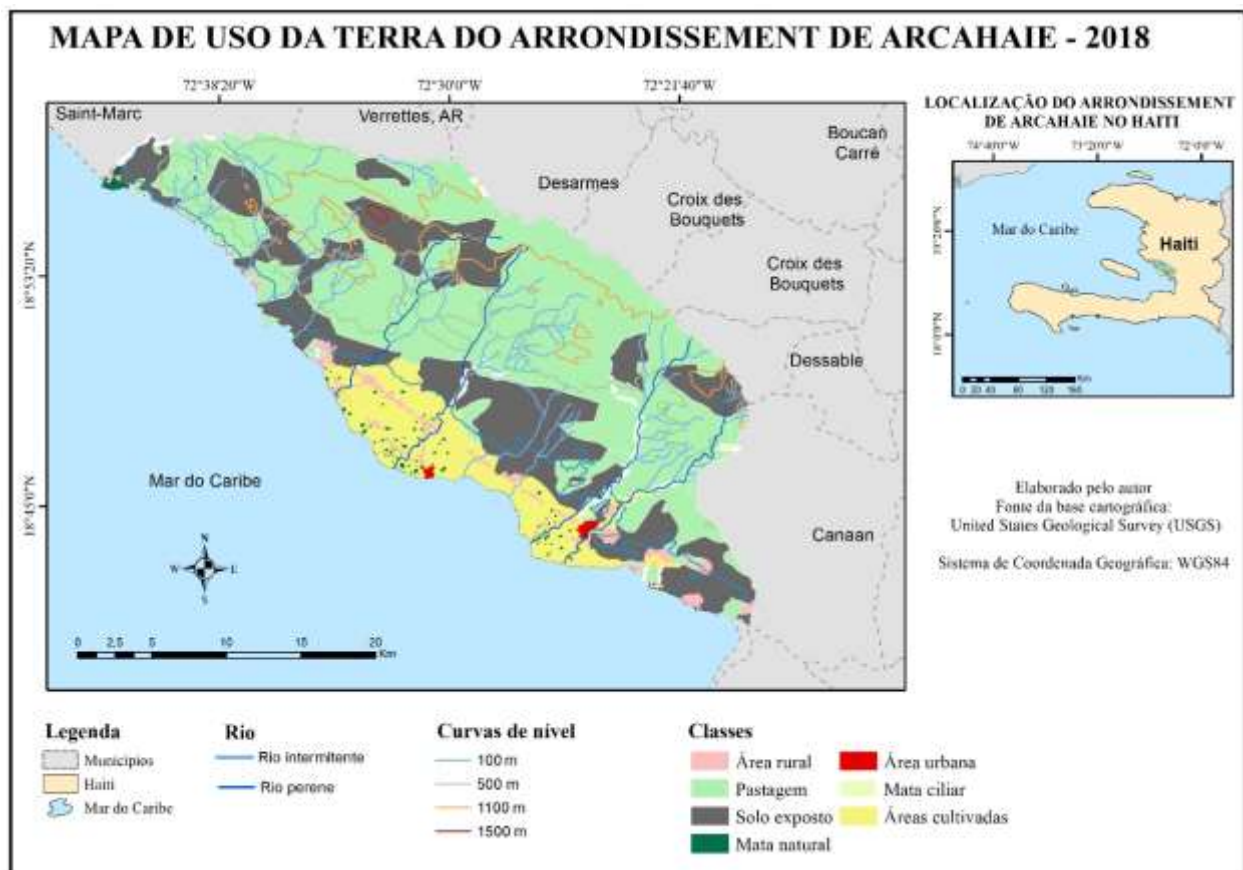


**Figura 6.** Mapa pedológico do *Arrondissement de Arcahaie* com as classes distintas.  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

O mapeamento de uso e ocupação da terra pode ser observado na Figura 7. Houve um aumento de áreas ocupadas após o terremoto ocorrido em 2010, bem como o aumento de áreas com solos expostos. Uma das explicações para este fenômeno tem relação com a migração (em decorrência do terremoto) de parte da população de Porto Príncipe para o *Arrondissement de Arcahaie*, em busca de melhor qualidade de vida e de infraestruturas básicas, que resultou numa sistemática supressão da vegetação rasteira para a construção de novas casas. Por outro lado, observa-se que algumas áreas deixaram de ser cultiváveis para a construção de habitações.

O IHSI (2015) estima que 600.000 pessoas deixaram a cidade logo após o terremoto que destruiu a infraestrutura econômica e habitacional da capital haitiana. Apesar dos problemas socioambientais e de falta de infraestrutura básica, o *Arrondissement de Arcahaie* recebeu grande parte dos migrantes devido a sua proximidade com a capital haitiana.

As principais ameaças imediatas aos sistemas costeiros haitianos são: a urbanização desregulamentada ao longo da costa, sustentada pelo rápido crescimento populacional e pela crescente migração rural; práticas agrícolas insustentáveis, incluindo sobrepastoreio, bombeamento excessivo de aquíferos costeiros e destruição de manguezais para produção agrícola ou de carvão; e poluição de corpos de água e ecossistemas costeiros devido a falhas ou falta de resíduos e sistemas de tratamento de água urbana. Essas pressões estão levando à destruição de zonas-tampão naturais, tornando o ecossistema mais vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas e do aumento do nível do mar (LE NOUVELLISTE, 2019).



**Figura 7.** Mapa de uso e ocupação da terra do *Arrondissement de Arcahaie*  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

Com a sobreposição das informações de uso e ocupação da terra, pedologia e declividade, obteve-se o mapa de fragilidade ambiental do *Arrondissement de Arcahaie*, representada na Figura 8.

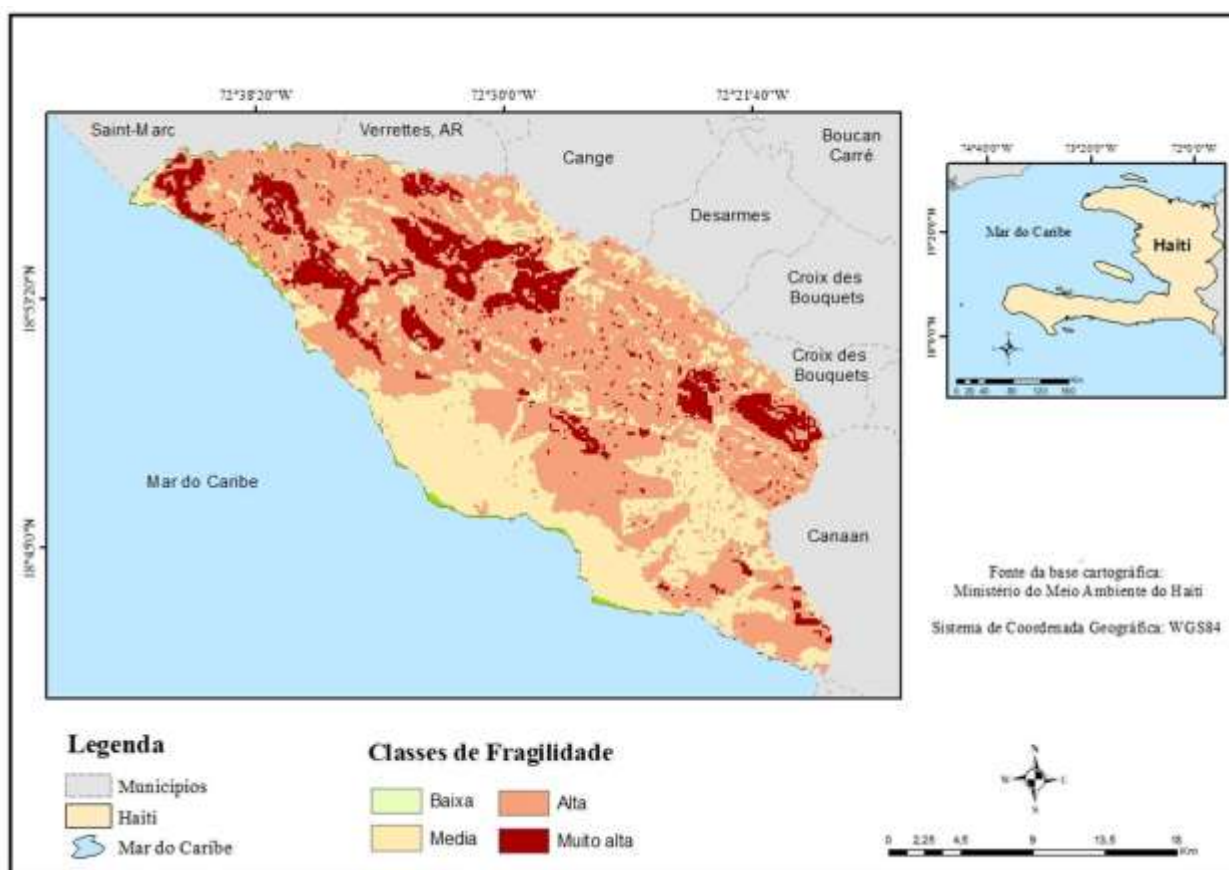
Os resultados durante a análise integrada da fragilidade ambiental do *Arrondissement de Arcahaie* permitem observar que esta área apresenta alto grau de fragilidade ambiental em relação à erosão, e que menos de 1% da área de estudo é formada por minerais que apresentam baixo grau de fragilidade. O restante é composto por minerais com fragilidade alta e muito alta, ou seja, 65% da composição rochosa da área de estudo são formadas por matérias classificadas na categoria de fragilidade muito alta e 34% das rochas apresentam grau de fragilidade alta.

Ao observar o mapa de uso e ocupação da terra com os resultados do mapa de fragilidade ambiental percebe-se que todas as classes necessitam de uma especial atenção para a redução dos futuros impactos negativos. Dentre os diversos problemas encontrados, destaca-se também o de contaminação do lençol freático, que está relacionado ao aumento no número de habitantes nas grandes cidades, havendo maior produção de lixo, que, por vezes, é descartado de forma incorreta, ocasionando em problemas socioambientais. Dentre os impactos causados pela ocupação humana



no *Arrondissement de Arcahaie*, percebeu-se a erosão costeira, deposição inadequado de resíduos sólidos, falta de tratamento de esgoto, violência e outros.

Observando os principais rios verificou-se a quase inexistência de matas ciliares. Esta vegetação desempenha uma função ambiental de extrema importância na manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos e conservação da biodiversidade.



**Figura 8.** Mapa de fragilidade ambiental *Arrondissement de Arcahaie* (Haiti).

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2019).

No mapa de uso e ocupação da terra percebe-se que todas as classes necessitam de uma especial atenção para a redução dos futuros impactos negativos. Em relação às pastagens, os principais problemas são a ausência e o uso inadequado de correção e adubação de manutenção. O manejo racional das pastagens pode representar uma grande proteção contra os efeitos da erosão. Assim as áreas de pastagens são áreas que necessitam de cuidados, visto que muitas se encontram em estado de degradação e podem vir a se tornar áreas com solo exposto. Quando as áreas de pastagens estão inadequadas tornam-se uma das maiores causas de degradação de terras agrícolas.

Como impactos imediatos, o manejo indevido das áreas de pastagem pode vir a acarretar aumento dos desmatamentos, decorrente da necessidade de novas áreas de pasto e no desencadeamento de processos erosivos, assoreamento de rios, diminuição da vazão hídrica e outros problemas. Assim, para melhorar essa situação, é de suma importância a restrição ao uso, com a proibição nas áreas de relevo íngreme e a recuperação da cobertura vegetal.

No que se referem aos solos expostos, essas zonas apresentam grau de fragilidade muito alto a processo erosivo devido à ausência de cobertura vegetal que protege o solo contra a erosão, resultante da remoção da floresta pela intervenção antrópica sobre o meio natural. Desta forma, a maior exposição do solo favorece a incidência de processos erosivos, que carregam o material particulado para os cursos d'água, comprometendo sua qualidade devido ao aumento da turbidez e conseqüentemente desencadeando em processos de assoreamento do leito. Para a redução do processo erosivo em áreas de solo exposto, é importante uma política de reabilitação em curto prazo, começando pelo reflorestamento dessas áreas.

*No Arrondissement de Arcahaie*, o processo de urbanização também se dá de forma desordenada, apontando então a falta de planejamento além de ocorrer de forma desigual. Essas áreas são classificadas como fragilidade ambiental muito alta devido a interferência antrópica. Qualquer forma de atuação do ser humano sobre o meio ambiente pode ter impactos negativos a curto, médio e longo prazo. Na área de estudo, os principais problemas ambientais encontrados são a impermeabilização do solo que é o resultado da favelização, ou seja, a falta de planejamento e de políticas públicas fez com que muitas pessoas a partir da década de 1990 e especialmente após o terremoto de 2010 ocupassem áreas de risco.

Também se observou poucas matas ciliares no redor dos rios. Esta vegetação evita que ocorra o alargamento desses locais e, conseqüentemente, a diminuição da profundidade da água e desempenha uma função ambiental de extrema importância na manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos e conservação da biodiversidade. Em relação à manutenção da qualidade da água, a mata reduz o assoreamento e a força das águas que chegam aos rios, lagos e represas, o que mantém sua qualidade ao impedir a entrada de poluentes para o meio aquático. Além disso, formam corredores que contribuem para a conservação da biodiversidade, fornecendo alimento e abrigo para a fauna, constituindo barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças da agricultura e, durante seu crescimento, absorvem e fixam dióxido de carbono, um dos principais gases responsáveis pelas possíveis mudanças climáticas.

#### **4. Considerações Finais**

Os resultados do trabalho contribuíram para uma melhor observação dos problemas ambientais do *Arrondissement de Arcahaie* no Haiti. Foi observado alto grau de fragilidade na área

de estudo, sendo fundamental a elaboração de um plano diretor que visa o planejamento ambiental de forma integrada. Com isso, destaca-se a necessidade de o poder público atribuir a cada zona o uso adequado em relação ao grau de fragilidade. Recomende-se uma política de reabilitação dessas áreas com um plano de reflorestamento eficaz, que visa a proteção do meio ambiente assim como a população local do *Arrondissement de Arcahaie* contra os possíveis futuros danos socioambientais.

Por fim, uma campanha de educação ambiental para a população local pode melhorar de forma significativa o estado ambiental do *Arrondissement de Arcahaie*. A educação ambiental é fundamental para a sensibilização da população a respeito da sustentabilidade, assim como a importância de se utilizar os recursos naturais de forma adequada para não prejudicar as futuras gerações. Este programa pode incentivar a mudança de hábitos para se adotar um estilo de vida mais sustentável e benéfico para o bom funcionamento do ecossistema.

### **Agradedimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

### **Referências**

BANDEIRA, T.V. OLIVEIRA, I.P. **The transformation in the landscape caused by mining activity in Sierra Monguba/CE**. REGNE. v. 2, n. especial. 2016.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.

BME - BUREAU DES MINES ET DE L'ÉNERGIE. **Inventaire des ressources minières de la République d'Haiti – dossier promotionnel – Fascicule VI Département de l'Ouest**. Direction de la géologie et des mines. Port-au-Prince – Haiti. 2015.

CHARLES, R. **A gestão de resíduos sólidos, o grande desafio no Município de Cabaret (Haiti)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2017.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; GALLOTTI, T.; VALDETE, F.; CLÁUDIO, D.; FARIA BARBOSA, C.; JOSÉ, S.; CAMPOS, D. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

FRÉQUIN, S; DEVIENNE, S.. "Economic Liberalization and the Marginalization of Smallholders in Haiti: The Case of the Arcahaie Region". *Revue Tiers Monde*. 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

FERREIRA, C.C.; PIROLI, E. L. Zoneamento ambiental das paisagens: estudo de caso do alto curso da bacia hidrográfica do rio sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, [S.l.], v. 36, n. 2, p. 358, 2016.

FLORES, E. M; BARRAGÁN, D. A. M. Vulnerabilidad ambiental y región: algunos elementos para la reflexión. **Observatorio del Desarrollo**. v.II, n.6. 2016.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico de Uso da Terra**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed, Manuais Técnicos em Geociências. IBGE, Rio de Janeiro, 2015.

IHSI - INSTITUT HAITIEN DE STATISTIQUE ET D'INFORMATIQUE. Population **totale, de 18 ans et plus. Menages et densités estimés en 2015**. Direction des Statistiques Démographiques et Sociales (DSDS). Mars, 2015.

JEUNE, W. **Solos e ambientes no Haiti ocidental: Gênese, classificação e mapeamento**. Tese de doutorado em Ciência de Solos; Solos e Estrutura; Mecânica de solo – Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2015.

LE NOUVELLISTRE. “**Les charmes discrets de l'Arcahaie**”. Port-au-Prince, le 14 juillet, 2009.

MDE - MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. **Programme Alingé d'Action National de Lutte contre la Desertification**. Avril, 2015. Disponível em: [https://www.preventionweb.net/files/61025\\_ben149187.pdf](https://www.preventionweb.net/files/61025_ben149187.pdf). Acessado em: dia mês ano. Acessado em 17 de junho de 2020.

MUHS, D. R.; CRITTENDEN, R. C.; ROSHOLT, J. N.; BUSH, C. A.; STEWART, K. C. Genesis of marine terrace soils, Barbados, West Indies: Evidence from mineralogy and geochemistry. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 12, n. 6, p. 605-618. 1987. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/242815003\\_Muhs\\_et\\_al2007JGR\\_ES](https://www.researchgate.net/publication/242815003_Muhs_et_al2007JGR_ES). Acessado em: 20 de abril de 2020.

PNUE- Programme des Nations Unies pour l'Environnement. “Saison cyclonique 2010: avec le soutien de ses partenaires, la DPC prépare les brigadiers (ères) volontaires”. Août, 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: EDUFC, 2013.

ROSS, J. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, p. 63-74, 1994.

SOCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas**. São Paulo: Instituto de Geografia – USP, 23p. (Métodos em questão, n.16), 1977.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE. Rio de Janeiro. 1977.

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 03/02/2019.

VALLE, C. V; FRANCELINO, M. R; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.2, p. 295-308, 2016.

WHITE, R. E. **Principles and practice of soil science: the soil as a natural resource**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2013. Disponível em: <https://www.wiley.com/en-us/Principles+and+Practice+of+Soil+Science:+The+Soil+as+a+Natural+Resource,+4th+Edition-p-9780632064557>. Acessado em: 6 de agosto de 2020.

WOODRING, W.P.; J.S. BROW; W.S. BURBANK. **Geology of the Republic of Haiti**. Department of Public Works, Baltimore, Maryland: Lord Baltimore Press. 1924.