

USO, COBERTURA E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO NA COMUNIDADE GRANDE VITÓRIA, RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO RIO NEGRO, IRANDUBA/AM

LAND USE, COVERAGE AND PHYSICAL SOIL ATTRIBUTES IN THE GRANDE VITÓRIA COMMUNITY, RIO NEGRO SUSTAINABLE DEVELOPMENT RESERVE, IRANDUBA/AM

UTILISATION, COUVERTURE ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL DANS LA COMMUNAUTÉ RURALE DE GRANDE VITÓRIA, RÉSERVE DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DU RIO NEGRO, MUNICIPALITÉ D'IRANDUBA, ÉTAT D'AMAZONAS

Diogo Ferreira Ribeiro

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
diogo.ribeiro@ufam.edu.br

Francisco Weliton Rocha Silva

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
fweliton27@hotmail.com

Thalita Guimarães de Paula

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
thalitadpaula9223@gmail.com

Maria Vitória Chaves de Souza

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
vitoriachaves012@gmail.com

RESUMO

Os estudos relacionados à caracterização ambiental de Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) tem grande importância estratégica na preservação dos recursos naturais brasileiros. O objetivo da pesquisa foi caracterizar os tipos de uso e cobertura do solo e relacionar com seus atributos físicos em uma área de RDS do Rio Negro em Iranduba-AM, Brasil. Para isso, foram obtidas imagens na plataforma de dados Projeto MapBiomias, posteriormente analisadas no software QGIS, bem como realizadas análises físicas do solo sob diferentes tipos de uso e cobertura vegetal, tais como testes de resistência à penetração, de infiltração de água e textura. Constatou-se que a classe formação florestal ocupa cerca de 87% da cobertura vegetal da RDS, e que os atributos do solo indicaram textura mais arenosa na superfície, sendo classificado como franco-arenoso, com baixa resistência a penetração. No período avaliado (10 anos), observaram-se pequenas mudanças na paisagem, com a ocupação do solo para uso agrícola de subsistência pela comunidade tradicional. Portanto, a caracterização ambiental mostrou que a área da RDS é composta principalmente por floresta preservada, enquanto aproximadamente 11% da área é utilizada para o cultivo de alimentos como maracujá, macaxeira e pitaya. Ressalta-se a importância de mais pesquisas sobre o uso dos recursos naturais na região, e, de campanhas educativas para adoção de práticas sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia Central; SIG; sustentabilidade; uso e ocupação; resistência do solo.

ABSTRACT

Studies related to the environmental characterization of Sustainable Development Reserves (SDR) have great strategic importance in the preservation of Brazilian natural resources. The aim of this research was to characterize the types of use and coverage of the soil relating with their attributes, in an area of SDR of the Rio Negro region, in Iranduba-AM, Brazil. For that, images were obtained on the data platform (MapBiomias), analyzed by the software QGIS and also was performed soil physical analyses under different types of use and vegetal coverage, such as resistance and infiltration tests and texture. It was found that the forest formation class occupies around 87% of the SDR area, and that soil attributes revealed sandy texture at the surface, being classified as sandy loam with low resistance to penetration. In the period evaluated (10 years), it was observed only small changes at the environment, with the land occupation for

agricultural use by the traditional people. Therefore, environmental characterization showed that the SDR area is mainly composed of preserved forest, while approximately 11% of this area has been used to grow foods such as *Passiflora edulis*, Cassava and Pitaya (Dragon fruit). The importance of further research on the use of natural resources in the region and educational campaigns for the adoption of sustainable practices is highlighted.

KEYWORDS: Central Amazon; GIS; sustainability; land use and occupation; soil resistance.

RÉSUMÉ

Les recherches liées à la caractérisation environnementale des Réserves de Développement Durable (RDS) revêtent une grande importance stratégique dans la préservation des ressources naturelles brésiliennes. Cette étude a eu pour but de caractériser les types d'utilisation et de couverture du sol et de les relier à leurs attributs physiques dans une zone dans la RDS Rio Negro, dans la municipalité d'Iranduba-AM, État d'Amazonas, Brésil. Pour atteindre ces objectifs, des images ont été obtenues sur la plateforme de données (Projet MapBiomas) et analysées dans le logiciel QGIS, ainsi que des analyses physiques du sol ont été réalisées sous différents types d'utilisation et de couverture végétale, telles que des tests de résistance à la pénétration, des tests d'infiltration d'eau et de composition texturale. Nous avons constaté que la classe de formation forestière occupe environ 87 % de la couverture végétale de la RDS et que les attributs du sol indiquaient une texture plus sableuse en surface, étant classé comme loamsableux, avec une faible résistance à la pénétration. Au cours de la période évaluée (10 ans), de légers changements ont été observés dans le paysage, les surfaces étant occupées à des fins agricoles de subsistance par la communauté traditionnelle. Ainsi, la caractérisation environnementale a montré que la zone de la RDS est principalement composée de forêts préservées, tandis qu'environ 11 % de la Surface est utilisée pour cultiver des aliments tels que le fruit de la passion, le manioc et le pitaya. Il convient de souligner l'importance de mener davantage de recherches sur l'utilisation des ressources naturelles dans la région et de mener des campagnes éducatives pour la mise en œuvre de pratiques agricoles durables.

MÓTS CLÉS: Amazonie Centrale; SIG; durabilité; utilisation et occupation; résistance du sol.

1. INTRODUÇÃO

As unidades de conservação representam a principal estratégia para a preservação e recuperação de recursos naturais brasileiros (Schaefer *et al.*, 2020). O solo é um recurso natural que vem sofrendo alterações e impactos ambientais causados especialmente pelas ações humanas (Sanchez *et al.*, 2024; Soares *et al.*, 2022). A transformação na paisagem natural e a redução da qualidade do solo podem levar à diminuição da biodiversidade, ao aumento dos processos erosivos e à perda de nutrientes (Rocha *et al.*, 2014). A forma de uso e cobertura do solo pode causar impactos sobre suas características físicas, morfologia e química dos solos, pois, quando praticado de maneira não sustentável, pode reduzir importantes parâmetros de qualidade, tais como a capacidade de infiltração de água, a resistência à penetração de raízes, a estabilidade de agregados e os níveis de acidez (Santos *et al.*, 2018; Antunes *et al.*, 2018).

A caracterização e o monitoramento das transformações no uso e cobertura do solo podem ser feitos utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) e por meio da avaliação de parâmetros físicos do solo. Na região amazônica, é comum dividir a paisagem em dois ambientes com características distintas: a várzea e a terra firme (Lima *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2011). No ambiente de várzea ou planícies de inundação predominam solos classificados como Gleissolos e

Neossolos, onde se estabeleceu grande parte da população rural do Amazonas (Guimarães *et al.*, 2013). Via de regra, esses solos são férteis (eutróficos), o que é revelado pela alta capacidade de troca de cátions (CTC) e pelo valor de saturação por bases (V) acima de 50% (Lima *et al.*, 2007). Já na terra firme (não sujeito às inundações periódicas), em geral, os solos são fortemente intemperizados, lixiviados e com maior grau de desenvolvimento pedogenético, refletindo em baixa fertilidade (distróficos) em contraste aos de várzea (Silva, 2008).

No Amazonas, devido às características geomorfológicas e ambientais, grande parte dos solos são suscetíveis aos processos erosivos, como aquelas áreas em ecossistemas com maior fragilidade, associados às Campinaranas, onde predominam Espossolos ou Neossolos Quartzarênicos (Sanches *et al.*, 2024), bem como aquelas alteradas por atividades humanas, como a expansão urbana e o uso agrícola. Os solos sob áreas protegidas e reservas florestais, bem como aqueles cultivados por populações tradicionais para produção familiar de alimentos, constituem um importante modelo de preservação e de uso sustentável desse recurso, tendo em vista o papel de Unidades de Conservação na promoção da conservação e de práticas sustentáveis de cultivo em sistemas agrícolas (Bocaleti *et al.*, 2021; Fernande-Pinto, 2008). Ressalta-se, portanto, que as pesquisas e o monitoramento das alterações na cobertura e parâmetros físicos do solo são importantes para tomada de decisão na gestão dos recursos naturais.

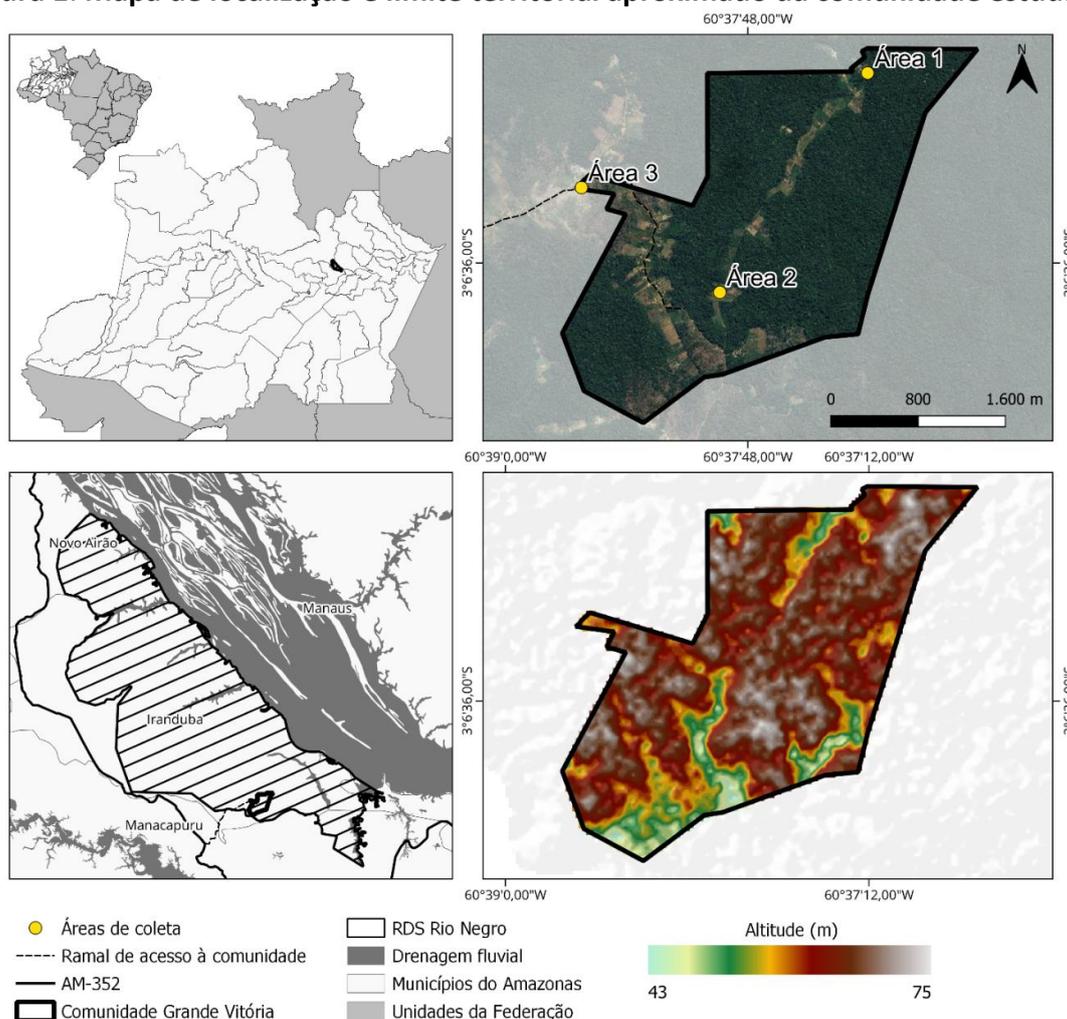
A agricultura familiar ou de subsistência é o principal modelo de produção de alimentos utilizado pelas comunidades rurais na região. Essa atividade é bem conhecida pelo emprego de baixo nível de tecnologia na produção agrícola, resultando, assim, em menores impactos sobre o meio ambiente quando comparado à agricultura convencional, que utiliza elevados níveis de investimentos em insumos. As comunidades rurais, portanto, sobrevivem basicamente da exploração de recursos naturais e do uso agrícola do solo, utilizando principalmente o conhecimento tradicional. A comunidade estudada, Grande Vitória, localizada em ambiente de terra firme na região do baixo Rio Negro, nas dependências da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do rio Negro, é um típico modelo de assentamento rural que faz o uso agrícola do solo nessas áreas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi caracterizar as formas de uso e cobertura do solo e relacionar com seus atributos físicos na comunidade grande Vitória Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), localizada na região do baixo Rio Negro em Iranduba-AM (Amazônia Central). A escolha desta área se deu pela dimensão da dinâmica de produção agrícola que caracteriza essa comunidade.

2. ÁREA DE ESTUDO

A comunidade Grande Vitória se estabeleceu na RDS Rio Negro a partir do ano de 2013 e se localiza no município de Iranduba/AM, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Rio Negro (Figura 1), estabelecida pela Lei Estadual N.º 3.355 de 30/12/2008 (Amazonas, 2008), como desmembramento da Área de Proteção Ambiental (APA) da margem direita do Rio Negro, e visa assegurar a proteção da biodiversidade e as condições necessárias das populações tradicionais locais, como em vista da sua qualidade de vida e manejo dos recursos ambientais. A RDS detém uma extensão territorial de 103.086,00 ha (Amazonas, 2008), que compreende os municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, com cerca de 600 moradores, apresentando um gradiente altimétrico que varia de 43 a 75 m de altitude. A porção do terreno corresponde apenas a 1,8% da área total da RDS, ou seja, 630,17 ha.

Figura 1: Mapa de localização e limite territorial aproximado da comunidade estudada

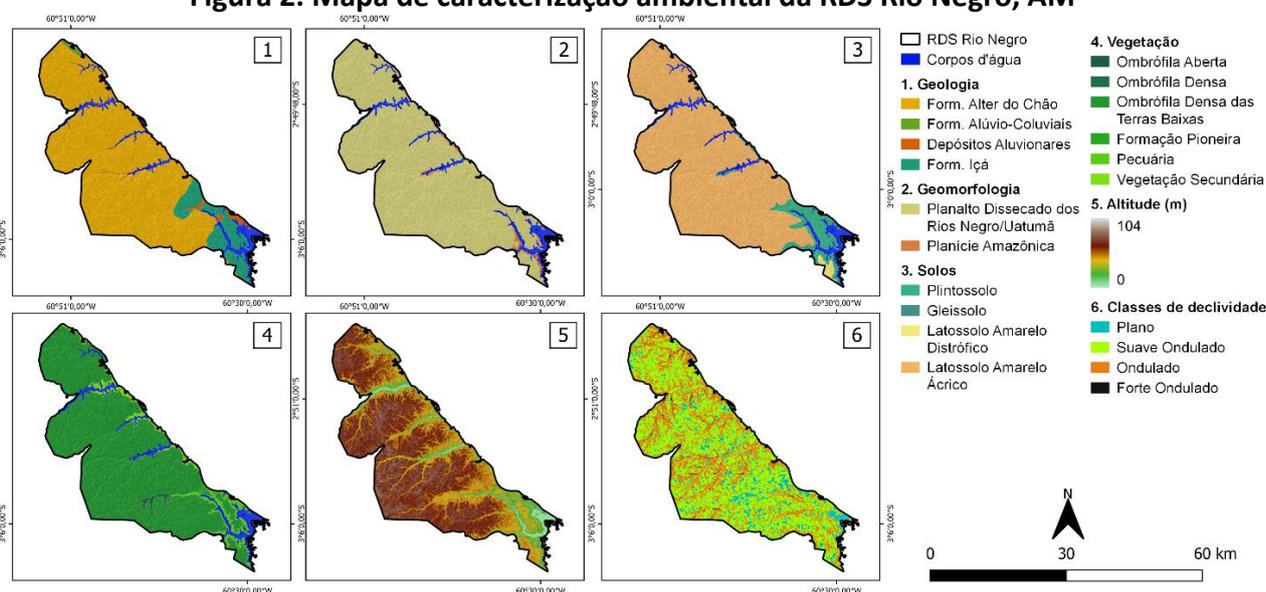


Fonte: IBGE (2010); INPE TOPODATA (2024); Autoria própria (2023).

A área 1 (Figura 1) é caracterizada como de floresta primária, adjacente a uma área de uso agrícola atual com cultivo de maracujá (*Passiflora edulis*). O segundo ponto (Área 2) consiste em uma área em que seu uso agrícola atual é com cultivo de macaxeira (*Manihotesculenta*), onde o produtor faz o preparo do solo com uso de mecanização por microtratores. Enquanto, a terceira área (Área 3) consiste em um ambiente natural, sem histórico de uso agrícola, onde a vegetação e cobertura do solo é composta por vegetação de Campinarana, que são ecossistemas amazônicos caracterizados por solos altamente lixiviados com alta presença de fração areia (Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos), como vegetação respectivamente arbustiva, se diferenciando de florestas de terra firme, como também destacado por outros estudos sobre este tipo de ecossistema (Guimarães; Bueno, 2016).

A comunidade estudada se localiza nas dependências da RDS Rio Negro, portanto, sendo parte de um sistema mais complexo (Figura 2). Neste contexto, a RDS é embasada predominantemente pela Formação Alter do Chão, caracterizado por arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos e médios; siltito e argilito comumente avermelhados e rosados, ferruginosos, conglomerados lenticulares, mal selecionados, com seixos arredondados e subarredondados (IBGE, 2009).

Figura 2: Mapa de caracterização ambiental da RDS Rio Negro, AM



Fonte: Banco de Dados de Informações Ambientais – BDIA/IBGE, 2010.

As unidades geomorfológicas presentes na reserva correspondem ao Planalto Dissecado dos Rios Negro/Uatumã e à Planície Amazônica (IBGE, 2010), e estão sobre um gradiente hipsométrico que varia de 0 a 104 m de altitude, apresentando um terreno predominantemente suave ondulado,

com ondulações nas margens dos canais e áreas predominantemente planas, em regiões enxarcadas. O Planalto Dissecado dos Rio Negro/Uatumã apresenta interflúvios tabulares médios, com topos convexos separados por vales alargados e rasos com vertentes retilíneas em processo de movimentação de massa e desmoronamentos (IBGE, 2009).

Vale ressaltar que essa unidade tem por agente de drenagem o Rio Negro, com uma área predominante de 98% ao longo da localidade. Por sua vez, a Planície Amazônica é constituída por terrenos alagados e inundáveis que preenchem os vales dos cursos principais do canal (IBGE, 2009), e desenvolve-se à margem direita do Rio Amazonas e Solimões, caracterizada por “terras baixas”, que controlam a paisagem a partir da dinâmica fluvial ao longo da calha do rio Amazonas e seus afluentes de água branca, denominado regionalmente por várzea amazônica.

O tipo de solo que predomina na RDS é o Latossolo que, de acordo com a Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, apresenta horizonte B latossólico, com alto índice de intemperização (EMBRAPA, 2018). Outras classes, que ocupam menor parte da área, correspondem a solos típicos de áreas úmidas com má drenagem, normalmente em áreas planas e suavemente onduladas, ou solos hidromórficos, como Plintossolos e Gleissolos (EMBRAPA, 2018) (Figura 2).

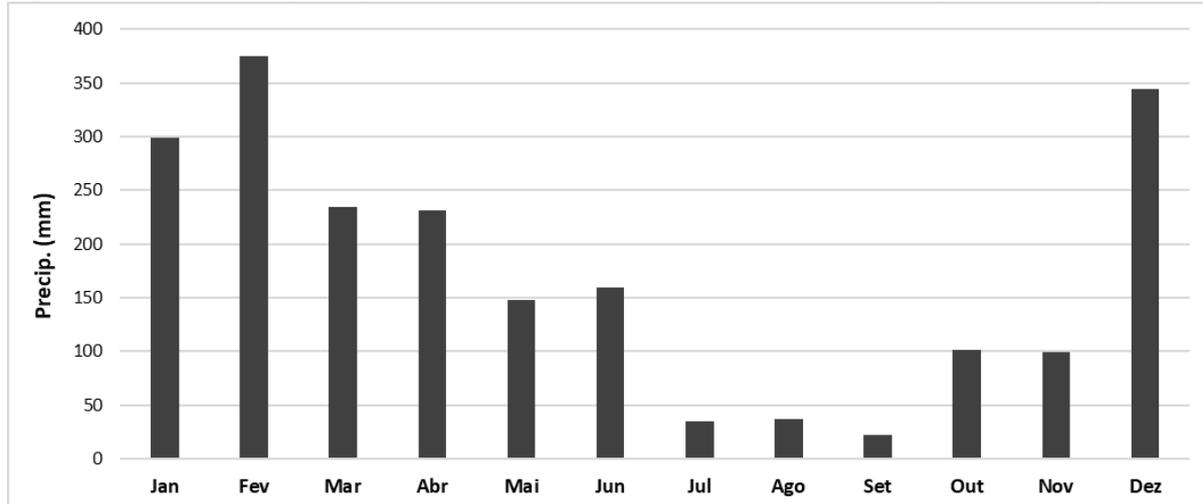
A vegetação é caracterizada por ser de cobertura vegetal natural, predominantemente por Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, onde se pode encontrar espécies típicas, como o visgueiro (*Parkia pendula*) e Murici-da-mata (*Byrsonima sericea*) (EMBRAPA, 2024). Em seguida, outro tipo de vegetação que mais se destaca e ocorre em vales de canais fluviais são as Formações Pioneiras, onde podem ser identificadas espécies de samambaias, como samambaiçu-do-brejo (*Blechnum cordatum*) (Kozera *et al.*, 2009).

A RDS compreende a região amazônica, zona equatorial possuindo clima quente e úmido (Fisch, Marengo; Nobre, 1998). Devido à sazonalidade regional e à localização da comunidade, o tipo climático pode variar. Dessa forma, o clima se caracteriza por ser chuvoso, quente e úmido, o período chuvoso vai de dezembro a maio e a estiagem começa em maio. Em escala regional, a temperatura mantém-se uniforme ao longo do ano, com variações de 20°C (mínima) e 38° C (máxima) (INMET, 2023).

A Figura 3 indica o regime pluviométrico mensal do ano de 2023, na estação automática de Manacapuru (A119), uma vez que a comunidade, estando no limite administrativo municipal de Iranduba/AM, está mais próxima à sede municipal de Manacapuru/AM. Verifica-se um valor máximo acumulado no mês de fevereiro, com cerca de 375,2 mm de chuva, com posterior redução

dos valores nos meses seguintes, encontrando valores mínimos entre julho e setembro. O mês que apresentou menor índice acumulado foi setembro, com 22 mm. O mês de maio, período de realização do campo, acumulou cerca de 148,4 mm de chuva (INMET, 2023).

Figura 3: Dados de regime pluviométrico mensal do ano de 2023, estação Manacapuru/AM



Fonte: INMET, 2023.

A rede hidrográfica compõe a bacia hidrográfica do rio Negro, na região do seu baixo curso, e é caracterizada por canais cujo os vales sofrem barramento hidráulico do canal principal do rio Negro, formando as denominadas rias Fluviais (Irion *et al.*, 2011). Os tipos de canais associados à cor se enquadram enquanto rios de água preta, por apresentarem baixa concentração total de sedimentos em suspensão e alto índice de acidez por matéria orgânica dissolvida (Sioli, 1985).

3. METODOLOGIA

3.1 Dados de uso e cobertura do solo

As imagens foram obtidas na plataforma de dados do Projeto Map Biomas (Projeto MapBiomas, 2024) da coleção 0.7, com uma resolução espacial de 30 m do satélite Landsat, compreendendo os anos entre 2011 e 2022. A obtenção dessas imagens se deu por meio do acesso a plataforma *Google Earth Engine*, com *script* disponibilizado pela própria plataforma do projeto. Após aquisição das imagens, elas foram processadas em ambiente SIG, utilizando o *software* QGIS versão 3.28. Dessa maneira, após representação das classes de uso e cobertura do solo, foi calculada a área de cada classe por meio do complemento GRASS, utilizando a ferramenta cálculo “*r.report*”.

A área foi dada em hectares, e os dados organizados em uma planilha eletrônica para a geração de um gráfico no software Excel.

3.2 Análise de resistência do solo à penetração

O teste de resistência do solo foi conduzido com o uso de penetrômetro de impacto, com três repetições (pontos) estabelecidas próximas aos locais das coletas de solo. Para tanto, a haste metálica foi posicionada verticalmente no solo e recebeu impactos de uma massa com valor conhecido a uma altura de 50 cm, contabilizando o número de impactos empregados para fazer penetrar 5 cm desta haste no solo, até a profundidade de 50 cm. Os dados obtidos foram convertidos para MPa (Mega Pascal) e depois gerado gráficos do comportamento de resistência do solo em planilha eletrônica no Excel. Este teste oferece informações acerca do grau de resistência de um solo a um determinado impacto, o que pode indicar áreas propícias para o desenvolvimento de raízes de plantas.

3.3 Análise da capacidade de infiltração de água no solo

O teste de infiltração foi realizado em duas áreas com características distintas dentro da RDS (Áreas 1 e 3), que foram selecionadas com base nas diferenças em tipo de solo e cobertura vegetal, sendo uma área preservada e outra alterada (Floresta e Campinarana). O teste realizado mensura a velocidade com que a água se infiltra no solo. Para isso, utilizou-se um infiltrômetro de Hills (constituído por um anel cilíndrico) e martelo para fixação do cilindro no solo. O instrumento foi fixado a 5 cm de profundidade com o uso do martelo, prendendo, em seguida, uma régua de 10 cm para mensuração da quantidade de água infiltrada. Em seguida, o solo ao redor foi umedecido e depois colocado água no interior do cilindro. A partir daí, foi aferido o volume infiltrado a cada minuto durante um tempo mínimo de 20 minutos. O teste foi finalizado após a velocidade de infiltração se tornar constante, obtendo-se a taxa de infiltração de água no solo (Guerra, 2015).

A confecção do gráfico da taxa de infiltração (A), realizada no *software* Excel, foi feita a partir dos cálculos de Reichardt (1990), conforme equação a seguir:

$$F(t) = \frac{df(t)}{dt}$$

Onde:

F : Total Infiltrado (infiltração acumulada ou total infiltrado);

f : taxa de infiltração;

t : tempo.

Informações acerca da capacidade de infiltração corroboram para estimar os níveis de saturação e composição textural de um solo, tendo em vista a importância de verificar áreas onde o solo tem maior capacidade de adsorção de partículas de água, importante para o desenvolvimento de plantas.

3.4 Amostragem de solo e preparo das amostras

Em cada local selecionado foram também coletadas amostras de solo em diferentes profundidades (Área 1: 1: 0-30; Área 2: 0-70; Área 3: 0-60), utilizando um trado tipo holandês. Tais amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas para análise em laboratório. Adicionalmente, cada amostra foi seca ao ar, destorroada em superfície não aderente e passadas em peneira com abertura de 2 mm para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), a qual foi utilizada na análise de textura a seguir.

3.5 Análise Granulométrica

De cada amostra, pesou-se uma fração de cerca de 20 g de TFSA, adicionando 100 ml de dispersante químico NaOH (hidróxido de sódio 0,1 mol/L). A solução foi misturada com um auxílio de um bastão de vidro e reservada por 24 horas. A fração argila foi separada pelo método de pipetagem, transferida para estufa a 105°C para secagem e pesada posteriormente. A fração areia que ficou retida na peneira de 0,062 mm foi seca em estufa e pesada. Quanto à fração silte, esta foi determinada por diferença, considerando os teores das frações argila e areia em relação ao peso original da amostra (EMBRAPA, 1997). Verificar a composição granulométrica de um solo proporciona interpretar o comportamento de outras variáveis importantes como a capacidade de infiltração e resistência a penetração, bem a identificação do potencial de um solo ao plantio, a partir de sua textura.

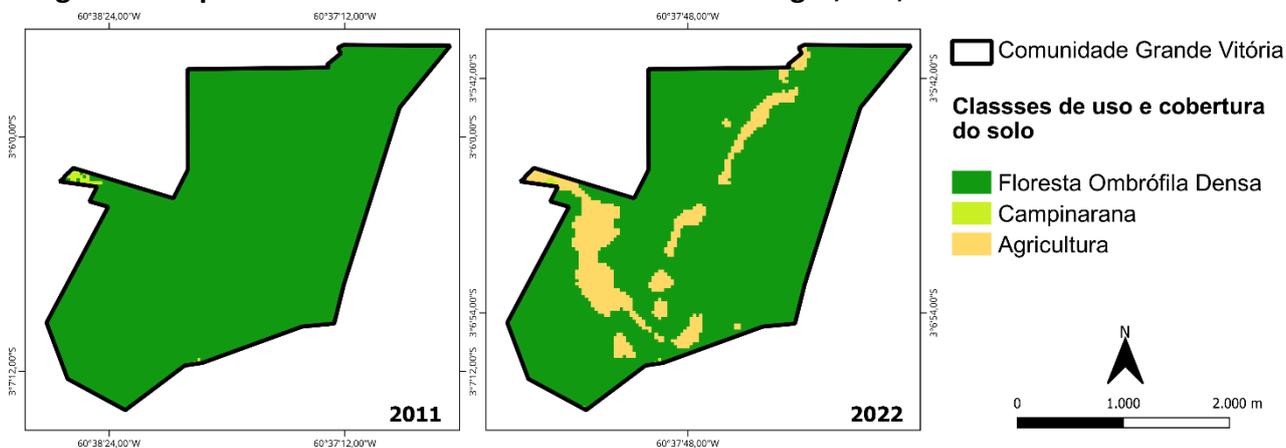
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da ocupação e cobertura do solo

Analisaram-se as mudanças na forma de uso do solo decorrente do surgimento da comunidade no período entre os anos de 2011 e 2022 (Figura 4), e as transformações na cobertura derivadas de suas atividades. A “cobertura” do solo está totalmente associada aos aspectos do estado físico, químico e biológico do solo, enquanto o “uso” se refere às formas com que o homem

se relaciona de maneira direta com este solo, tais como a pecuária, recreação, conservação, áreas urbanas, entre outros (Aguiar, 2002; Santos; Santos; Santos, 2021).

Figura 4: Mapa de uso e cobertura do solo da RDS Rio Negro, AM, entre os anos 2011 e 2022



Fonte: Autoria própria (2023).

A comunidade Grande Vitória apresenta como característica uma atividade agrícola voltada ao cultivo familiar de alimentos, tais como frutas e tubérculos, especialmente macaxeira (*Manihot esculenta*), maracujá (*Passiflora edulis*) e pitaya (*Hylocereus undatus*). Adicionalmente, conforme relatado pelos moradores locais, normalmente esses produtos são comercializados mediante acordo com atravessadores, que transportam os mesmos até as feiras de Manaus/AM.

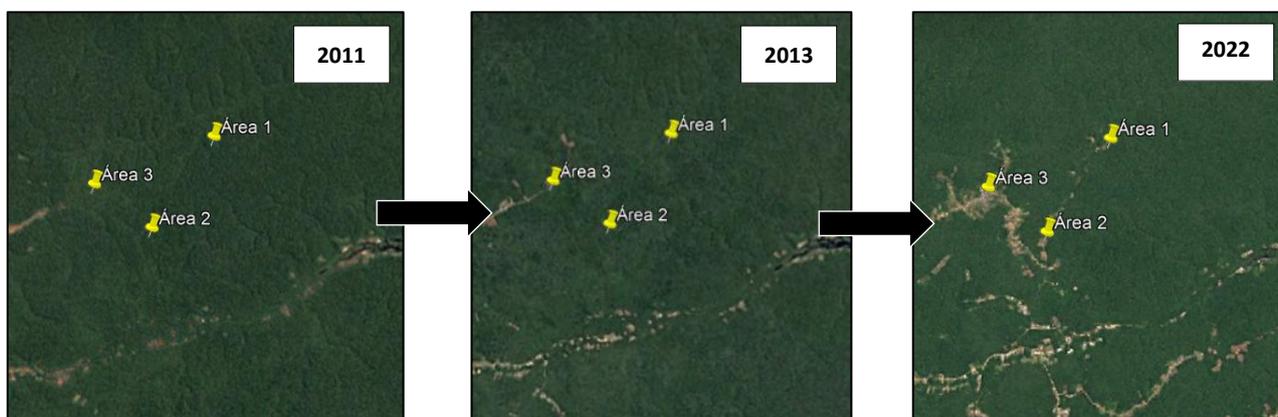
Trata-se de uma comunidade tradicional, com aproximadamente 30 famílias, composta essencialmente por agricultores familiares e indígenas, que são originários do ambiente de várzea da margem esquerda do rio Solimões, no município de Manacapuru/AM. As famílias residentes na comunidade são de origem do Projeto de Assentamento Agroextrativista do Piranha, pela portaria N.º 20, de 07/07/2005 do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (Brasil, 2005). Dessa forma, a partir de 2013, os agricultores acabam se estabelecendo e instalando a sede da comunidade nas dependências da RDS devido aos grandes prejuízos causados pelos eventos extremos de cheias. Esses eventos se intensificaram nos últimos anos, atingindo principalmente as áreas de plantação, levando a perdas de quantidades consideráveis de seus produtos nas suas comunidades de origem.

A área que compreende a limitação da comunidade, levando em consideração o tamanho de cada imóvel rural, corresponde a cerca de 681,13 ha. No ano de 2011, a superfície ocupada pela classe “Floresta Ombrófila Densa” equivalia a exatamente 678,45 ha desta área analisada,

demonstrando se tratar de uma área preservada, ou seja, sem grandes indícios de alterações e impactos ambientais negativos causados pelas atividades humanas. Além disso, outro ecossistema mapeado não florestado, mas natural, foi a área de campinarana, com cerca de 2,68 ha. Neste período não foram constatados indícios de áreas convertidas em agricultura ou solo exposto.

Ao analisar o ano de 2022, após a chegada e fixação dos comunitários na comunidade, a área começa a apresentar pequenas alterações na paisagem, oriunda das mudanças nas formas de uso e cobertura vegetal do solo, especialmente a ocupação dessa área para exploração agrícola do solo para produção de alimentos (Alarcon *et al.*, 2011) (Figura 5).

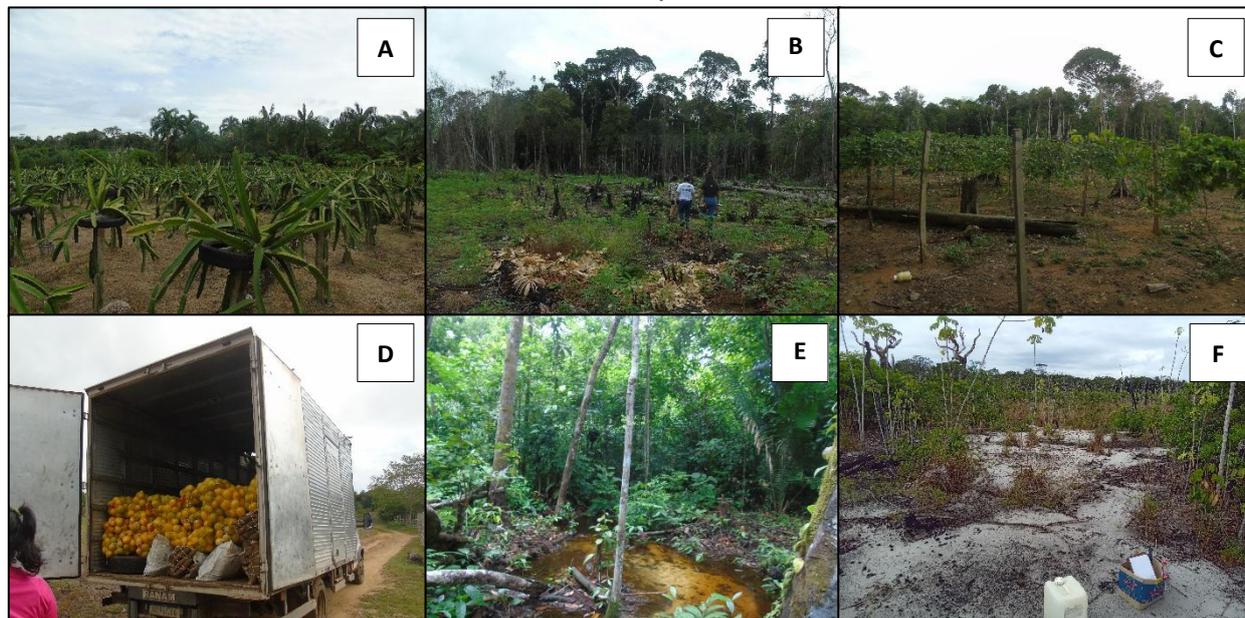
Figura 5: Imagem das mudanças espaciais na comunidade Grande Vitória (2011, 2013 e 2022)



Fonte: Google Earth (2024).

Tais mudanças na paisagem para a classe “Agricultura” corresponderam a um percentual de cerca de 11,94% da área total, chegando a 81,32 ha. Nota-se que essa forma de uso do solo com cultivo e produção de alimentos (Figuras 6A, 6B, 6C e 6D), seguem a linearidade dos ramais, criando um padrão de transformação da paisagem, especificamente de floresta ombrófila (Figuras 6E), onde há áreas destinadas preferencialmente para essa atividade, criando, conseqüentemente, um eixo modal de transporte desses produtos ao seu destino final, o consumo (Soares *et al.*, 2021). Observaram-se também que as áreas de vegetação de campinarana (Figuras 6F) apresentaram uma redução de sua área, passando a ser de 0,89 ha, uma vez que, com o processo de ocupação e expansão de áreas de agricultura, tal ambiente foi aterrado para a abertura de ramais, o que ocasionou redução de sua área natural.

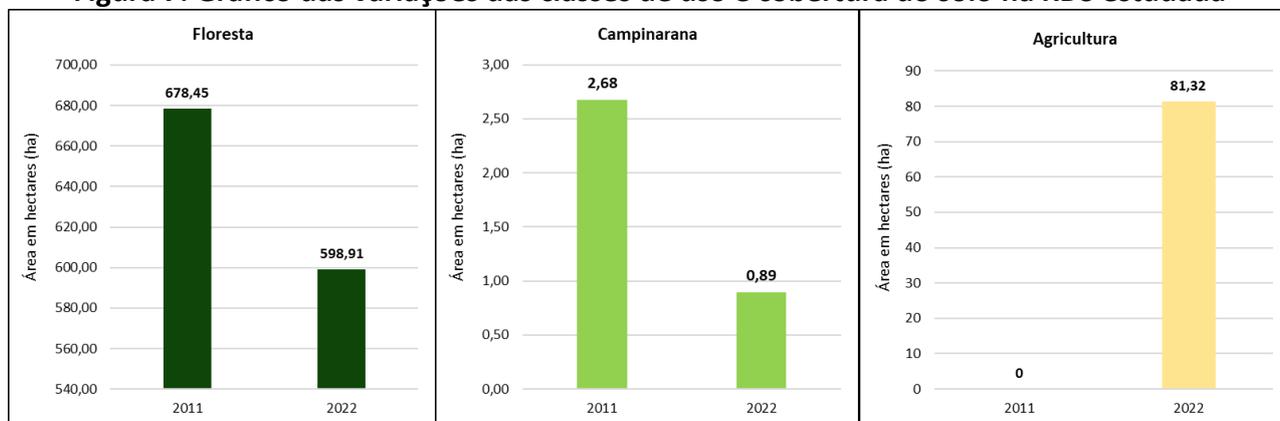
Figura 6: Imagem do uso agrícola atual e cobertura do solo na Comunidade Grande Vitória em Iranduba, AM



Fonte: Autor (2023). A – Plantação de Pitaya; B – Plantação de Macaxeira; C – Plantação de Maracujá; D – Transporte de Maracujá para ser comercializado em Manaus; E – Floresta ombrófila densa; F – Campinarana.

Portanto, considerando o período avaliado de cerca de 11 anos, constatou-se que houve uma redução da formação florestal, passando a equivaler a apenas 87,93% do total, correspondendo a 598,91 ha. Essas alterações foram promovidas notadamente pelo processo de ocupação da área pelos comunitários, bem como o uso do solo para produção de alimentos. Vale ressaltar que a população tradicional é oriunda da várzea, contudo teve que se mudar e se estabelecer neste local. Tal área corresponde ao perímetro que envolve todos os imóveis pertencentes à comunidade. A variação desses valores pode ser observada na Figura 7.

Figura 7: Gráfico das variações das classes de uso e cobertura do solo na RDS estudada



Fonte: MapBiomias (2023).

Dessa forma, os produtores familiares da comunidade realizam suas atividades conforme a determinação da Lei Nacional N.º 9.985 de 18 de julho de 2000 (Brasil, 2000), que prevê o uso sustentável dos recursos naturais desenvolvido de geração em geração, pautado no uso sustentável e ecológico por parte das populações tradicionais. Neste caso, o recurso a ser utilizado é o solo, para o plantio de base familiar e comercialização por meio de circuitos curtos ou venda indireta (Darolt; Lamine; Brandenburg, 2013), por intermédio de atravessadores (Figura 4D), que comercializam esses produtos na cidade de Manaus/AM.

4.2 Caracterização dos atributos físicos do solo

4.2.1 Composição textural

A composição textural do solo na Área 1 (área de floresta) apresenta predomínio da fração areia, representando mais de 70% do total em todo o perfil analisado, o que caracteriza este solo como franco arenoso, sendo que o maior índice de areia aparece nos primeiros 10 cm de profundidade, correspondendo a 78,2%. À medida que há aumento da profundidade, ocorre diminuição dessa taxa e elevação dos níveis de argila. Na camada entre 20 a 30 cm, o percentual de areia diminui para 70,8%, enquanto os valores de argila aumentam de 12,58% dos primeiros 10 cm, para 15,40%, entre 20 a 30 cm, contudo os valores de argila não alteraram a classe textural do solo (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização da textura do solo sob diferentes formas de uso e cobertura vegetal em três áreas na Comunidade Grande Vitória em Iranduba/AM

Profundidade	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Classe textural
Área 1 – Solo sob área de floresta primária				
0-10 cm	78,2	9,27	12,58	Franco arenoso
10-20 cm	73,2	11,45	15,35	Franco arenoso
20-30 cm	70,8	13,80	15,40	Franco arenoso
Área 2 – Solo sob plantio de macaxeira				
0-10 cm	74,5	11,70	13,80	Franco arenoso
10-20 cm	66,8	13,30	19,95	Franco-argilo arenoso
20-30 cm	67,6	13,45	19,00	Franco arenoso
30-40 cm	63,2	15,98	20,88	Franco-argilo arenoso
40-50 cm	60,6	16,23	23,17	Franco-argilo arenoso
50-60 cm	58,3	13,10	28,65	Franco-argilo arenoso
60-70 cm	56,60	7,77	35,63	Argilo arenoso

Área 3 – Solo sob área de capoeira (Campinarana)				
0-10 cm	97,50	0,75	1,75	Areia
10-20 cm	97,00	1,72	1,28	Areia
20-30 cm	97,25	1,83	0,92	Areia
30-40 cm	81,15	18,23	0,63	Areia franca
40-50 cm	81,15	18,25	0,60	Areia franca
50-60 cm	97,45	2,10	0,45	Areia
Área 1 – Solo sob plantio de maracujá				
0-20 cm	67,00	12,88	20,13	Franco-argilo arenoso

Fonte: Autor (2023).

Na Área 2 (sob plantio de macaxeira), a composição textural do solo apresenta predominância da classe franco argilo-arenosa, principalmente entre 30 a 60 cm. Assim, há elevado teor de areia nos primeiros centímetros da camada e posterior redução até os 70 cm, apresentando decréscimo de 75% para cerca de 57%. Nos primeiros 10 cm e no intervalo entre 20 a 30 cm, a camada apresentou textura franco arenosa. Por outro lado, esse perfil evidencia elevação dos índices de argila à medida que há aumento dos níveis de profundidade, chegando a cerca de 36% entre os 60 e 70 cm, sendo caracterizado como textura argilo arenosa.

O solo da Área 3 (área de Campinarana) apresenta uma textura preponderantemente arenosa, desde as camadas iniciais até 30 cm, e entre 50 a 60 cm. Neste intervalo inicial, o percentual do total de areia corresponde a cerca de 98%. No intervalo de 30 a 50 cm, se configura uma classe textural areia franca, com totais de areia 81,15%. Os totais de argila apresentam redução conforme o aumento da profundidade, variando de 1,75% a 0,45% nas camadas finais.

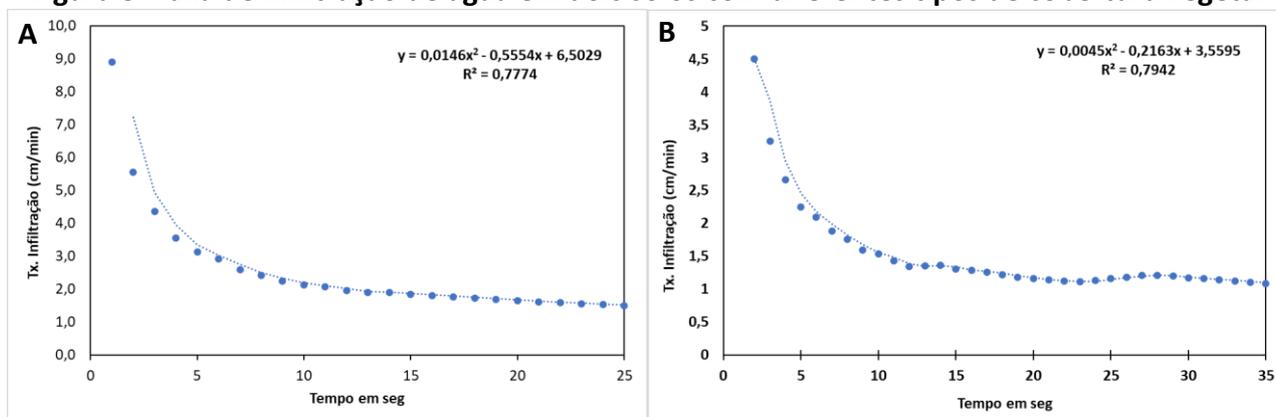
Estes valores se assemelham aos resultados obtidos por Sanches *et al.* (2024), no qual identificaram solos com textura altamente arenosa, classificados entre Neossolos Quartzarênicos e Espossolos, em áreas de material sedimentar da Formação Alter do Chão e Grupo Trombetas, entre os municípios de Presidente Figueiredo e Manaus. Em outro estudo realizado por Mendes *et al.* (2017), os autores também observaram a característica arenosa muito comum em solos da região na Bacia do Rio Negro.

4.2.2 Teste de infiltração

Os resultados do teste de capacidade de infiltração de água no solo realizado em área de floresta primária (Área 1) são apresentados na Figura 8. De modo geral, observou-se que a taxa de

infiltração inicial foi mais elevada, em torno de 4,50 cm/min e final de aproximadamente 1,0 cm/min, com uma média de 1,52 cm/min.

Figura 8: Taxa de infiltração de água em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal



Fonte: Autor (2023). A - Área 1 (área de floresta primária); B - Área 3 (área de Campinarana).

No solo da Área 3, em área de campinarana, os valores mostraram taxa inicial de cerca de 8,9 e final de 1,5 cm/min, com média de 2,48 cm/min. Esses dados indicam que os solos estudados têm boa capacidade de infiltração de água, o que pode ser explicado pelos atributos de textura desses solos, que apresentaram composição granulométrica predominantemente arenosa, devido ser um ambiente de campinarana, onde prevalecem Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos, podendo ser associados a paleocanais ou evolução de solos laterizados para solos arenosos – devido ao processo lixiviação horizontal do material fino (Rossetti. *et al.*, 2012; Guimarães; Bueno, 2016).

Conforme a literatura, os solos com predominância de partículas de maior tamanho, tais como os arenosos, normalmente apresentam maiores níveis de taxa de infiltração em vista do maior volume de macroporos (Almeida Júnior *et al.*, 2020), pois, ao passo em que a água percola o perfil, existe pouca quantidade de partículas sólidas capazes de reter as moléculas de água, o que leva à perda de energia e à diminuição da capacidade adsorção e, conseqüente, aumento da força da gravidade, o que induz a água a se deslocar mais rapidamente para as camadas inferiores (Lepsch, 2011). Resultados semelhantes foram constatados por Guimarães *et al.* (2019), no qual evidenciaram alta capacidade de infiltração em um solo de característica textural arenosa, em área de produção agrícola familiar.

4.2.3 Resistência a penetração

No solo da Área 1, foram constatados baixos níveis de resistência a penetração nos 5 primeiros centímetros de profundidade, correspondentes a 0,69 MPa, que acaba aumentando entre 20 a 25 cm, com 2,33 MPa, com nova redução entre os pontos 25 a 30 cm, reduzindo-se a 1,78 MPa. Há retomada da elevação desse valor entre 30 e 40 cm, atingindo 2,06 MPa, reduzindo-se novamente entre os 40 e 50 cm, com valor final médio de 1,51 MPa (Tabela 2).

Tabela 2: Dados de resistência a penetração em três solos sob diferentes tipos de uso e cobertura vegetal na Comunidade Grande Vitória em Iranduba, AM

Profundidade (cm)	MPa		
	Área 1	Área 2	Área 3
0 – 5	0,69	0,42	0,42
5 – 10	0,97	0,42	0,42
10 – 15	1,24	0,42	0,42
15 – 20	2,33	0,42	0,42
20 – 25	2,33	0,97	0,42
25 – 30	1,78	0,69	0,42
30 – 35	2,06	0,97	0,42
35 – 40	2,06	0,97	0,42
40 – 45	1,78	1,24	0,42
45 – 50	1,51	1,51	0,42

Fonte: Autor (2023).

Dessa maneira, ao observar um pequeno aumento dos níveis de argila conforme o aumento da profundidade, constata-se também a elevação dos níveis de resistência deste solo, visto que a presença de argila é capaz de melhorar a formação de agregados que influenciam na sua compactação, pois estas partículas apresentam menor tamanho e a presença de cargas elétricas em sua superfície, podendo sedimentar significativamente os materiais presentes no horizonte (Lepsch, 2011).

Ressalta-se que esta área foi pouco alterada para fins de atividade agrícola, mantendo as características naturais de um Latossolo, predominante na Formação Alter do Chão, e com elevados índices de argila no horizonte B (EMBRAPA, 2018). Portanto, é possível constatar que, segundo a

classificação de Canarache (1990), para os níveis de limitação ao crescimento de raízes de plantas em um solo (Tabela 3), este perfil apresenta pouca ou nenhuma limitação, pois os níveis variaram de menos de 1,1 a 2,5 MPa.

Tabela 3: Limites em MPa de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação ao crescimento de raízes de plantas

Classes	Limites (MPa)	Limite do crescimento de raízes
Muito baixa	<1,1	Sem limitação
Baixa	1,1 - 2,5	Pouca limitação
Média	2,6 - 5,0	Algumas limitações
Alta	5,1 - 10,0	Sérias limitações
Muito Alta	10,1 - 15,0	Raízes praticamente não crescem
Extremamente alta	>15,0	Raízes não crescem

Fonte: Canarache (1990).

Na Área 2, nos 20 primeiros centímetros do solo, os indicadores de resistência foram considerados muito baixos, que vão de 0,42 a 0,97 MPa, desde os centímetros superficiais até 25 cm de profundidade. Entre 25 a 30 cm, esse valor reduz para 0,69 MPa, e amplia novamente a partir dos 30 cm até os 50 cm, atingindo um valor de 1,51 MPa.

Ressalta-se que este solo, no qual desenvolve uma classe textural predominantemente franco argilo-arenosa, tende a ter uma taxa de resistência maior, principalmente nas camadas inferiores, pois nelas há aumento dos percentuais de argila e, conseqüentemente, um menor teor de carbono e maior densidade do solo. Os baixos valores nos primeiros 20 cm se devem, principalmente, ao maior teor de carbono orgânico, atribuído especialmente ao tipo de manejo empregado pelo incremento de matéria orgânica no solo, bem como ao processo de mecanização da área, onde há o revolvimento do solo por microtratores para destorroamento das camadas superficiais para o cultivo de macaxeira.

Assim, observa-se que até 40 cm de profundidade esse solo não apresenta nenhum tipo de limitação para o crescimento de raízes, indicando por meio deste parâmetro que o solo apresenta boas condições físicas para o cultivo de espécies agrícolas. Já entre a faixa de 10 cm entre 40 e 50 cm, a camada demonstra pouca limitação para o desenvolvimento de raízes.

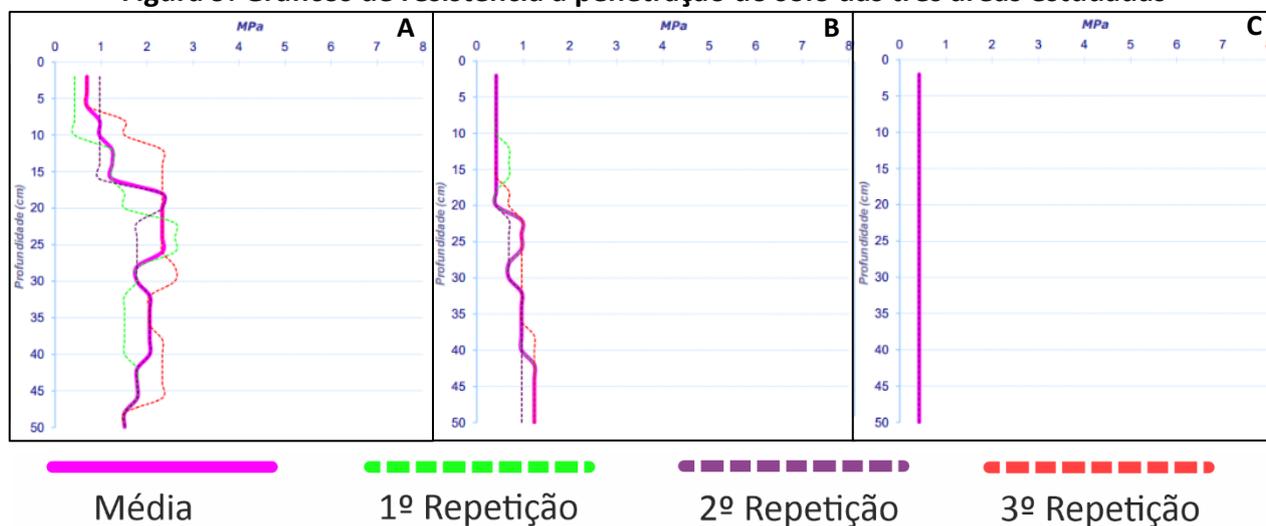
O solo da Área 3, sob ambiente de vegetação de Campinarana, apresentou, em todo o seu perfil, baixos níveis de resistência a penetração. Observou-se nas camadas de 0 a 50 cm, que este

apresenta uma média de 0,42 MPa. Isso se deve, principalmente, à sua composição textural com elevados teores de partículas de areia e baixos níveis de argila. O baixo índice de resistência do solo resulta também em elevados níveis de infiltração de água e translocação de material argiloso através da lixiviação dentro do perfil, diminuindo a capacidade de agregar partículas. De acordo com Lepsch (2011), essa classe de solo indica baixa capacidade de adsorção de materiais para a formação dos agregados e capacidade de retenção de água devido à baixa presença de partículas coloidais que interferem diretamente no processo de floculação e agregação desses materiais.

Observa-se que em todos os solos avaliados o teor de areia é predominante na sua textura, apresentando baixa resistência a penetração nas camadas iniciais. A Área 3 mostra baixa resistência desde a camada superficial até a profundidade de 50 centímetros do solo, revelando uma baixa capacidade de compactação e densidade do solo.

Ao observar o comportamento de resistência dos três solos estudados (Figura 9), os resultados mostraram que essas áreas possuem características físicas adequadas para o crescimento de plantas, pois as primeiras camadas demonstraram baixos níveis de resistência à penetração de raízes, mesmo até as camadas mais profundas do perfil do solo.

Figura 9: Gráficos de resistência à penetração do solo das três áreas estudadas



Fonte: Autor (2023). A – Área de plantação de maracujá; B – Área de plantação de macaxeira; C – Campinarana.

No solo sob vegetação de Campinarana (Área 3), observou-se que, apesar do baixo grau de compactação e de resistência ao crescimento de raízes, estes atributos indicam um fator limitador, que é alta capacidade de infiltração e baixa grau de retenção de água devido ao baixo teor de argila em sua composição e alto nível de porosidade devido à composição arenosa.

Esses fatores são constatados por outros estudos (Sabino *et al.*, 2022; Sanches *et al.* 2024), que evidenciaram maiores graus de compactação em solos com altos índices de agregados de argila, o que facilita o escoamento hídrico superficial, bem como em solos com maior percentual de areia, o que leva a um alto nível de porosidade, conseqüentemente, a maior infiltração nos perfis estudados. Isto pode indicar, do ponto de vista de manejo agrícola, a necessidade de aumentar o conteúdo de carbono do solo e implementar o uso de irrigação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) da região rio Negro, no Estado do Amazonas, apresenta aproximadamente 90% de sua área totalmente preservada, com cobertura vegetal composta principalmente pela formação florestal e áreas de campinarana. Enquanto cerca de 11,94% da cobertura original foi alterada, notadamente para uso agrícola e produção familiar de alimentos pela comunidade tradicional oriunda da várzea do rio Solimões.

A comunidade rural local foi estabelecida na área a partir do ano de 2013 e sobrevive basicamente da exploração de recursos naturais e uso do solo para produção, especialmente de maracujá, macaxeira e pitaya, os quais são vendidos para atravessadores que transportam e revendem nas feiras de Manaus-AM.

Na área da RDS, independentemente da forma de uso e ocupação, os solos analisados foram caracterizados como predominantemente arenosos, com baixo grau de resistência à penetração e elevada capacidade de infiltração de água, indicando boa característica física para desenvolvimento de raízes de plantas, contudo indica menor potencial de retenção de água para o cultivo de espécies agrícolas.

O modelo de assentamento estudado mostra que é possível utilizar os recursos naturais de forma sustentável. No entanto, sugere-se que o poder público adote medidas visando reduzir o processo de degradação ambiental na região amazônica, notadamente com a regularização ambiental e com campanhas educativas sobre a relevância de preservar os recursos florestais. Ressalta-se ainda, a importância de desenvolver mais trabalhos científicos relacionados às formas de uso da terra e o manejo dos recursos naturais, visando à preservação ambiental, bem como acompanhar as mudanças e alterações na paisagem.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos à Comunidade Grande Vitória no município de Iranduba-AM pelo suporte dado para o desenvolvimento deste trabalho. Também ao Laboratório de Análise e Tratamento de Sedimentos e Solos (LATOSSOLOS/UFAM) e Laboratório de Planejamento e Gestão do Território na Amazônia (Dabukuri/UFAM – na pessoa dos professores Dr. Tiago Maiká e Dr. Raphael Diniz), pelo suporte no tratamento das amostras e no desenvolvimento do presente trabalho. Agradecemos principalmente ao suporte financeiro dado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) através do Edital N°. 005/2022 - Humanitas - CT&I que contribuiu diretamente com esta pesquisa. Por fim, aos revisores e equipe editorial deste periódico, pela disponibilidade para contribuir com a qualificação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. D. **Modelagem de mudanças de uso e cobertura do solo na Amazônia: questões gerais.** São José dos Campos: INPE, 2002.

ALARCON, G. G.; CAPORAL, D. S.; BELTRAME, A. D. V.; KARAM, K. F. Transformação da paisagem e o uso dos recursos florestais na agricultura familiar: um estudo de caso em área de Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 369-379, 2011.

ALMEIDA JÚNIOR, M. C. D.; CASTRO, P. A. L.; SANTOS, G. O. Taxa de infiltração de água no solo em diferentes usos do solo. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 8, n. 2, p. 115-121, 2020.

AMAZONAS. **Lei nº 3.355, de 26 de dezembro de 2008.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 dez. 2008. BRASIL. Disponível em: https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2008/7810/7810_texto_integral. Acesso em: 20 ago. 2024.

ANTUNES, C. H. S. Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 4, p. 27-39, 2018.

BOCALETI, L. H. R.; GASPAROTTO, F.; PARIZ, S.; SCHMIDT FILHO, E.; PACCOLA, E. A. S. Sustentabilidade agrícola e saúde do solo. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 5, p. 1-13, 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-normaatualizada-pl.pdf#>. Acesso em: 20 ago. 2024.

BRASIL. **Portaria nº 20, de 07 de julho de 2005**. Institui o Projeto de Assentamento Agroextrativista – PAE Piranha. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 jul. 2005. Seção 1, p. 6. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/index.php/acervo/documentos/portaria>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CANARACHE, A. PENETR – a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil and Tillage Research**, v. 16, n. 1-2, p. 51-70, 1990.

DAROLT, M. R.; LAMINE, C.; BRANDENBURG, A. A diversidade dos circuitos curtos de alimentos ecológicos: ensinamentos do caso brasileiro e francês. **Revista Agriculturas**, v. 10, n. 2, p. 8-13, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica>. Acesso: 20 nov. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2018. 356 p.

FERNANDES-PINTO, E. As RESEX e RDS e a Política Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais – Interfaces com a Etnobiologia e Etnoecologia. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, 7., 2008, Belém – PA. **Anais [...]**. Belém-PA, 2008. p. 1-6.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-101, 1998.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. *In*: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p. 149-210.

GUIMARÃES, F. S.; BUENO, G. T. As campinas e campinaranas amazônicas. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 113-133, 2016.

GUIMARÃES, J. P.; SOUZA, F. G.; LIMA, M. G. M.; SOBRAL, M. S. F.; SABOYA, L. M. F. Determinação da velocidade de infiltração do solo em área com agricultura familiar. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC), 2019, Palmas – TO. **Anais [...]**. Palmas – TO, 2019. p. 1-5.

GUIMARÃES, S. T; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; JUNIOR, A. F. N.; SILVA, F. W. R.; MACEDO, R. S.; SOUZA, K. W. Caracterização e classificação de gleissolos da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 317-326, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico em geociência**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de dados meteorológicos**. Disponível em: <https://basedosdados.org/dataset/>. Acesso em: 11 jul. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Base de dados TOPODATA: modelo digital de elevação com dados do SRTM processados para o Brasil**. São José dos Campos, SP, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata>. Acesso em: 24 jul. 2024.

IRION, G., MELLO, J. A. S. N., MORAIS, J., PIEDADE, M. T. F., JUNK, W. J., GARMING, L. Development of the Amazon Valley during the Middle to Late Quaternary: sedimentological and climatological observations. *In*: JUNK, W., PIEDADE, M., WITTMANN, F., SCHÖNGART, J., PAROLIN, P. (ed.). **Amazonian floodplain forests: ecophysiology, biodiversity and sustainable management**. Dordrecht: Springer, 2011. p. 27-42.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Composição florística de uma formação pioneira com influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. **Floresta**, v. 39, n. 2, p. 309-322, 2009.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, H. N.; SCHAEFER, C. E. R.; MELLO, J. W. V.; GILKES, R. J.; KER, J. C. Pedogenesis and pre-colombian land use of "Terra Preta Anthrosols" ("Indian black earth") of Western Amazonia. **Geoderma**, v. 110, n. 1-2, p. 1-17, 2002.

MENDES, D. S. O.; BUENO, G. T.; GUIMARÃES, F. S.; ROSSIN, B. G.; NASCIMENTO, N. R. Os solos e geoambientes das campinaranas amazônicas: relação genética entre os geoambientes e a evolução da paisagem em um transecto na bacia do Alto Rio Negro, Amazônia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 3, p. 547-559, 2017.

PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 7.0 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 11 set. 2024.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

ROCHA, M. S.; PEREIRA, E. S.; TEXEIRA, V. M. Avaliação de impactos ambientais na agricultura familiar de colorado do Oeste, Rondônia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte – MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2014. p. 1-4.

ROSSETTI, D. F.; BERTANI, T. C.; ZANI, H.; CREMON, E. H.; HAYAKAWA, E. H. Late Quaternary sedimentary dynamics in Western Amazonia: implications for the origin of open vegetation/forest contrasts. **Geomorphology**, v. 177-178, p. 74-92, dez. 2012.

SABINO, B. T. S.; SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; CAMPOS, M. C. C. Qualidade física do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta: efeitos de 6 anos de implantação. **Revista Valore**, v. 7, n. 4, p. 309-316, 2022.

SANTOS, P. S.; SANTOS, M. E. G.; SANTOS, R. Uso e ocupação do solo: reflexão sobre impacto ambiental. **Agri-environmental sciences**, v. 7, n. 1, p. 10-10, 2021.

SANTOS, K. F.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; WERNER, R. S.; WOLSCHICK, N. H.; MOTA, J. M. Study of soil physical properties and water infiltration rates in different types of land use. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 87-97, 2018.

SANCHES, G. K.; SALVIANO, O. S.; BRAGA, I. G.; ADJERAN, O. K. J.; TAVARES, R. K., JUNIOR, A. F. N.; LIMA, H. N. Caracterização de solos arenosos em Campinaranas da região metropolitana de Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 1, p. 594-608, 2024.

SILVA, F. W. R. **Caracterização química e mineralogia de solos antrópicos da Amazônia (Terras Pretas de Índio) entre Coari-Manaus, AM**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

SILVA, F. W. R.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; MOTTA, M. B.; SANTANA, R. M. Caracterização química e mineralogia de solos antrópicos (Terras Pretas de Índio) na Amazônia Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 3, p. 673-681, 2011.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Editora Vozes, 1985.

SOARES, L. D.; VIEIRA, A. F. S. G.; SILVA, F. W. R. Atributos físicos e químicos do solo em área sob cultivo de abacaxi em Novo Remanso, Itacoatiara–AM. **Revista GeoAmazônia**, v. 10, n. 20, p. 44-69, 2022.

SOARES, D. S., DAMASCENO, S. B., CASTRO, C. J. N., SIMÕES, A., PIRAUX, M., RITTER, L. H.; QUARESMA, M. J. N. Produção do espaço agrário e dinâmicas territoriais na Amazônia Tocantina: transporte rural-urbano, agricultura familiar e ambientes em Abaetetuba (PA). *In*: OLIVEIRA, R. J. (org.). **Extensão rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar**. Guarujá: Científica Digital, 2021. p. 578-600.

Artigo submetido em: 26/09/2024

Artigo aceito em: 26/12/2024

Artigo publicado em: 17/03/2025