

## *Classificação de Unidades Ambientais na Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Sanabani (BHS), em Silves-Amazonas*

*Classification of Environmental Units in The Landscape of The Sanabani River Basin (BHS), in Silves-Amazonas*

*Classification des Unités Ambientales dans le Paysage de la Bassin Hydrographique du Rivière Sanabani (BHS), en Silves – Amazonas*

Nádia Rafaela Pereira de Abreu  
Universidade de Lisboa  
rafaelaabreu.geo@gmail.com

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira  
Universidade Federal do Amazonas  
fabiovieira@ufam.edu.br

---

### **Resumo**

A presente pesquisa buscou definir unidades ambientais na bacia do rio Sanabani, em Silves Amazonas, tendo o solo como elemento homogeneizador da unidade. Os procedimentos metodológicos utilizados passaram por três fases: 1) gabinete - que consistiu no levantamento teórico e sistematização dos dados obtidos; 2) campo - para obtenção de amostras de solo e quantificação da vegetação e; 3) laboratório - análise química e física das amostras coletadas. Ao final dos procedimentos metodológicos elaboraram-se cartas-imagens espacializando as unidades ambientais e nivelando-as quanto aos graus de sustentabilidade (ambiente sustentável, ambiente médio e ambiente insustentável). A bacia hidrografia Sanabani encontra-se "cortada" pelas rodovias AM-330 e AM-363. No entorno dessas, verifica-se solo desprotegido, movimentos de massa e 22 voçorocas. No geral, identificaram-se dois tipos de solo, o Latossolo Amarelo e o Espodossolo. A bacia hidrográfica Sanabani encontra-se em três níveis de sustentabilidade, que são: ambiente sustentável, ambiente médio e ambiente insustentável.

**Palavras-Chave:** Unidades Ambientais – Amazônia – Sanabani - Sustentabilidade

---

### **Abstract**

This research aimed to define environmental units within the Sanabani river basin, at Silves municipality, Amazonas State, having the soil as homogenizing element of the unit. The methodological procedure consisted in three phases: 1) cabinet work – which consisted of theoretical review and systematization of the data; 2) work field – to obtain soil samples and vegetation quantification; 3) lab analyses – physic and chemical soil

sample analyses. At the end of the methodological procedure, were elaborated chart-images spatializing the environmental units and creating levels regarding the sustainability degrees (sustainable environment, intergrade environment, unsustainable environment). The AM-330 and AM-363 roads cut through the Sanabani river basin. By the surroundings of these roads is verified bare soil, mass movements and 22 gullies erosion. Overall, in the area were identified two types of soil, the Yellow Oxisol and Spodosols. The Sanabani watershed is in three levels of sustainability, which are sustainable environment, intergrade environment, unsustainable environment.

**Keywords:** environmental units – Amazonas – Sanabani – Sustainability

---

### Résumé

La présente recherche a cherché à définir des unités environnementales dans le bassin de la rivière Sanabani, à Silves Amazonas, avec le sol comme élément d'homogénéisation de l'unité. Les procédures méthodologiques utilisées ont traversé trois phases: 1) le cabinet - qui consistait en l'étude théorique et la systématisation des données obtenues; 2) champ - pour obtenir des échantillons de sol et la quantification de la végétation; 3) laboratoire - analyse chimique et physique des échantillons prélevés. A la fin des procédures méthodologiques, des graphiques d'image ont été développés, spatialisant les unités environnementales et les nivelant en fonction des degrés de durabilité (environnement durable, environnement moyen et environnement non durable). Le bassin hydrographique de Sanabani est 'coupé' par les autoroutes AM-330 et AM-363. Dans les environs de ceux-ci, le sol non protégé, les mouvements de masse et 22 ravins, sont vérifiés. En général, deux types de sols ont été identifiés: le Latosol jaune et le Spodosol. Le bassin versant de Sanabani est à trois niveaux de développement durable: environnement durable, environnement moyen et environnement non durable.

**Mots-Clés:** Unités Ambientales – Amazonie – Sanabani – Sustentabilité.

---

## Introdução

A natureza e toda sua composição é um recurso vital e por esse motivo, compreender seu sistema e organização é essencial para o equilíbrio ecológico e social. Com o desenvolvimento de técnicas, a partir do século XIX, a natureza deixou de ser apenas objeto de observação para se tornar um elemento de troca e matéria prima.

Com o passar dos anos, observou-se que a interferência humana no sistema natural trouxe à sociedade efeitos denominados de impactos, que dependendo do seu nível podem ser catastróficos. Baseando-se na necessidade de compreender a organização da natureza e a aplicação das principais teorias ambientais (Teoria Geral dos Sistemas e Teoria da Complexidade Ambiental) a presente pesquisa buscou classificar unidades ambientais e nivelar a sustentabilidade em cada unidade delimitada. Para isso, utilizou-se a área da bacia hidrográfica no município de Silves-AM (que está a 200 km de Manaus, pela AM 010, seguindo pela AM 330 e 363).

A área de estudo foi definida levando em consideração a possibilidade de analisar a paisagem da bacia com vista a relação solo-vegetação e as possíveis intervenções antrópicas ocorridas nesse ambiente. Essa área também torna-se relevante devido estar na Amazônia, que por sua vez, é uma região de interesses internacionais.

Atualmente, a classificação de unidades ambientais ou zoneamento ambiental é realizado a partir das teorias bases de Sothava, 1977; Bertrand, 1971; Tricart, 1973 e a concepção de homogeneidade do meio que pretende-se classificar.

Para a classificação de unidades ambientais, utilizam-se os elementos naturais como critérios de classificação, em geral, vegetação e relevo são os critérios mais utilizados para a definição de ambientes, mas o solo (pouco utilizado para a classificação de unidades ambientais) torna-se essencial para a compreensão da complexidade ambiental e o agrupamento da natureza em sistema, uma vez que segundo Dokuchaiev (1883) apud Lepsch (2011) o solo é resultado de vários aspectos naturais (clima, relevo, vegetação).

Uma vez definida as unidades ambientais, foi delimitado níveis de sustentabilidade para as unidades classificadas. O níveis de sustentabilidade foram criados a partir das teorias de: Bertrand (1966), Sothava (1977) e Tricart (1981), que definem escalas, características e padrões de unidades ambientais. Apesar de alguns dos autores serem críticos da abordagem teórica do outro, a exemplo de Bertrand; Sothava; Bertalanffy e Morin, utilizou-se os conceitos e ideias dos referidos cientistas com a finalidade de compreender cada processo da área de estudo.

Bertalanffy (2015), relata sobre a teoria dos sistema, que segundo ele, está relacionada a diversas áreas do conhecimento científico. Com base na lei da termodinâmica (lei de ordem e desordem), foi o pioneiro ao introduzir a teoria sistêmica nos estudos da natureza, elaborando a Teoria Geral do Sistema - TGS.

Segundo Tricart (1975) sistema é “um conjunto de fenômenos interdependentes entre si” sendo formado por matéria, energia e estrutura, em paralelo. Bertalanffy (2015) relata que a teoria geral dos sistemas é uma ciência da totalidade. Segundo o autor “é necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica” (p.55).

Tricart (1975), de forma simplificada descreve a interação dos elementos naturais (vegetação, solo, água, relevo, clima) no sistema. O autor argumenta que desde o clima até o solo existe uma relação de interdependência e influência entre os elementos, pois o sol aquece as plantas e a energia emitida atua na vegetação para a produção de fotossíntese.

A partir das diversas transformações do ambiente, nota-se que o sistema não é estático. Hack (1965) apud Christofolleti (1973) relata na teoria do equilíbrio dinâmico, a suscetibilidade do ambiente em ser modificado através da interferência de energia externa, pois sendo os aspectos naturais integrantes de um sistema, tudo se encontra interligado: solo, vegetação, rios, clima. Segundo o autor, intervenção em um dos fatores da natureza leva a uma modificação na paisagem que poderá causar um impacto positivo ou negativo. Tal noção vê o sistema como um ambiente aberto. Entende-se por sistema aberto quando o mesmo sofre influência do ambiente externo a partir de importação e exportação de matéria e considera-se fechado quando nenhum material entra ou sai dele (BERTALANFFY, 2015).

Toda intervenção humana na natureza ocasiona uma nova espacialidade no ambiente modificado (BENJAMIM, 1993; MORAIS, 2004; POSSAMAI, 2010; ABREU, 2012). Não só a paisagem é transformada, mas as relações sociais entram em uma metamorfose que ocasiona em uma nova configuração da paisagem.

Entende-se por paisagem toda constituição natural e a culturalmente formada. De acordo com essa definição, Ab'Saber (1969) relata que a paisagem é uma herança histórica que passa para as pessoas de geração em geração. Segundo Suertegaray (2005), a paisagem é um conceito operacional, ou seja, um conceito que permite analisar o espaço geográfico sob uma dimensão, qual seja a da conjunção de elementos naturais/tecnificados, sócio-econômicos e culturais.

A partir das teorias e dos dados em campo, foi definido 3 tipos de ambiente (Ambiente Sustentável, Ambiente Médio e Ambiente Insustentável), a cada unidade ambiental classificada.

No ambiente sustentável, a paisagem é composta pelos elementos naturais em equilíbrio e por algumas ações humanas em nível de subsistência e algumas transformações no ambiente natural com a construção da estrada, tendo assim uma realidade quantitativa que pode ser representada pelo seguinte pressuposto:

$$EN+S=Pe$$

Onde: **EN** - refere-se aos elementos naturais; **S** - refere-se à sociedade; **Pe** - refere-se à paisagem equilibrada. No pressuposto apresentado o ambiente sustentável e o ser humano encontram-se como integrante do Sistema-Terra, conforme relata a teoria de Bertrand (1971).

Com as intervenções no ambiente fora do equilíbrio natural, o sistema ambiental passa por modificações abruptas na configuração da paisagem. Na bacia hidrográfica do rio Sanabani observa-se que essas mudanças atingem um nível médio de sustentabilidade, ocasionando alguns problemas sócio-ambientais, tais como: movimento de massa, solos compactados e sem os horizontes orgânicos e A, assoreamento de canais e desmate impróprios (próximo à margem dos cursos d'água) e um pequeno grau de insustentabilidade, representado pela existência de voçorocas.

A partir dessas mudanças os ambientes com sustentabilidade mediana e insustentável adquirem uma demonstração quantitativa diferenciada, com a fórmula obtendo a sociedade com intervenções além do que o sistema suporta, por isso o S do pressuposto aparece elevado ao quadrado ( $S^2$ ).

Seguindo esse princípio, apresenta-se:

$$EN+S^2=Pi$$

Onde: **EN** – refere-se aos elementos naturais; **S<sup>2</sup>** - refere-se a intervenções da sociedade que modificam o sistema natural; **Pi** – refere-se à paisagem instável. O segundo pressuposto, que caracteriza ambientes médios e insustentáveis apresenta o ser humano com uma visão diferenciada do primeiro pressuposto, pois enquanto no primeiro, o ser

humano faz parte do Sistema-Terra, no segundo o ser humano atua como um agente externo, modificador da paisagem, assim como aborda a teoria de Sotchava (1977).

Para compreender as questões que envolvem os recursos naturais e sociedade, foi considerado relevante abordar sobre sustentabilidade, uma vez que essa temática é um elemento de discussão geográfica e das políticas de desenvolvimento das conferências ambientais.

Os conceitos apresentados formam um conjunto explicativo dos objetivos desenvolvidos. A partir das teorias, utilizadas nessa pesquisa, é que a espacialização da bacia foi conduzida, de modo a apresentar uma base para a classificação das unidades ambientais e a busca da identidade desse espaço geográfico.

## **Materiais e Métodos**

A pesquisa baseou-se em três principais objetivos: classificar as unidades ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Sanabani (BHS); identificar as alterações realizadas na paisagem natural desta bacia assim como mensurar o grau de sustentabilidade desta. Para isso, foi dividida em três etapas: trabalho de gabinete (parte teórica e análise de dados); trabalho de campo (obtenção de dados primários) e trabalho técnico (elaboração de mapas, gráficos, tabelas e análise de amostras).

### **Trabalho de Gabinete**

O trabalho de gabinete baseou-se em sistematizar referenciais teóricos relevantes para a pesquisa, que teve como base teórica: a teoria geral dos sistemas (BERTALANFFY, 2015), teoria da complexidade ambiental (MORIN, 2010), métodos diferenciados de Classificação de Unidades Ambientais (BERTRAND, 1966; SOTCHAVA, 1977; TRICART, 1981) e relatos sobre sustentabilidade ambiental (BENJAMIM, 1993; MORAIS, 2004).

### **Trabalho de Campo**

O trabalho de campo foi realizado a partir da escolha de pontos de coleta de amostras pré-selecionados em imagens de satélite (Google Earth). Após a seleção dos pontos, identificaram-se as áreas (n=10) que seriam realizadas coletas de amostra de solo, caracterização da vegetação, teste de infiltração, teste penetração do solo e identificação de alterações antrópicas no ambiente (queimada, desmatamento e terraplanagem) e existência de feições erosivas lineares. Vale destacar, que o solo, por ser resultado de diversas interações (rocha, clima, relevo, vegetação e tempo), foi o elemento escolhido para definir as unidades ambientais.

### **Pesquisa Técnica**

A parte técnica consistiu em análise de solo (tanto física quanto química), elaboração de pirâmides da vegetação, interpretação dos dados do penetrômetro e

infiltrômetro, obtenção de imagens Landsat 5 e 8, elaboração de gráficos, quadros e mapas e identificação de áreas similares aos pontos que foram analisados em campo.

Para resolução do 1º objetivo (**Classificação de Unidades Ambientais da Bacia**), utilizou-se a caracterização do solo (morfologia, resistência a penetração e capacidade de infiltração) combinadas com descrição da vegetação (pirâmide da vegetação). Soma-se a isso a caracterização geral e o levantamento teórico da área no que se refere ao clima (INMET, 2015), relevo e hidrografia (BRASIL, 1976).

#### • Caracterização do Solo na Unidade Ambiental

As amostras de solo foram tratadas no Laboratório de Análise e Tratamento de Sedimentos e Solos - LATOSSOLO/DEGEO-UFAM, conforme o método da EMBRAPA (1997) para identificação da classe textural, densidade real, densidade aparente e porosidade total. Realizou-se também, análise química (macro e micro nutrientes e pH do solo) no Laboratório de Análise Química de Solo do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas Ambientais). Ainda em campo, foram realizados testes para caracterizar as taxas de infiltração de água no solo, utilizando, para isso, o Infiltrômetro Turf-Tec (2 cilindros) e a verificação do grau de resistência do solo à penetração, com o Penetrômetro de Impacto.

#### • Caracterização da Vegetação na Unidade Ambiental

A vegetação da bacia foi analisada em pesquisa de campo a partir do método da Pirâmide. Esse método constituiu-se em delimitar uma área de 10m x 10m (100 m<sup>2</sup>) dividida em 4 parcelas onde são descritas as espécies vegetais por estratos (arbóreo, arborecente, arbustivo, subarbustivo e herbáceo - Quadro 01) (VIEIRA et al., 1999).

**Quadro 01:** Estratos da vegetação.

Estrato	Altura
Estrato Arbóreo	acima de 10m
Estrato Arborecente	entre 5 e 10 m
Estrato Arbustivo	entre 3 e 5 m
Estrato Subarbustivo	entre 1 e 3m
Estrato Herbáceo	até 1m

Org.: Vieira et al., 1999.

Após a delimitação das parcelas foi realizada uma análise estatística das espécies existentes no lote, consistindo em contar o número de indivíduos por estratos e sua respectiva sociabilidade (forma como cada espécie se relaciona dentro daquele perímetro de observação) (Quadro 02). A delimitação das parcelas seguiu os seguintes passos: 1) delimitação de um círculo com raio de 20 m e, 2) este é dividido em 4 parcelas iguais para facilitar a descrição em campo dos aspectos observados (estratos, sociabilidade e abundância/dominância).

**Quadro 02:** Sociabilidade da vegetação

Sociabilidade	Grupo
População contínua e manchas densas	A
Crescimento em pequenas colônias e manchas densas pouco extensas	B
Crescimento em grupos	C
Agrupados em 2 ou 3	D
Indivíduos isolados	E
Planta rara ou isolada	F

Fonte: Bertrand, 1966 apud Vieira et al., 1999.

Em seguida, foi quantificada a abundância/dominância de cada estrato (Quadro 03), o que representa o grau de cobertura da copa em relação ao lote/parcela.

**Quadro 03:** Abundância e dominância da vegetação

Abundância e Dominância	Grupo
Cobrindo entre 75% e 100%	1
Cobrindo entre 50% e 75%	2
Cobrindo entre 25% e 50%	3
Cobrindo entre 10% e 25%	4
Planta abundante, porém com valor de cobertura baixo, não superando a 10%	5
Alguns raros exemplares	6

Fonte: Bertrand, 1966 apud Vieira et al., 1999.

Para resolução do 2º objetivo (**Identificação das alterações na paisagem da bacia**) foi realizado em campo a localização das feições erosivas (voçorocas, ravinas e sulcos), assoreamento de canal, queimadas e movimento de massa. Foram verificados também em imagens de satélite, Landsat 5 (1991, 2000, 2005, 2008) e Landsat 8 (2015), de resolução espacial de 30m, as intervenções temporais na bacia, principalmente no que tange a extração de vegetação e área de solo exposto. As imagens foram compostas nas bandas 3, 4 e 5. As imagens Landsat 5 foram corrigidas a partir de imagens bases, já as imagens Landsat 8 não necessitaram de correção por já serem georreferenciadas. O software utilizado para o tratamento das imagens e elaboração das cartas-imagem foi o ArcGis 10.1, licenciado pelo Laboratório de Cartografia –DEGEO/UFAM.

Para a obtenção do 3º objetivo (**Mensuração dos Graus de Sustentabilidade da BHS**), foram enumerados três níveis de equilíbrio para as unidades ambientais: ambiente sustentável, ambiente médio e ambiente insustentável.

**Ambiente sustentável** foi considerado quando identificou-se na área de estudo, solo em perfeito estado de equilíbrio apresentando todos os seus horizontes principais, em especial o Horizonte Orgânico. A vegetação nesse ambiente também está em estado natural (não alterada pelo homem) e o uso e ocupação da terra são realizados para subsistência assim como a exploração dos recursos naturais.

**Ambiente médio** é considerado quando, no local, foi identificado processos erosivos tais como: sulcos e ravinas, movimento de massa do tipo rastejo, superfície do solo terraplanada ou queimada (nesse último caso, mesmo que utilizada para o cultivo para fins domésticos ou comerciais). A vegetação nesse ambiente encontra-se parcialmente degradada para o uso.

**Ambiente insustentável** é considerado quando o solo está com grandes níveis de erosão apresentando feições de voçorocamento. A vegetação encontra-se em um grande nível de exploração. Nesse ambiente há movimentos de massa do tipo queda em bloco, rotacional ou translacional. Considera-se para esse ambiente, os processos erosivos e movimentos de massas induzidos ou não pela interferência antrópica.

Em paralelo ao grau de sustentabilidade foi atribuído aos ambientes o seguinte pressuposto:

$$Pe = EN + S$$

**Onde:**

**Pe** refere-se a paisagem equilibrada;

**EN** é igual a Elementos Naturais;

**S** igual à Sociedade.

Tal pressuposto teórico foi estipulado para identificar de forma simbólica, os ambientes classificados. Observou-se que com as transformações nos elementos naturais, a fórmula adquire uma nova configuração, passando a ser:

$$Pi = EN + S^2$$

**Onde:**

**Pi** refere-se a paisagem instável;

**EN** é igual a Elementos Naturais;

**S<sup>2</sup>** igual à Sociedade com modificação do espaço geográfico de forma acelerada.

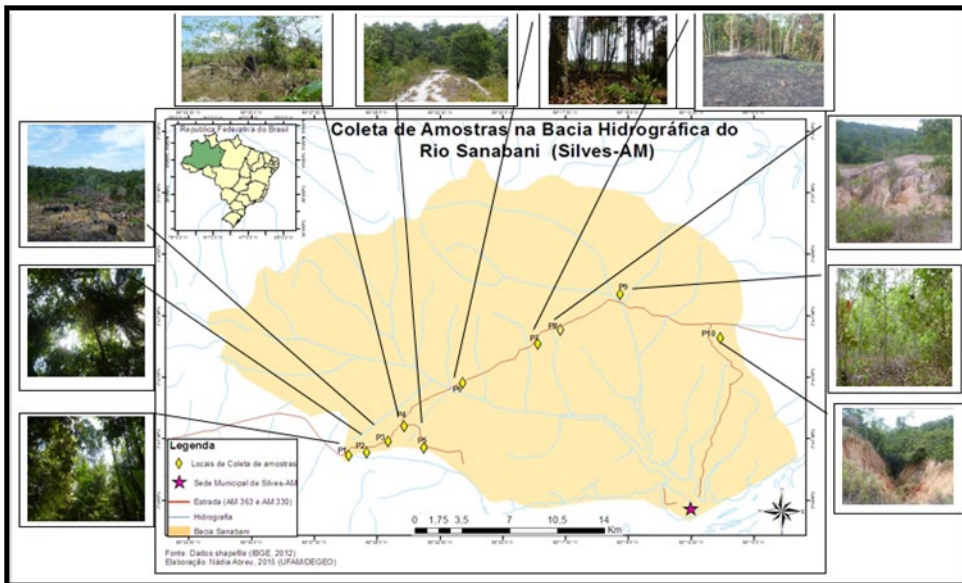
O referido pressuposto teórico será atribuído à classificação de sustentabilidade. Os ambientes sustentáveis receberão a classificação da fórmula na sua essência **Pe**, e os ambientes médio e insustentáveis serão considerados pela fórmula **Pi**.

## Resultados

### Classificação de unidades ambientais da BHS

Na figura abaixo (01) encontram-se os pontos de coleta de solo e de vegetação.



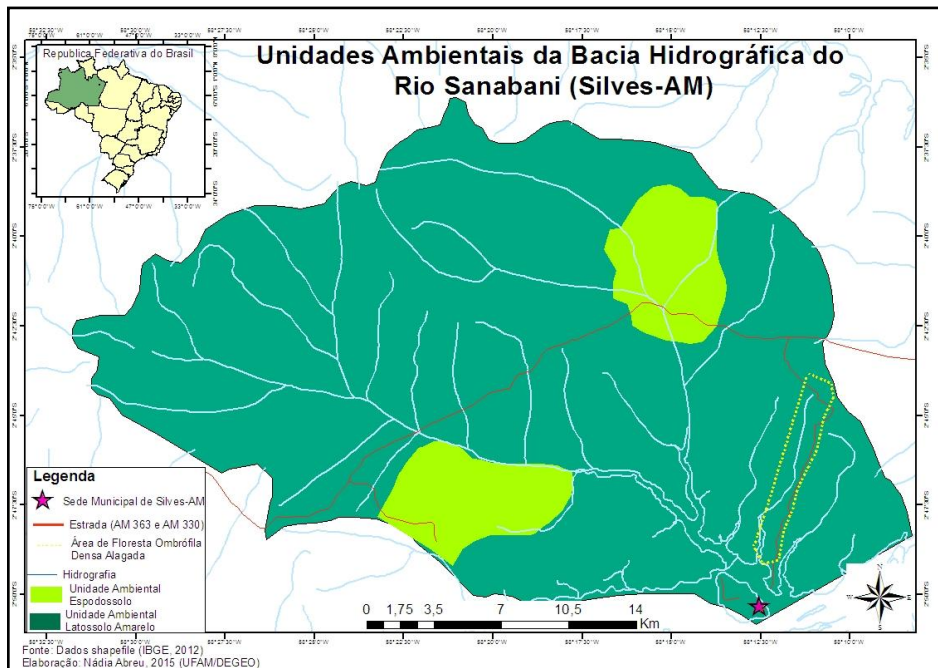


**Figura 01:** Pontos de coleta. Org.: Autora, 2016.

Na área de estudo foi identificado duas classes de solo, o Latossolo Amarelo e Espodosolo, a partir das quais foram classificadas as unidades ambientais (Figura 02). A classe dos Latossolos, caracteriza-se por apresentar um horizonte diagnóstico B latossólico, em seqüência a qualquer tipo de A, com aumento do teor de argila aumentando de A para B. A segunda classe, apresenta como característica principal, o desenvolvimento de um horizonte diagnóstico do tipo B espódico a partir do horizonte E, sendo esse alábico ou não, ou ainda A.

Cada unidade possui uma identidade, compondo uma paisagem que as diferenciam. Mesmo as unidades sendo classificadas pela homogeneidade que apresentam, existem diferenças de equilíbrio ambiental em uma extensão de uma mesma unidade.

A unidade ambiental do Latossolo Amarelo é aproximadamente 90% da bacia Sanabani. Voçorocas, por exemplo, são encontradas nas proximidades da estrada; há locais com áreas degradadas e outros com áreas preservadas; há locais com habitação e outros sem habitação; há floresta Ombrófila Densa em terra firme e em áreas alagadas, em suma, a bacia hidrográfica Sanabani é diversificada quanto a sua variabilidade ambiental, tornando-a uma área de estudo de relevância quanto à compreensão das formações das paisagens na Amazônia.



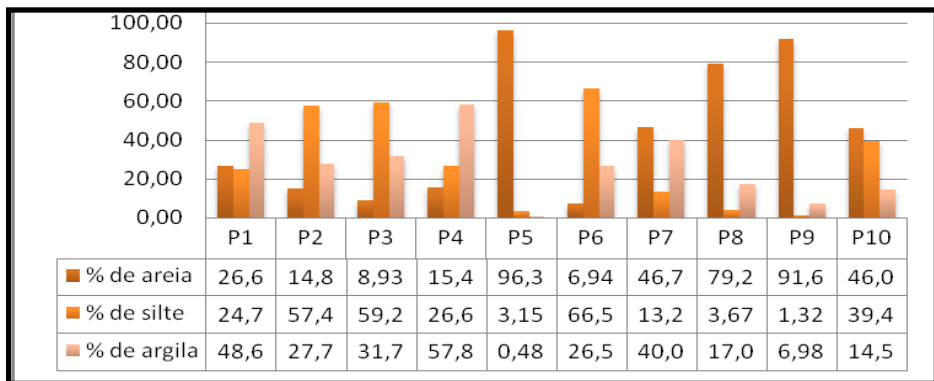
**Figura 02:** Unidades ambientais BHS. Org.: Autora, 2016.

### *Análise Física do Solo (granulometria, densidade, infiltração e penetração)*

#### **Granulometria**

A partir da granulometria dos solos de floresta Ombrófila Densa, representados pelos pontos 1, 2 e 6, constatou-se valores maiores de argila, seguido de silte. As áreas com queimadas, pontos 3 e 7, deram resultados diferenciados, sendo o primeiro ponto mais siltoso e o ponto 7 mais arenoso. Ambas as áreas são utilizadas para cultivo.

A área com adubação, ponto 4, segundo a análise, possui um solo muito argiloso. Os pontos de floresta de Campinarana, 5 e 9, apresentaram valores com mais de 90% areia. Os pontos 7 e 10, de áreas degradadas com voçoroca, assim como na área degradada com queimada, também apresentaram valores diferenciados, sendo o ponto 7 classificado como argilo-arenosa e o ponto 10 franco-siltoso (Figura 03).



**Figura 03:** Granulometria. Org.: Autora, 2016.

## Densidade

A densidade real dos solos analisados não apresentaram grande variação, uma vez que esse tipo de densidade não considera os espaços porosos entre as partículas, mas sim à massa por unidade de volume do solo. O menor valor foi  $2,02 \text{ g.cm}^3$  e o maior  $2,74 \text{ g.cm}^3$ , repetindo-se em diferentes tipos de solo.

As maiores médias de densidade aparente identificadas nas amostras encontram-se no p5 ( $3,06 \text{ g.cm}^3$ ) e p9 ( $3,82 \text{ g.cm}^3$ ), áreas de floresta de Campinarana. Os menores valores identificados estão na área com cultivo (p4), apresentando resultado de  $1,47 \text{ g.cm}^3$  de densidade.

As áreas com queimada obtiveram valores diferenciados (densidade aparente) - a área p3 apresentou valores altos de densidade (maior valor de  $3,72 \text{ g.cm}^3$  e menor de  $2,34 \text{ g.cm}^3$ ). O ponto 7 possui valores menores (maior valor  $1,63 \text{ g.cm}^3$  e menor valor  $1,57 \text{ g.cm}^3$ ). Acredita-se que os resultados diferenciados entre as duas áreas com queimada são consequência da composição granulométrica, demonstrada na figura 10. O ponto 3 possui bastante silte, enquanto o ponto 7 possui elevados valores de argila e areia.

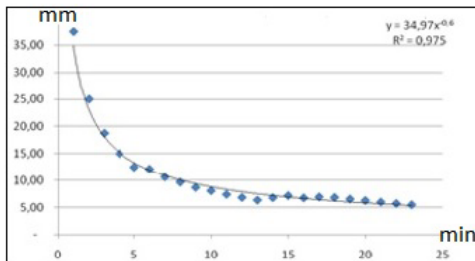
Os pontos com voçorocas (p8 e p10) também obtiveram valores diferenciados e, assim como os pontos com queimada, possuem valores granulométricos distintos. O ponto 8 possui bastante areia e o ponto 10 possui valores equilibrados entre areia, silte, com baixo valor de argila. As áreas de floresta Ombrófila Densa obtiveram valores similares, sendo o menor valor  $1,50 \text{ g.cm}^3$  e o maior  $2,94 \text{ g.cm}^3$  com 90% da frequência dos valores acima de  $2,28 \text{ g.cm}^3$ .

De acordo com os dados apresentados na análise física, a porosidade dos solos coletados na bacia Sanabani encontram-se 99% abaixo de 50% de porosidade. Os menores índices de porosidade encontram-se nos solos de floresta Ombrófila Densa (p1, p2 e p6), com predominância do silte. Vale ressaltar que o p1 apresentou maiores resultados de porosidade a partir dos 10 cm (40%), e menos silte que os outros pontos de floresta Ombrófila Densa.

Os maiores índices foram na área com cultivo (p4), nas áreas com queimada (p3 e p7), seguido da área de floresta com Campinarana (p9) e área com voçoroca (p8). A área com Campinarana (p5) e a área com voçoroca (p10) obtiveram valores medianos de porosidade.

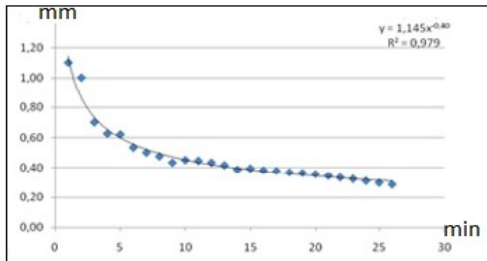
## Infiltração

Seguindo as caracterizações gerais do solo, nas figuras abaixo estão expresso os valores de infiltração no solo de cada ponto de coleta da bacia hidrográfica Sanabani (Figura 04 a 12).



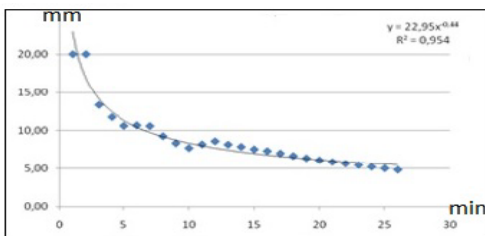
**Figura 04:** Floresta Ombrófila Densa, Km 58-AM363.

Org.: Autora, 2016.



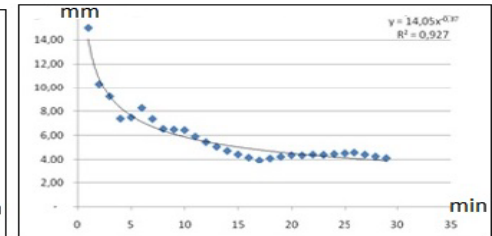
**Figura 05:** Floresta Ombrófila Densa, Km 62-AM363.

Org.: Autora, 2016.



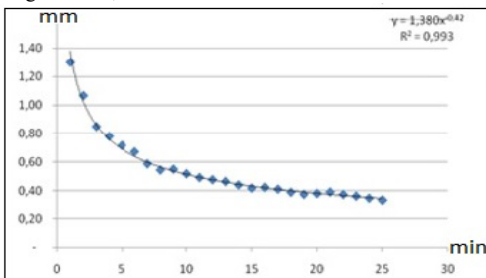
**Figura 06:** Área com queimada, Km 66-AM363.

Org.: Autora, 2016.



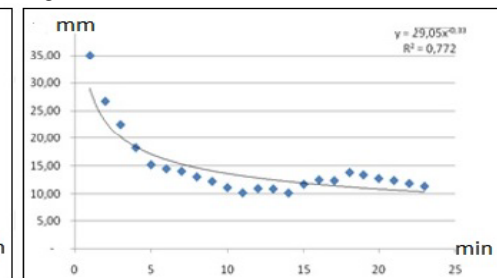
**Figura 07:** Área de Campinarana, Km 68-AM363.

Org.: Autora, 2016.



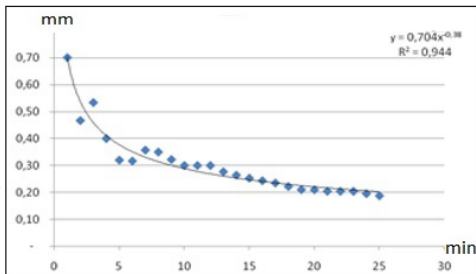
**Figura 08:** Floresta Ombrófila Densa, Km 72-AM363.

Org.: Autora, 2016.

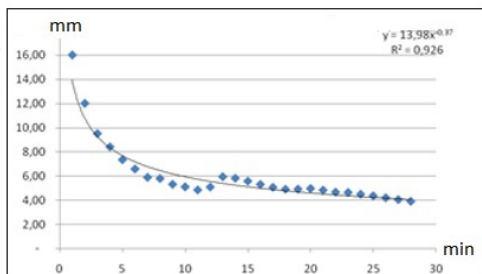


**Figura 09:** Área com queimada, Km 76-AM363.

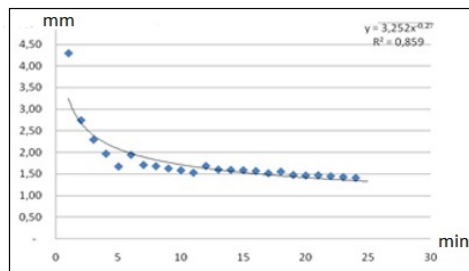
Org.: Autora, 2016.



**Figura 10:** Área com voçoroca, Km 77-AM363.  
Org.: Autora, 2016.



**Figura 11:** Área com campinarana, Km 82-AM363.  
Org.: Autora, 2016.



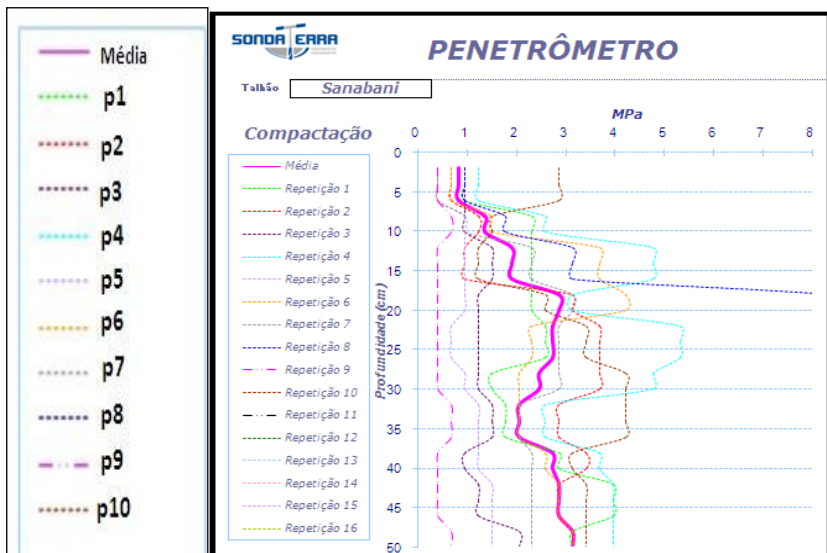
**Figura 12:** Área com voçoroca, Km 02-AM330.  
Org.: Autora, 2016.

De acordo com os gráficos, os pontos 2 e 6 de floresta Ombrófila Densa (**Figura 05 e 08**), de composição granulométrica argilosa e com porosidade em torno de 10%, possuem os menores índices de infiltração de água no solo, com aproximadamente 1,5 ml/min. O ponto 1 (**Figura 03**), apresentou uma taxa de infiltração elevada em solo sob floresta (Ombrófila Densa), coincidindo com os resultados de porosidade, o qual a partir dos 10 cm torna-se bastante poroso (40% de porosidade) o que certamente influenciou na infiltração.

Os pontos de floresta de Campinarana (**Figura 07 e 09**) apresentaram taxas de infiltração menores, quando comparados com os resultados da **figura 04**. O ponto com queimada apresentou uma boa taxa de infiltração (**Figura 06**). Os testes em áreas com voçorocas não foram divergentes entre eles, apresentando uma taxa de infiltração relativamente baixa em comparação às outras áreas.

## Penetrômetro

O teste de penetrômetro permitiu analisar a resistência do solo a penetração e à pressão que uma força exerce de 1 N sobre uma superfície de 1 m<sup>2</sup>. Na **figura 13** estão os dados de penetração de cada ponto que foi realizado coleta de amostras (p1 a p10).



**Figura 13:** resultado do teste de penetrômetro nos pontos de coleta.  
Org.: Abreu, 2016.

A linha dos pontos 5 e 9, com concentração maior de areia, revela que o solo possui uma facilidade gradativa de infiltração de água no solo, pois a linha de tendência encontra-se retilínea. Tal fato demonstra que o solo possui boa capacidade de migração da água infiltrada, percorrendo grande profundidade do solo.

Para os solos dos pontos com maior concentração de argila (p1, p2, p3, p4, p6, p7, p8, p10), a linha possui muitas ondulações, revelando uma instabilidade no solo quanto à resistência à infiltração de água. Em termos médios significa que a superfície do solo até cerca de 15 cm de profundidade possui resistência relativamente moderada, ao passo que de 15 cm a 40 cm a resistência aumenta consideravelmente, diminuindo novamente a resistência até os 50 cm. Em termos práticos, significa que, após uma chuva moderada, a infiltração será mais rápida nos 15 primeiros centímetros e após esta profundidade as taxas de infiltração tenderão a diminuir. Como resultado após períodos constantes de chuvas moderadas, ocorrerá o escoamento superficial da água da chuva em face da saturação da camada superior do solo, aumentando os efeitos erosivos e ampliando as incisões já existentes.

O p8, área com voçoroca, foi o ponto que apresentou maior irregularidade, ultrapassando o limite de 8Mpa. O gráfico demonstra que a resistência do solo a partir dos 15 cm aumenta consideravelmente, facilitando o escoamento superficial do solo. O ponto 10, também de área com voçorocamento, demonstra a mesma irregularidade, mas em uma intensidade menor. O p8 foi coletado de um solo irregular, com elevada dureza e com grande influência antrópica. Tal fato o fez diferenciado dos demais resultados, de solos

sem grande influência humana, pois o p8, apesar de ter uma cor de Latossolo Amarelo, possui composição granulométrica maior que 70%.

Em paralelo ao resultado de infiltração, observa-se que há compatibilidade nos resultados de resistência, com exceção ao p8. A infiltração tende a ser regular em solos mais arenosos, enquanto solos mais argilosos possuem uma infiltração mais superficial, facilitando a formação de escoamento superficial e conseqüentemente os processos de erosão do solo.

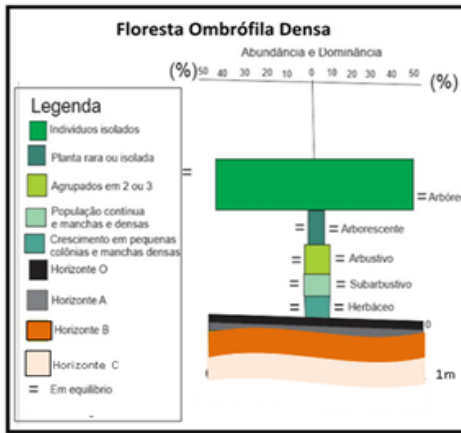
### **Análise Química dos Solos**

Os resultados demonstram que na área de floresta, o solo apresentou um pH abaixo de 4,5. Os dados de pH em água foram superiores aos dados de pH em KCl, revelando assim que os solos da área de análise estão com um balanço de cargas negativas, com pouca predominância de óxidos. A classificação dos solos quanto ao pH indica que nas áreas de floresta Ombrófila Densa (p1, p2 e 06) o pH é **excessivamente ácido**; nas áreas de campinarana (p5 e p9) o solo variou de **muito ácido a ácido**. Nas áreas degradadas com voçorocas (p8 e p10) o pH do solo apresenta-se **ácido**. Nas áreas degradadas com queimada (p3 e p7), o solo encontra-se de **ácido a muito ácido**, e na área com cultivo de mandioca (p4), o resultado apresenta um solo **muito ácido**. A análise para macros e micronutrientes apresenta resultados esperados para solos da região amazônica, com valores baixos de nutrientes.

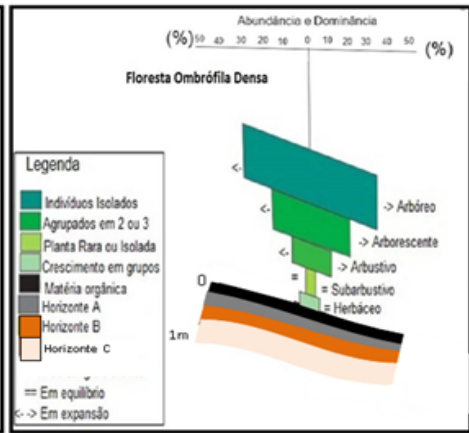
Assim como o dado gerado no pH do solo com balanço de cargas negativas apontando baixo índice de óxidos nos solos analisados. Os valores de micro e macro nutrientes obtiveram resultados com valores baixos, tendo um bom resultado somente para o teor de Ferro (Fe), e um bom resultado para os valores de Fósforo (P). -

### **Caracterização da vegetação**

Para a melhor descrição da vegetação, realizou-se uma análise estatística aplicada pelo método das parcelas e da pirâmide. Tal análise possibilitou identificar os estratos da vegetação (altura), a sociabilidade entre as espécies do mesmo estrato e a abundância e dominância de cada estrato. As figuras 14 a 20 representam os pontos de análise, possibilitando observar a variação dos estratos em cada parcela dentre as áreas observadas. Verificou-se que a vegetação dessas áreas possuem todos os estratos, indo do herbáceo ao arbóreo.

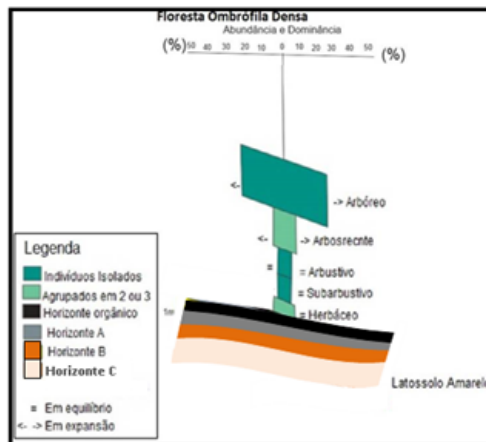


**Figura 14:** Floresta Ombrófila Densa. Km 58. Rodovia AM-363, p1. Org.: Abreu, 2016



**Figura 15:** Floresta Ombrófila Densa. Km 62. Rodovia AM-363, p1. Org.: Abreu, 2016

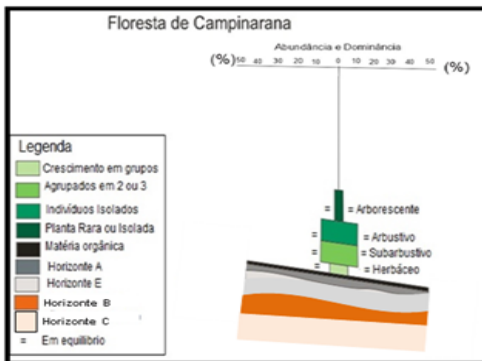
Na figura 14, 15 e 16, encontra-se a vegetação de floresta Ombrófila Densa, relativa aos km 58, km 62 e km 72 na proximidade da rodovia AM 363. Constatou-se que os estratos da 1a parcela, representados pela figura 14, apresenta todos os estratos em equilíbrio, enquanto na 2a parcela, figura 15, o equilíbrio somente é observado no estrato herbáceo até o estrato subarbustivo, uma vez que os estratos arbustivo, arborescente e arbóreo, apresentam dinâmica de expansão. Na 6a parcela, figura 16, os estratos em equilíbrio vão do herbáceo até o arbustivo, apresentando expansão os estratos arborescentes e arbóreo.



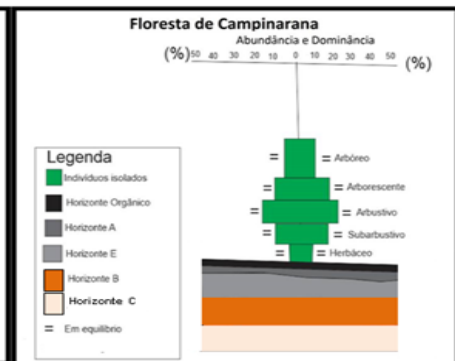
**Figura 16:** Floresta Ombrófila Densa. Km 62. Rodovia AM-363, p6. Org.: Abreu, 2016.



Os pontos de floresta Campinarana possuem estrato com pouca abundância e dominância. O ponto 5 (**figura 17**) não possui o estrato arbóreo, enquanto o ponto 9 (**figura 18**) apresenta um estrato arbóreo com 10% de abundância da copa das árvores. As duas áreas com Campinarana apresentam estratos em equilíbrio, não demonstrando um crescimento progressivo.

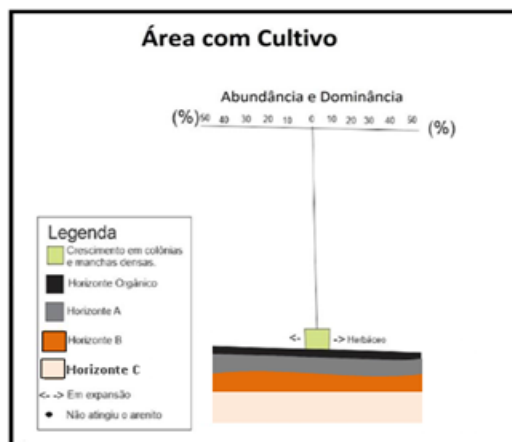


**Figura 17:** Floresta de Campinarana, Km 68. Rodovia AM-363. p5. Org.: Abreu, 2016



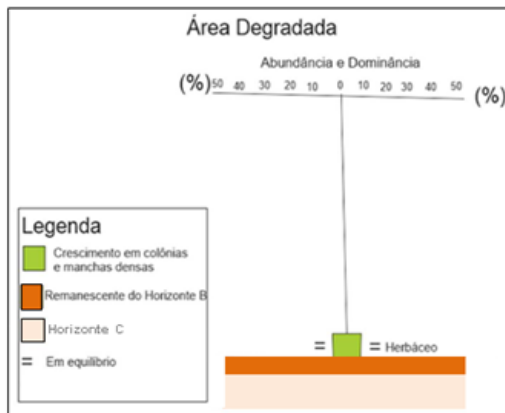
**Figura 18:** Floresta de Campinarana, Km 82. Rodovia AM-363. p9. Org.: Abreu, 2016

Na área de cultivo (**figura 19**), verifica-se somente o estrato herbáceo em expansão, uma vez que a área foi modificada para a cultura de mandioca, não apresentando assim estratos maiores.



**Figura 19:** Área com cultivo, km 66. Rodovia AM-363, p4. Org.: Abreu, 2016.

A **figura 20**, representa todas as áreas degradadas analisadas na pesquisa (queimada e voçoroca). Nessas áreas identificou-se estrato herbáceo em equilíbrio, com abundância e dominância menor que 10%.



**Figura 20:** Área degradada. (km 66, Km 76, km 77, rodovia AM 363)  
(Km 02, rodovia AM 330), p3, p7, p8 e p10. Org.: Abreu, 2016.

Os solos de floresta Ombrófila Densa e de Campinarana possuem os horizontes do solo conforme o padrão para essas áreas, apresentando os horizontes O, A e B bem definidos. Na área com cultivo, o perfil do solo também apresenta todos os horizontes, mesmo com a intervenção humana. O gráfico das áreas degradadas não apresenta os horizontes O e A, sendo exposto na superfície o horizonte B.

Com a representação gráfica é possível observar que áreas de floresta Ombrófila Densa possuem áreas com maior estratificação (indo do herbáceo ao arbóreo). Essas áreas de floresta possuem copas com uma extensiva abundância e dominância (densidade) e os indivíduos crescem em pequenos grupos ou de forma isolada.

As áreas com Campinarana, assim como a floresta Ombrófila Densa, predomina indivíduos com crescimento isolado, mas o porte arbóreo é menor em relação à floresta Densa. As copas das árvores não são densas, apresentando assim uma floresta "aberta". Já na área com cultivo os estratos estão em deformidade quando comparados à áreas de floresta, apresentando em seu ambiente, somente o estrato herbáceo, representado pela espécie cultivada.

Nas áreas degradadas a vegetação é mínima, predominando resquícios de gramíneas (estrato herbáceo). O solo, diferente das outras áreas, encontra-se descaracterizado, sem predomínio de horizonte O e A, e em grande parte, esse solo está desprovido de vegetação.

## Aspectos Gerais das Unidades Ambientais

As unidades ambientais foram classificadas em duas ordens: Unidade ambiental do Latossolo Amarelo e Unidade Ambiental do Espodosolo. Essas duas classificações são as diferenças mais perceptíveis na área de estudo (**quadro 04**).

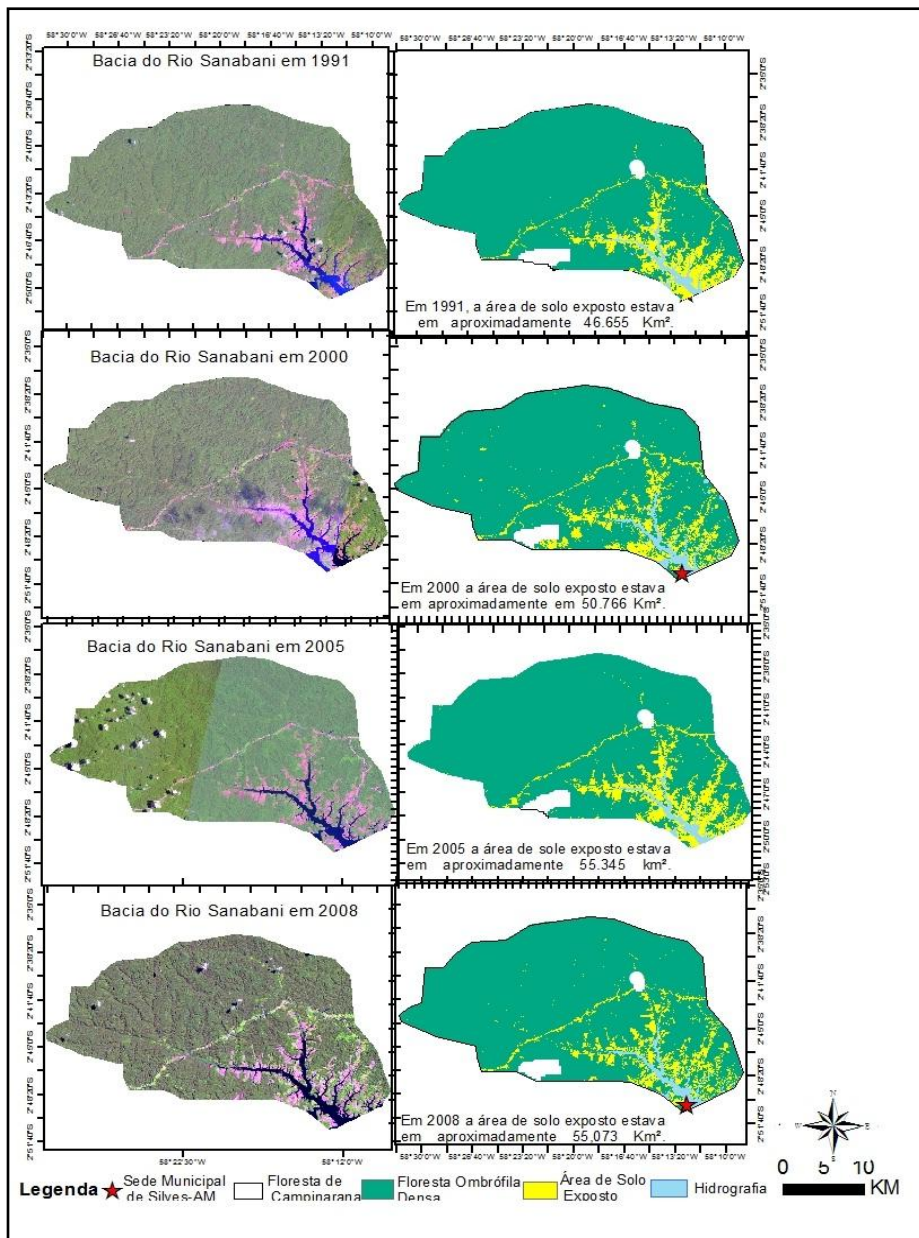
**Quadro 04:** Características Principais das Unidades Ambientais

Aspectos	Latossolo	Espodosolo
Geologia	Formação Alter-do-Chão	Formação Alter-do-Chão
Geomorfologia	Relevo dissecado	Relevo plano
Pedologia	Latossolo Amarelo	Espodosolo
Hidrologia	Rios de águas brancas	Rios de águas pretas
Clima	Amw (tropical chuvoso)	Amw (tropical chuvoso)
Vegetação	Floresta Ombrófila Densa	Floresta de Campinarana
Uso atual	Agricultura, Extrativismo Comercial, Habitações e voçorocamentos.	Algumas habitações
Dinâmica	Ambiente com parâmetros sustentável, médio e insustentável	Ambiente sustentável

Org.: Autora, 2016.

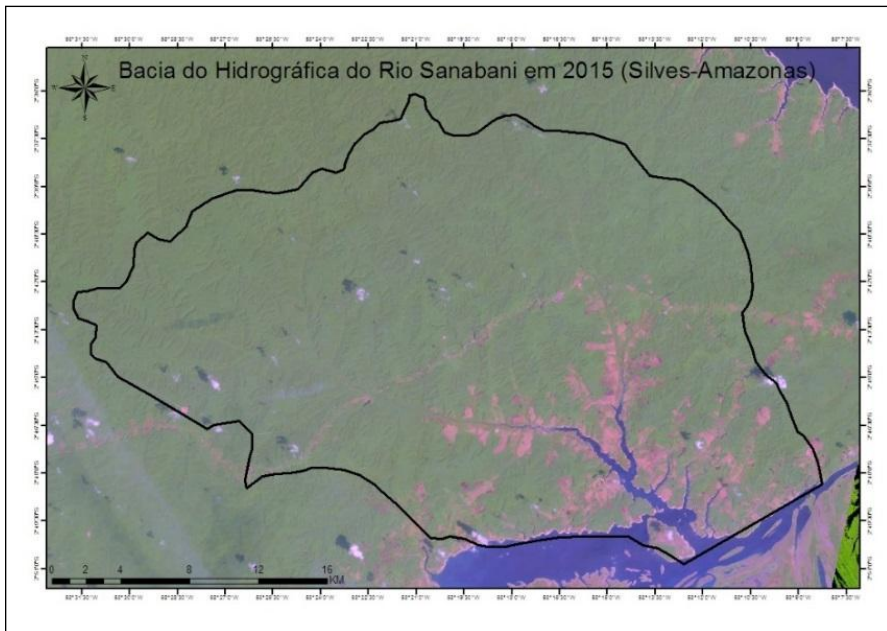
## Identificação das alterações antrópicas

A **figura 21** apresenta a área da bacia numa escala temporal, destacando a vegetação, área de solo exposto e área com predominância de cursos d'água, dos anos de 1991, 2000, 2005 e 2008. Observa-se nas imagens que houve mudanças na paisagem, em especial na parte Sudeste da bacia Sanabani e nas proximidades do rio Sanabani. A floresta Ombrófila Densa, por ser a maior unidade na bacia, é a área que mais sofreu alterações antrópicas. Na **figura 22** encontra-se a imagem do ano de 2015 da paisagem da bacia Sanabani.



**Figura 21:** Bacia Sanabani de 1991 a 2008.

Org.: Abreu, 2016.



**Figura 22:** Paisagem da bacia hidrográfica do rio Sanabani em 2015.  
Org.: Abreu, 2016.

Na imagem de 2015 observa-se que a área padrão de desmate manteve-se como estabelecido em 1991, havendo somente algumas pequenas alterações na parte sudeste da bacia hidrográfica, em especial nas proximidades da estrada e do rio Sanabani.

No **gráfico 10** observa-se o total de área desmatada em cada ano (1991, 2000, 2005, 2008 e 2015), possibilitando observar as alterações na bacia hidrográfica.

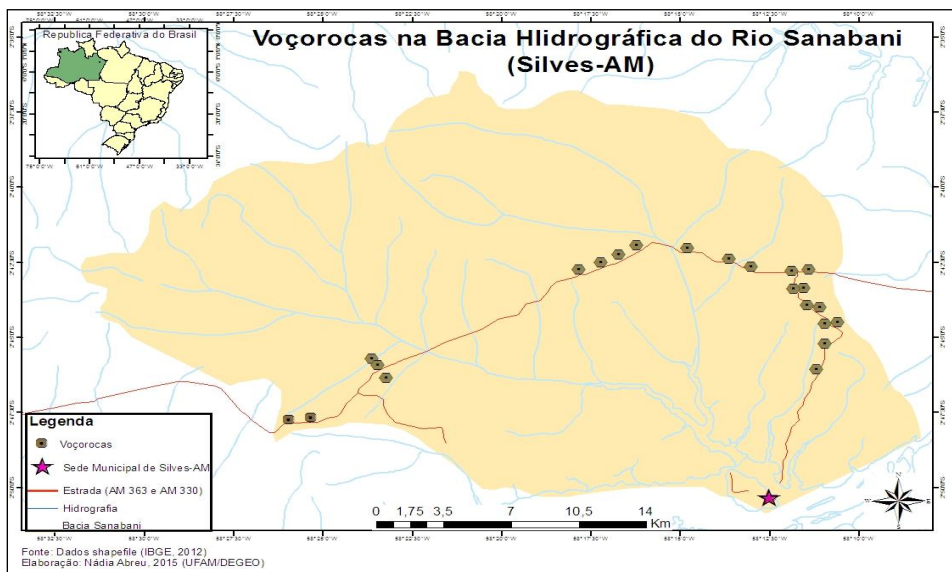


**Gráfico 10:** Solo exposto na BHS. Org.: Abreu, 2016.

Observa-se que houve alteração na paisagem da bacia hidrográfica Sanabani no que se refere ao solo exposto, no entanto, com valores pouco expressivos quando comparado ao tempo de análise (1991, 2000, 2005, 2008 e 2015) e à área da bacia (742,363 km<sup>2</sup>). De 1991 a 2015, a área de solo exposto aumentou 23,66 km<sup>2</sup>, representando um acréscimo de 33,85% em 24 anos. A exceção para o aumento do desmatamento é verificada para o ano de 2008, no qual apresenta uma pequena redução em relação ao ano anteriormente observado (2005), possivelmente ocasionada pela regeneração natural da vegetação e pelo processo de sazonalidade do rio sanabani.

Considerando a área total da bacia (742,363 km<sup>2</sup>) e comparando com a área de solo exposto (69,89 km<sup>2</sup>), observa-se que a área da bacia não possui elevados percentuais de desmatamento, sendo o total de solo exposto correspondendo a menos de 10% da área da bacia (9,41 %).

A bacia hidrográfica necessita de uma intervenção em suas estradas (AM-330 e AM-363), pois existem voçorocas ao longo dessas vias (**Figura 23**), com 22 voçorocas cadastradas em 2013 (ABREU, 2013) e todas inseridas na bacia hidrográfica do rio Sanabani.



**Figura 23:** Voçorocas na bacia do rio Sanabani.  
Org.: Abreu, 2016.

### Mensuração do grau de sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Sanabani

Os níveis de sustentabilidade da bacia, segundo os dados levantados, são representados na carta-imagem (**figura 24**).

Considerou-se que a existência de **ambiente sustentável** encontra-se tanto nas áreas providas de vegetação de floresta Ombrófila Densa quanto nas áreas de floresta de Campinarana. Admitiu-se neste trabalho que a maior parte da bacia, aproximadamente 80%, encontra-se em um nível sustentável de equilíbrio sociedade-natureza. A esse respeito entende-se que nesse ambiente, as atividades humanas, não esgotam os elementos naturais (água, vegetação, solo), pois o uso é para subsistência, proporcionando uma manutenção do ambiente natural e a reconstrução de paisagens alteradas.

O **ambiente médio** é uma área de transição que pode retornar ao ambiente sustentável, permanecer médio ou avançar para o ambiente insustentável. Nesse tipo de ambiente, a natureza encontra-se parcialmente degradada, com predominância de movimento de massa, solo desprotegido sem horizonte orgânico e com grande grau de dureza (alta resistência à penetração), ausência de vegetação de grande porte e modificação abrupta da paisagem, tornando-a menos natural para deixá-la mais antropizada.

O **ambiente insustentável** identificado na bacia hidrográfica Sanabani, não caracteriza uma grande área, e está distribuído ao longo das estradas AM-330 e AM-363. Esse ambiente foi classificado devido a existência de voçorocas e movimento de massas. Esse ambiente sofreu interferência maior que a capacidade de manutenção da paisagem equilibrada, condicionando processos erosivos e movimento de massa de origem antrópica, uma vez que canaletas d'água e a retirada da vegetação, condicionaram a susceptibilidade do solo em ser erodido.

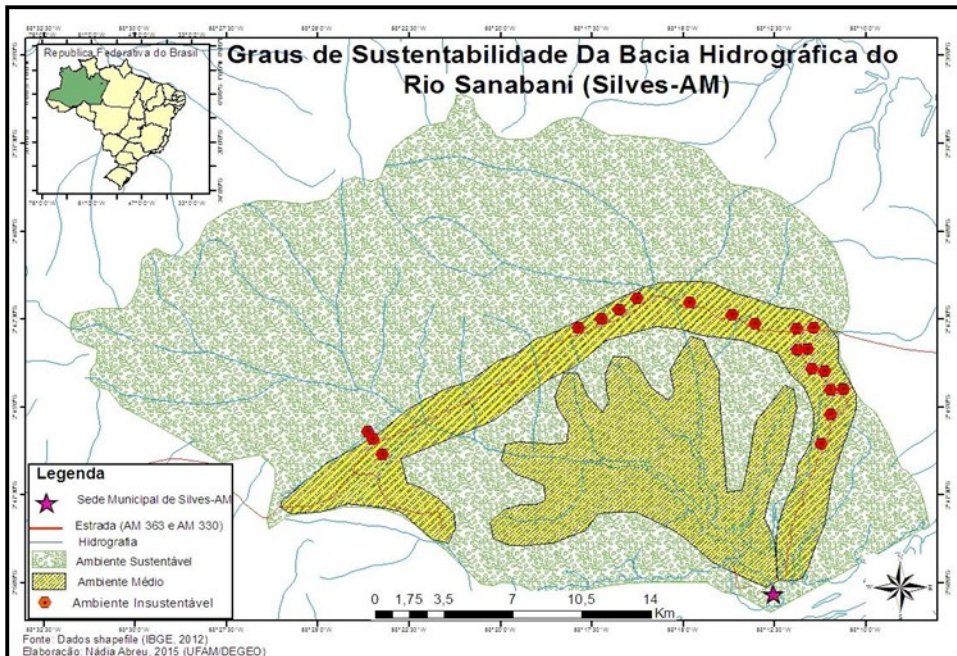


Figura 24: Níveis de sustentabilidade da BHS. Org.: Abreu, 2016.

## Considerações Finais

A bacia hidrográfica do rio Sanabani apresenta duas classes de solo (Latossolo Amarelo e Espodossolo). Cada classe de solo foi considerada uma unidade ambiental, uma vez que estes podem ser diferenciados pela vegetação, pelos problemas ambientais e pelas formas de uso e ocupação.

O Latossolo Amarelo apresenta uma paisagem que é ocupada em grande parte pela floresta Ombrófila Densa. Segundo dados de granulometria, esse tipo de solo apresenta grandes percentuais de argila, seguido do silte, o que o classifica como tendo textura argiloso a muito argiloso. Dados de análise química demonstrou baixos valores de macro e micronutrientes, com exceção para o Ferro (Fe), que apresentou índices considerados bom. O pH para esse solo foi classificado como excessivamente ácido, sendo um padrão comum para solos amazônicos. A agricultura nessa bacia, ocorre quase que exclusivamente nesse tipo de solo. Em face do baixo valor de nutrientes, observou-se a prática das pequenas queimadas como forma de torná-lo “melhor” para o plantio. Pois através dessa prática, os nutrientes do solo contidos na vegetação, são rapidamente liberados na superfície do solo. Muito embora essa prática seja comum na região e demonstre alguma eficiência nos 3 primeiros anos após a queimada, nos anos seguintes, com as contínuas chuvas e conseqüentemente com a lixiviação dos nutrientes do solo, este torna-se ano após ano mais empobrecido de macro e micronutrientes.

O Espodossolo é uma incógnita para a ciência, pois sua existência no meio da floresta fechada intriga sua origem, uma vez que é uma paisagem diferente da floresta Ombrófila Densa que se desenvolveu no mesmo ambiente climático. Os valores granulométricos evidenciaram grandes percentuais de areia e na análise química identificou-se um baixo percentual de macro e micronutrientes. Sua principal característica morfológica é a existência de um horizonte E arenoso, normalmente com espessura superior a 1,5 m.

Com a identificação dos dois tipos de solo, classificou-se duas unidades ambientais, sendo a unidade ambiental do Latossolo Amarelo e do Espodossolo.

A unidade ambiental do Latossolo Amarelo possui um solo bastante argiloso, apresenta encostas com falhamentos geológicos, relevo colinoso com predominância de vegetação da Floresta Ombrófila Densa. Apresenta-se bastante dissecada por canais d'água de cores escuras e bastantes impactos ambientais, evidenciados por movimentos de massa, voçorocamentos e assoreamento de canais. A partir da rodovia AM-330 verifica-se também algumas áreas de Floresta Ombrófila alagada. É predominante na área e segue extensão contínua. O ambiente encontra-se em um equilíbrio sustentável a médio.

A unidade ambiental do Espodossolo, possui um solo muito arenoso, sem indícios de voçorocas nem movimento de massa. Há poucas ocupações nesse tipo de solo. Possui curso d'água escuros e o relevo é mais plano. Sobre este solo, desenvolve-se a vegetação de Campinarana. Não possui um seguimento contínuo, acontece em locais isolados e de pouca extensão, não sendo predominante nesta bacia. Acredita-se que além dos pontos mapeados, essa classe de solo ocorra em outros pontos dentro da Bacia



Sanabani, principalmente nas proximidades de cursos d'água mais claros e em outros pontos isolados dessa unidade ambiental. No entanto, devido à densidade da floresta Ombrófila, não foi possível identificar outras áreas de campinarana por imagens de satélite e nem em pesquisa de campo. O ambiente encontra-se em um equilíbrio sustentável.

Em meio a complexidade ambiental da bacia, quantificou-se três níveis de sustentabilidade: Ambiente sustentável, ambiente médio e ambiente insustentável. Os ambientes sustentáveis foram representados pelo seguinte pressuposto:  $P_e=EN+S$ , enquanto os ambientes médio e insustentáveis, por:  $P_i=EN+S^2$ . Tais pressupostos foram desenvolvidos na presente pesquisa, pois representam a visão geral da paisagem quanto aos processos que nela atua.

Ambientes com a forte atuação humana foi considerado com um nível de sustentabilidade entre **médio** e **insustentável** ( $P_i$ ), pois, tais paisagens tiveram sua dinâmica natural influenciada pelo ser humano que atuou na natureza como um agente modificador-externo e, portanto, não integrante do ambiente natural. A insustentabilidade foi considerada quando a paisagem estava em uma característica bastante diferenciada do padrão para o ambiente no qual se encontrava. Na presente pesquisa, as voçorocas revelaram a o nível de insustentabilidade que o solo pode atingir ao ser modificado sem planejamento adequado.

Os ambientes sustentáveis foram representados pela fórmula  $P_e=EN+S$ , nos quais o espaço geográfico apresenta uma paisagem em equilíbrio, ou seja, o ser humano atua na natureza, modifica-a, mas como um agente interno, integrante do sistema ambiental, utiliza os recursos sem grandes espoliações, mantendo a sustentabilidade entre: **necessidade, uso, sustento e desenvolvimento em pequena escala.**

#### *Agradecimentos*

*À CAPES pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor.*

#### **Referências**

ABREU, N.R.P. Caracterização Geoambiental da Paisagem das Rodovias AM 330 e AM 363, Silves - Itapiranga(AM). 2013. 41 f. *Relatório de Pesquisa*. Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação - PROPEP, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

ABREU, N.R.P. *Caracterização geoambiental da paisagem da bacia do rio Sanabani, em Silves-Amazonas*. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, 2016.

BENJAMIM, C. *Diálogo sobre ecologia, ciência e política*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1993. p.1 - 46.

BERTALANFY, L.V. *Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. Tradução de Francisco M. Guimarães. 8a. Ed. Petrópolis: Vozes, 2015. 360p.

BERTRAND, G. Pour une étude géographique de la végétation. *Reveu géographique des Pyrénées et du Sud-Quest*, Toulouse, tome 37, fascicule 2, p. 129 - 144, 1966.

BRASIL, Departamento Nacional de Proteção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha S.A-21 Santarém. *Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso da terra*, Rio de Janeiro, 1976. 510 p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. *Manual de métodos de análise de solos*. 2a Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 230 p.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. *Dados pluviométricos para Manaus*. Manaus: INMET, 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 15 de ago. 2015.

LEPSCH, Igo F. 19 *Lições de Pedologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 341 - 364.

MORAIS, R.de. *Educação, mídia e meio-ambiente*. Campinas, SP: Editora Alínea, 2004.p. 19-30.

MORIN, E. *Ciência com Consciência*. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampáio Dória. 14a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.p. 175 – 335.

SOTCHAVA, V.B. *O Estudo de Geossistemas*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1977. p. 1 - 49

TRICART, J. *Paisagem e Ecologia*. Tradução de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. São Paulo: Departamento de Geografia, 1981.p. 1 – 55.

VIEIRA, A.F.S.G.; MENEZES, A. S. ; SILVA, B. A. ; BARROS, C. J. F. ; RODRIGUES, E. R. ; RODRIGUES, E. A. S. *Estudo Biogeográfico da vegetação no Morro Boa Esperança - Lote 01 - Município de São Gabriel da Cachoeira*. In: 9ª SEMANA DE GEOGRAFIA DO AMAZONAS, v. 01, 1999, Manaus. Anais [...]. Manaus: UFAM/EDUA, 1999. p. 91 - 100.

---

#### Nádia Rafaela Pereira de Abreu

Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas e graduada em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. Atualmente é professora pelas Secretarias do Estado do Amazonas e Município de Manaus e também estudante de doutoramento na Universidade de Lisboa - Portugal.

Rua Gurjaú, nº21, Novo Aleixo CEP 69099-750

E-mail: [rafaelaabreu.geo@gmail.com](mailto:rafaelaabreu.geo@gmail.com)

#### Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina, Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Amazonas. Atualmente é professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, atuando na área da Geografia Física.

Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus - AM, 69067-005. Campus. Departamento de Geografia.

E-mail: [fabiovieira@ufam.edu.br](mailto:fabiovieira@ufam.edu.br)

---

Recebido para publicação em fevereiro de 2019

Aprovado para publicação em agosto de 2020