

**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA SOB CULTIVO
DE ABACAXI EM NOVO REMANSO, ITACOATIARA – AM¹**
**PHYSICAL AND CHEMICAL ATTRIBUTES OF THE SOIL UNDER
PINEAPPLE PRODUCTION IN NOVO REMANSO, ITACOATIARA – AM**
**ATTRIBUTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU SOL DANS LA ZONE SOUS
CULTURE DE L'ANANAS DANS LE NOVO REMANSO, ITACOATIARA-
AM**

Ludmila Dutra Soares

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e
Sociais, Manaus, Brasil

Mestra em Geografia pela UFAM

ludmila@seducam.pro.br

0000-0003-2711-9549

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e
Sociais, Manaus, Brasil

fabiovieira@ufam.edu.br

0000-0002-9416-8765

Francisco Weliton Rocha Silva

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e
Sociais, Manaus, Brasil

fweliton1707@gmail.com

0000-0001-7200-9459

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a análise das alterações pedológicas em Itacoatiara-AM. Foram realizadas coleta de solos em três áreas distintas (mecanizada, não mecanizada e floresta). Foram feitas além das coletas de amostras de solo, capacidade de infiltração de água no solo, resistência do solo à penetração e análise granulométrica dos solos. Além disso, os resultados dos atributos físicos apontam que o solo da área mecanizada apresenta uma textura fina (fração argila), a qual predomina na maioria das camadas analisadas, onde a textura do perfil estudado variou entre argiloso a muito argiloso e somente de 10 a 20 cm apresenta uma textura franco argilo siltoso. Na área de cultivo de abacaxi sem mecanização e floresta, observou-se que as frações de argila predominam em todas as camadas do perfil estudado, variando entre argiloso a muito argiloso. Os testes de penetração do solo apresentaram diferenças entre os resultados médios, sendo área mecanizada (2,2 MPa), não mecanizada (2,0 MPa) e floresta (2,0MPa). Na área não mecanizada e de floresta, as análises químicas indicaram acidez muito elevada, assim como verificou-se também que o alumínio está presente com um

teor elevado na camada superficial do solo, sendo a área mecanizada a que apresentou uma melhor fertilidade do solo.

Palavras-chave: uso e ocupação do solo; atributos pedológicos; cultivo de abacaxi.

ABSTRACT

This work aimed at analyzing some pedological attributes situated of Itacoatiara-AM. For this purpose, soil samples were collected from three different areas (i.e. mechanized, non-mechanized and forest area). For this, tests of soil resistance and of water infiltration were performed at each area studied. In addition, soil samples were collected at different depths from each area, using a hand auger. Next, these soil samples were taken to the laboratory for physical and chemical characterization. The results of physical attributes pointed to a clayey texture (clay fraction) at the mechanized area, which predominated at most layers of the profile analysed, ranging from clayey to very clayey, and only in the 10-20 layer a silty clay loam texture was observed. At the area of pineapple production without mechanization and also under forest, it was observed that the clay fraction predominated at all layers of the profile, ranging from clayey to very clayey. The soil penetration tests showed differences between the average results, being mechanized (2,2 MPa), non-mechanized (2,0 MPa) and forest (2,0 MPa). At the non-mechanized and forest areas, soil chemical analysis indicated that acidity and Al are high in the surface layers, and also that mechanized area presented a greater soil fertility..

Keywords: Land use and occupation; Pedological attributes; Pineapple cultivation.

RESUME

Ce travail avait pour objectif l'analyse des attributs pédologiques, municipalité d'Itacoatiara-AM. Pour ce faire, des échantillons de sol ont été prélevés dans trois zones distinctes: zone mécanisé, non mécanisé et forestière. En plus des prélèvements d'échantillons de sol, ont été réalisés des tests de résistance du sol à la pénétration, la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol, et l'analyse granulométrique des sols. Les résultats des attributs physiques indiquent que le sol de la zone mécanisée présente une texture fine (fraction argile), prédominant dans la plupart des couches analysées, où le profil étudié varie entre argileuse et très argileuse, et seulement la couche de 10 à 20 cm présente une texture limoneuse. Dans l'aire de culture de l'ananas non mécanisé et forestière, il a été observé que les fractions d'argile prédominent dans toutes les couches du profil étudié, allant de argileuse à très argileuse. Les essais de pénétration du sol ont montré des différences entre les résultats moyens, soit zone mécanisée (2,2 MPa), non mécanisée (2,0 MPa) et forestière (2,0MPa). Dans les zones non mécanisées et forestières, les analyses chimiques ont indiqué une acidité très élevée, tout comme il a été constaté que l'aluminium est présent avec une teneur élevée dans la couche superficiel du sol, et aussi que la zone mécanisée présentait une plus grande fertilité du sol.

Mots clés: Utilisation et occupation du sol; Attributs pédologiques; Culture de l'ananas.

Introdução

O solo é recurso natural que vem sofrendo com as transformações ambientais, causadas pela atividade agrícola, o que provoca a redução da biodiversidade, desertificação, erosão, redução dos nutrientes do solo (ROCHA *et al.*, 2014). No Brasil, a produção de abacaxi ocupa um papel importante, assim como no Estado do Amazonas, onde o município de Itacoatiara aparece como destaque (IBGE, 2017), especificamente o Distrito de Novo Remanso (INPI, 2020).

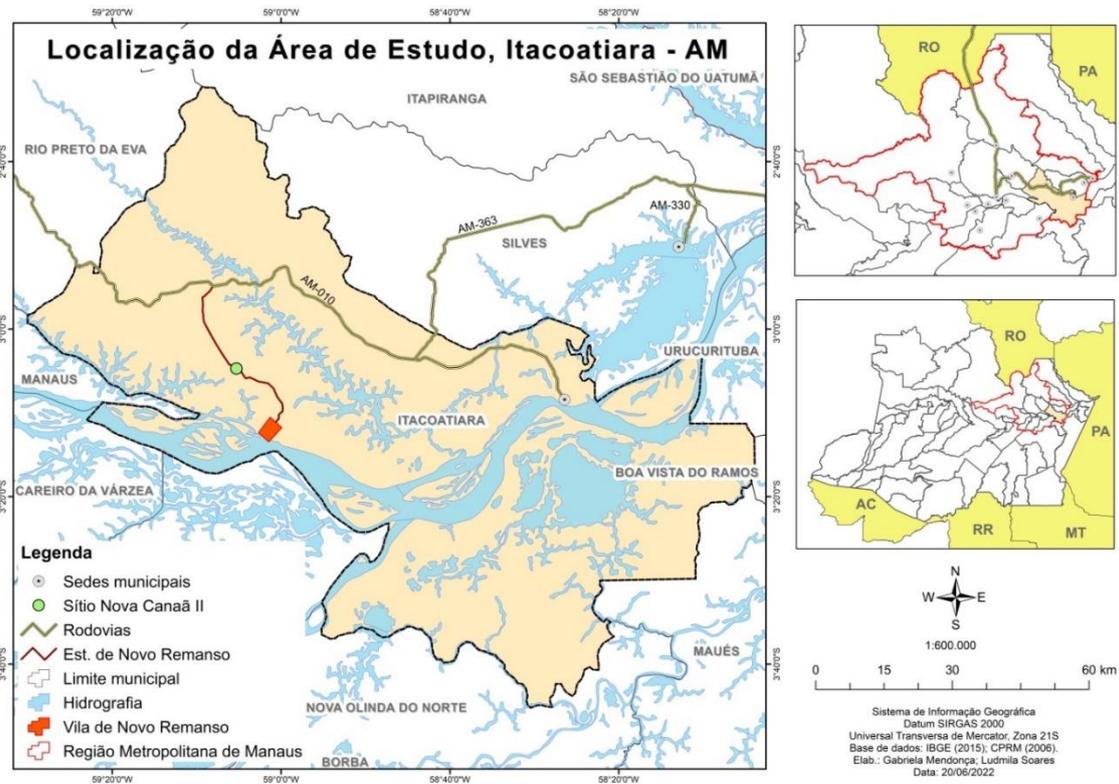
Assim, o presente trabalho buscou analisar o impacto das formas de uso do solo sob cultivo de abacaxi em dois sistemas de manejo agrícola (mecanizado e não mecanizado) e comparar com um solo adjacente sob floresta, nesse distrito. Desta forma, foram realizadas as análises do solo referente à textura, compactação, capacidade de infiltração, pH, macro e micronutrientes.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

O Distrito de Novo Remanso, caracteriza-se por estar localizado na 8ª Sub-região do Médio Amazonas no município de Itacoatiara (IDAM, 2012) (Figura 1). A geologia desta área situa-se sobre a formação Alter do Chão, a qual é formada por arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios; siltitos e argilitos geralmente avermelhados e rosados; conglomerados lenticulares, mal selecionados, com seixos arredondados a subarredondados (IBGE, 2010). De acordo com o IBGE (2010a), o domínio morfoestrutural de Novo Remanso é formado pela unidade geomorfológica planalto do Uatumã-Jari, o qual apresenta modelado de dissecação homogênea baixa com formas de topo tabular.

Figura 1. Localização da área em estudo em Novo Remanso – AM



O tipo de clima que prevalece no Estado do Amazonas, consequentemente na região de Novo Remanso/Itacoatiara é o Equatorial Quente Úmido, com uma média > que 18°C em todos os meses, sendo que de 1 a 2 meses são considerados secos (IBGE, 2002). A área da região de Novo Remanso, apresenta o Latossolo Amarelo como o principal solo, predominante na área em estudo, os quais são solos de baixa fertilidade natural (MAIA; MARMOS, 2010) com variações de cor amarela a vermelho-amarelada, de textura argilosa a muito argilosa.

Para Maia e Marmos (2010), os solos dessa região apresentam baixa fertilidade natural, com teores muito reduzidos de bases trocáveis e fósforo. Possuem relativamente alta saturação de alumínio, tendo, contudo, potencial de uso para a agricultura e a pecuária, face às boas propriedades físicas e ao relevo plano a suave ondulado, o que facilita seu manejo e mecanização. As limitações decorrentes da baixa fertilidade e acidez elevada os tornam exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

A vegetação da área estudada apresenta a cobertura vegetal natural da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial) de terras baixas e antrópica com vegetação secundária e com atividades agrárias (IBGE, 2010b). Essa floresta é constituída por grandes árvores nos terraços aluviais e nos tabuleiros terciários. Na figura 2, a área demarcada em vermelho refere-se à parte da área ocupada pelo plantio de abacaxi no sítio Nova Canaã II.

Figura 2. Vista parcial da área de estudo (Sítio Nova Canaã II) em Novo Remanso.



Fonte: VANT-LATOSSOLO em Jan/2020.

A área de estudo envolve parcialmente as bacias hidrográficas dos rios Urubu e Preto da Eva, afluentes do rio Amazonas. A rede de drenagem na área estudada apresenta um expressivo número de canais, conhecidos como “igarapés”, que possuem várias ramificações de pequena profundidade e onde ocorrem acúmulos de sedimentos (SIOLI, 1985). A rede de drenagem é muito sensível às variações dos períodos de enchente e vazante na Bacia Amazônica.

Resistência do solo à penetração

Em cada sistema de uso agrícola e na área de floresta foram realizados testes de resistência do solo com penetrômetro de impacto em três pontos próximos de onde foram coletadas as amostras de solo e onde também ocorreu a coleta de solo para determinação da umidade existente neste, assim como o teste de infiltração. Para o teste de resistência à penetração foi utilizado o penetrômetro de impacto, constituído de uma haste metálica que é posicionada verticalmente no solo e que recebe impactos de uma massa com valor conhecido (1Kg) a uma altura de 50cm, onde são contabilizados o número de impactos empregados para fazer penetrar 5cm da haste no solo, até o limite de 50cm de profundidade. Em cada área, foram realizadas três repetições (P1, P2 e P3) para conseguir um valor médio. Os valores obtidos são expressos em MPa (conversão realizada de forma automática com a planilha da SondaTerra©).

Capacidade de infiltração de água no solo

Em cada sistema de uso agrícola e na área de floresta foram feitos os testes de capacidade de infiltração de água no solo, utilizando-se um cilindro de anel simples (infiltrômetro de *Hills*), que permite monitorar a capacidade de infiltração da água no solo. Assim, insere-se o infiltrômetro 5cm de profundidade no solo, deixando exposto 10cm. A partir daí o solo ao redor é umedecido e finalmente, a água é colocada no interior do cilindro. O experimento é finalizado quando a infiltração passar a ser constante, ou seja, quando o valor da leitura da lâmina infiltrada se repetir pelo menos três vezes (não antes dos 20 minutos iniciais).

Para a confecção do gráfico da taxa de infiltração (A), foi feita a partir dos cálculos de Reichardt (1990) para a relação da taxa de infiltração e o total de infiltração, conforme equação a seguir:

$$F(t) = \int f(t) dt \quad (A)$$

Onde:

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

f: taxa de infiltração;

t: tempo.

Amostragem de solo e preparo das amostras

Em cada sistema de uso agrícola e na área de floresta foram coletadas amostras de solo nas profundidades de até 1 metro (de 10 em 10cm) com a utilização de trado holandês, a fim de realizar a descrição da cor úmida com o uso da *Munsell Soil Color Charts*. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao laboratório. Adicionalmente, essas amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com abertura de malha de 2mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), a partir da qual foram realizadas as análises físicas e químicas.

Análise granulométrica

Pesou-se 20g de TFSA, à qual foi adicionado um dispersante químico, solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, e deixado em repouso por uma noite; em seguida, procedeu-se agitação em alta rotação durante 15 minutos. A fração argila foi quantificada pelo método da pipeta, seca em estufa a 105 °C e pesada. A fração grosseira (areia total) retida na peneira de malha 0,062 mm foi seca em estufa e pesada para obtenção do percentual. O silte, que corresponde ao complemento dos percentuais para 100%, foi obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original, de acordo com procedimentos descritos pela EMBRAPA (1997).

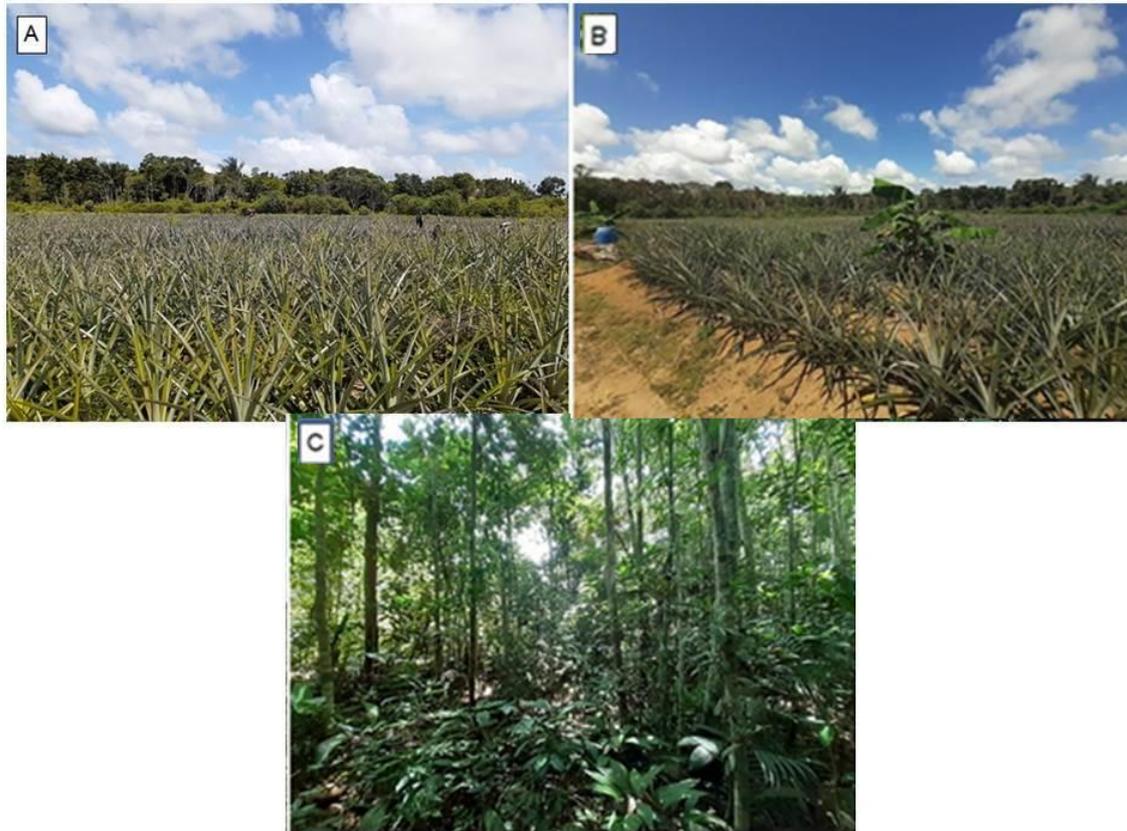
Atributos químicos

A caracterização química do solo foi feita em amostras selecionadas nas profundidades entre 0-10, 40-50 e 90-100 cm, as quais foram analisadas no Laboratório de Solos do DEAS/FCA/UFAM, conforme Rajj *et al.*, (1997). Os atributos químicos analisados foram: acidez ativa (pH em solução de cloreto de cálcio), acidez total a pH 7 ($H^{3+} + Al^{3+}$), teor de macronutrientes (Ca - cálcio, Mg - magnésio, K – potássio e P – fósforo disponível), matéria orgânica do solo (MOS), alumínio trocável (Al^{3+}), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os procedimentos de coleta de dados que foram apresentados, se referem a busca, interpretação e a organização de informações do ambiente da área em estudo (Figura 3). O ponto A de coleta de amostras de solos em área mecanizada e adubada está localizado em uma área com forte influência antrópica com a prática da agricultura, pois ocorre o cultivo de abacaxi utilizando ferramentas para o processo de adubação e fertilização. O ponto B está localizado em uma área não mecanizada e adubada, utilizando somente fertilização para o cultivo do abacaxi. O ponto C compreende uma área de floresta, portanto, sem nenhum tipo de alteração/influência antrópica.

Figura 3. Coleta das amostras de solos: a) ambiente mecanizado; b) não mecanizado; c) área de floresta.



Atributos físicos do solo

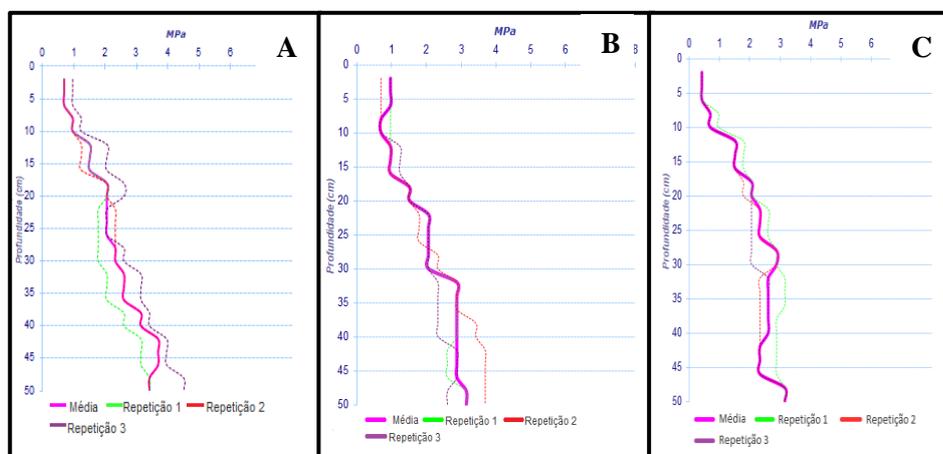
O solo do ponto A (**Tabela 1**) apresenta-se em sua maior parte como **muito argiloso**, com predomínio de mais de 60% de argila na maioria dos intervalos, ocorrendo a maior concentração de argila nos intervalos entre 70 e 90 cm de profundidade, com cerca de 78%. Apenas no intervalo entre 10 e 20 cm o horizonte é **franco argilo siltoso**.

Tabela 1. Cor e atributos físicos do solo de três ambientes em Itacoatiara-AM.

Profundidade (cm)	Cor úmida (Munsell)	Classe textural	Umidade (%)
Ponto A (solo mecanizado e adubado)			
0-10	10YR 6/6	Muito argilosa	26,05
10-20	10YR 6/6	Franco argilo-siltosa	25,05
20-30	10YR 6/6	Argilosa	26,85
30-40	10YR 6/6	Argilosa	23,06
40-50	10YR 6/8	Muito argilosa	25,87
Ponto B (solo sem mecanização e adubado)			
0-10	10YR 3/6	Argilosa	9,82
10-20	10YR 4/6	Argilosa	13,19
20-30	10YR 4/6	Argilosa	16,69
30-40	10YR 5/8	Argilosa	19,23
40-50	10YR 5/8	Argilosa	13,99
Ponto C (solo de floresta)			
0-10	10YR 3/6	Argilosa	24,55
10-20	10YR 4/6	Argilosa	26,14
20-30	10YR 5/8	Argilosa	17,64
30-40	10YR 5/8	Muito argilosa	33,60
40-50	10YR 5/8	Muito argilosa	29,92

Em relação à resistência à penetração do solo, como pode ser observado na Figura 4, o solo apresentou taxa de resistência inicial baixa nos 5 primeiros centímetros, sendo de 0,69 MPa e a partir desse ponto aumenta gradualmente até os 50 cm com 3,49 MPa (Tabela 2).

Figura 4. Resistência à penetração do solo em 3 ambientes em Novo Remanso-AM.



a) ambiente mecanizado; b) não mecanizado; c) área de floresta.

Tabela 2: Valores médios de resistência do solo à penetração em 3 ambientes em Novo Remanso-AM.

Profundidade (cm)	MPa		
	Ponto A	Ponto B	Ponto C
0 - 5,0	0,69	0,97	0,42
5,0 - 10,0	0,97	0,69	0,69
10,0 - 15,0	1,51	0,97	1,51
15,0 - 20,0	2,06	1,51	2,06
20,0 - 25,0	2,06	2,06	2,33
25,0 - 30,0	2,33	2,06	2,87
30,0 - 35,0	2,60	2,87	2,60
35,0 - 40,0	3,15	2,87	2,60
40,0 - 45,0	3,69	2,87	2,33
45,0 - 50,0	3,42	3,15	3,15

a) ambiente mecanizado; b) não mecanizado; c) área de floresta.

Segundo Pereira *et al.* (2002), o aumento da resistência à penetração com a profundidade é característico de solos com alto teor de argila. Tendo como valor mais baixo 0,69 MPa na profundidade de 0 a 5cm e mais alto 3,69 MPa entre os intervalos de 40 a 45cm (Tabela 2). Esses valores variam entre muito baixa ($\leq 1,0$ MPa) a média (2,6 a 5,0 MPa) o que indica que há algumas limitações para o desenvolvimento ao crescimento das raízes de plantas (CANARACHE, 1990). Canarache (1990) analisa os limites de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação do crescimento das raízes de acordo com a Tabela 3.

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

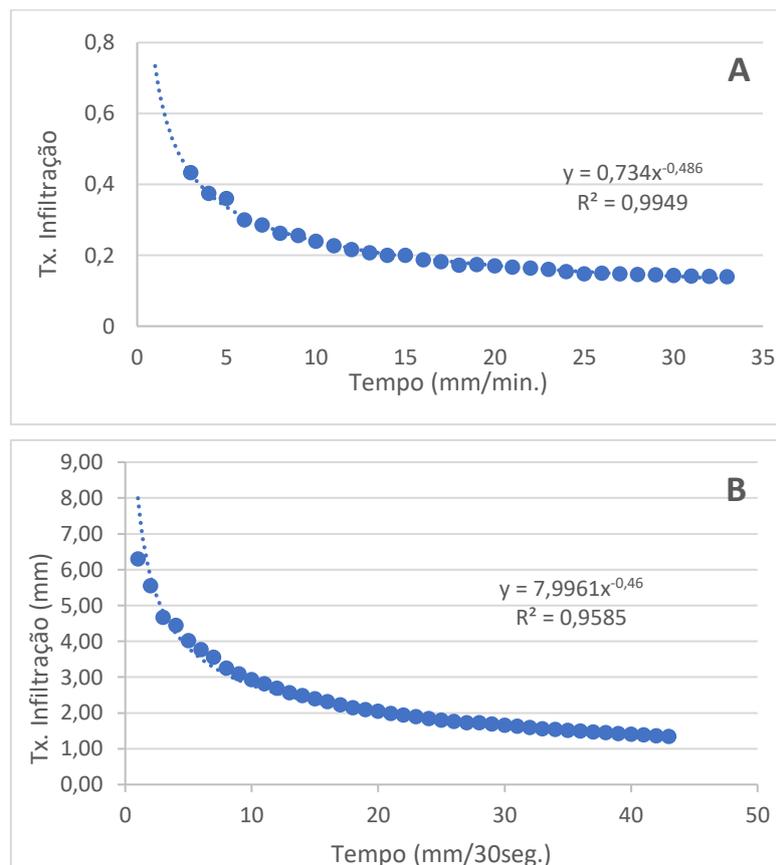
Classes	Limites (MPa)	Limites ao crescimento das raízes
Muito baixa	<1,1	Sem limitação
Baixa	1,1 - 2,5	Pouca limitação
Média	2,6 - 5,0	Algumas limitações
Alta	5,1 - 10,0	Sérias limitações
Muito Alta	10,1 - 15,0	Raízes praticamente não crescem
Extremamente alta	>15,0	Raízes não crescem

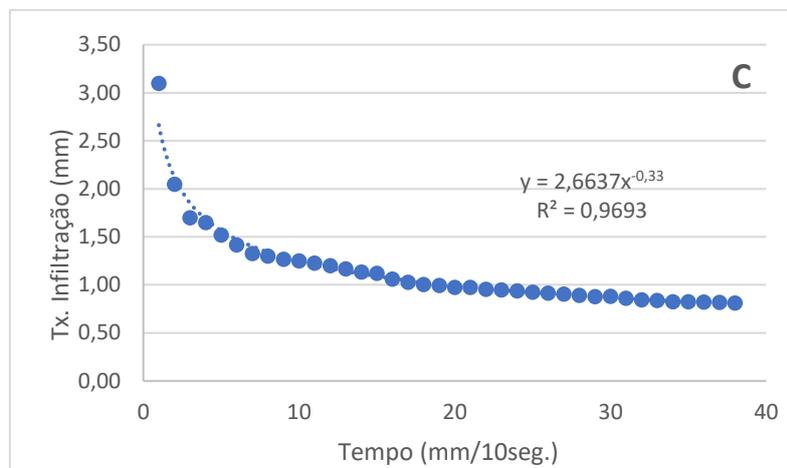
Fonte: Canarache (1990).

Quanto aos testes de infiltração, no ponto A (ambiente mecanizado) apresentou taxa de infiltração inicial de 0,43 mm/min. e final de 0,14 mm/min., com média de 0,21 mm/min. (**Gráfico 1A**). No ponto B (não mecanizada) a taxa inicial foi de 6,30

mm/30seg. e a final de 1,34 mm/30seg., com média de 2,39 mm/30seg. (**Gráfico 1B**). No ponto C (área de floresta) a taxa inicial foi de 3,10 mm/10seg. e a final de 0,81 mm/10seg., com média de 1,14 mm/10seg. (**Gráfico 1C**). Foi necessário executar as leituras nesses intervalos (1 minuto, 30 segundos e 10 segundos), em face da velocidade de infiltração em cada ponto. No entanto, padronizando as taxas de infiltração (mm/min.), verificou-se que na área da floresta a taxa inicial seria de 12,77 mm/min. e na área não mecanizada seria de 11,85 mm/min e na mecanizada manteve-se o mesmo valor de 0,43 mm/min. Nota-se o quanto a influência da mecanização pode afetar nas taxas de infiltração com a compactação do solo e conseqüentemente possibilitar o escoamento superficial das águas das chuvas e com isso potencializar os processos erosivos.

Gráfico 1. Teste de infiltração de água no solo em 3 ambientes em Novo Remanso-AM.





a) ambiente mecanizado; b) não mecanizado; c) área de floresta

A infiltração é influenciada entre outros fatores, pela Umidade Gravimétrica do Solo (UmG), uma vez que quanto maior o umedecimento do solo, menores as taxas de infiltração. Dessa forma, a umidade do solo no momento dos testes no ponto A apresentava média (50 cm iniciais) de 25,37% de umidade no solo variando em função da profundidade à medida que a água vai preenchendo os poros do solo. A partir dos 90-100cm de profundidade, o percentual da umidade no solo chega a 32,83%.

O ponto B é uma área com modificações advinda do cultivo de abacaxi com adubação, mas sem a utilização de máquinas. Os resultados indicam um solo argiloso, com predomínio de mais de 45% de argila em todos os horizontes, variando entre 45,51% a 73%. No intervalo de 20-30cm apresenta o menor percentual, com 45,51% de argila, 38,83% de silte e 15,66% de areia e no intervalo de 90-100cm apresenta a maior porcentagem de argila com 73%, 15,36% de silte e 11,64% de areia.

No ponto B, o teste de resistência à penetração do solo, apresentou taxa de resistência à penetração de 0,97 MPa entre 0-5 cm e diminuiu na profundidade de 5-10cm para 0,69 MPa, aumentando novamente para 0,97 MPa no intervalo de 10-15cm e finalizando em 50 cm com 3,15 MPa.

Em uma análise geral do solo no ponto B, a taxa de resistência mínima e máxima, respectivamente, é de 0,69 e 3,15 MPa, com média de 2,0 MPa, que, conforme Canarache (1990), na Tabela 3, é considerada como baixa quando os valores estão entre 1,1 a 2,5 MPa, com pouca limitação para o crescimento das raízes das plantas.

Em relação ao teste de infiltração do ponto B, não mecanizada, teve duração de aproximadamente 43 minutos e apresentou taxa de infiltração inicial de 6,3mm/min. e a última de 1,34 mm/min. e média de 2,39 mm/min.

Na área de cultivo não mecanizada, os valores de umidade no solo apresentaram média de 14,58% nos 50 cm iniciais, sendo menor quando comparado à umidade da área mecanizada. Ocorrendo algumas variações entre as profundidades, onde a menor umidade está na superfície (0-10cm) com 9,82% e a maior umidade está na profundidade 70-80 cm com 29,74% e finalizando na última camada (90-100 cm) com 23,05%.

O ponto C, na área de floresta, o solo foi caracterizado como argiloso a muito argiloso, com predomínio de mais de 48% de argila em todos os intervalos, variando entre 48% a 78,01%. No intervalo de 20-30cm apresenta o menor percentual de argila, com 48% e nos intervalos de 70 a 100 cm apresenta a maior porcentagem de argila com 78,01%.

Comparando os três pontos (área mecanizada, não mecanizada e floresta) nota-se não haver grandes diferenças entre as texturas das amostras coletadas. No que se refere à resistência à penetração, o solo apresentou taxa de resistência inicial baixa nos três pontos, todavia, o ponto C (floresta) apresentou em termos médios, as menores taxas de resistência à penetração, demonstrando assim o alto grau de aeração do solo neste ponto, ao passo que nas áreas com atividade agrícolas, estas refletiram o grau de compactação maior do solo em face do manejo dispensado a estas. Em uma análise geral do solo, no ponto C, a taxa de resistência de 0-5cm (0,42 MPa) e de 5-10cm (0,69MPa), conforme, apresenta um limite de classe de resistência muito baixa e sem limitação em relação ao crescimento das raízes, apresentando o solo argiloso. No intervalo de 10-25cm apresenta uma classe baixa e com pouca limitação ao crescimento das raízes e de 25-50cm apresenta uma classe média com algumas limitações do crescimento das raízes e com solo muito argiloso.

Nesta área, a taxa de infiltração nos primeiros 3 minutos ocorre de forma rápida e à medida que a água infiltra no solo, tende a estabilizar nos 30 minutos com a taxa de 0,88mm/min. Diferente da área de cultivo mecanizado, onde a taxa de infiltração inicial foi de 0,45 mm/min., na floresta a taxa inicial foi de 3,1 mm/min. Segundo Mallmann *et al.* (2013) essa diminuição das taxas de infiltração de uma área com solo cultivado

mecanicamente se dá pela compactação do solo nas camadas iniciais na área de cultivo reduzindo os poros dificultando a entrada da água no solo, isso porque a taxa infiltração de água no solo são propriedades dinâmicas, condicionadas pela estrutura do solo.

A umidade do solo na área de floresta (média de 26,37% nos 50 cm iniciais) apresentou pouca variação, com umidade inicial (0-10 cm) de 24,55% e finalizando aos 100 cm com 33,84% (90-100 cm) onde o solo se apresenta mais argiloso. Vale destacar, que nesse ambiente da floresta, ocorrem poucas alterações na umidade do solo ao longo do perfil, pois o solo apresenta pouca alteração na sua estrutura, o que permite uma maior infiltração da água através dos poros.

Com as análises dos pontos de cultivo, pode-se observar que a textura do solo varia de muito argiloso a argiloso na maior parte das áreas, e isso traz algumas limitações para o desenvolvimento das raízes de plantas. Essa textura argilosa, combinada com a compactação realizada pelo maquinário impacta diretamente nas taxas de infiltração destas, conseqüentemente na produção.

A resistência à penetração, outro fator observado neste trabalho, apresenta o solo da floresta como tendo baixa resistência à penetração, conseqüentemente isso é bom para o desenvolvimento das raízes e aeração dos solos. Por outro lado, quando se observa as áreas de cultivo vê-se claramente o aumento da resistência à penetração, principalmente após os 30 cm de profundidade.

Atributos químicos do solo

Na Tabela 4 são apresentados os teores de nutrientes determinados pela análise química do solo. Os valores dos atributos químicos apresentaram variação significativa sobre os diferentes sistemas de uso da terra (área mecanizada, não mecanizada e área de floresta).

Tabela 4. Análise química das amostras coletadas em área de cultivo mecanizado (PA), não mecanizado (PB) e floresta (PC) no sítio Novo Canaã II, Novo Remanso – Itacoatiara/AM.

Análises Químicas									
Variáveis	Valores/Classes								
	PA.1	PB.1	PC.1	PA.5	PB.5	PC.5	PA.10	PB.10	PC.10
pH – Acidez ativa (CaCl ₂)	4,70 (Alto)	4,10 (Muito alto)	3,60 (Muito alto)	4,20 (Muito alto)	4,0 (Muito alto)	4,1 (Muito alto)	4,1 (Muito alto)	4,0 (Muito alto)	4,20 (Muito alto)
V – Saturação por bases	53,09 (Médio)	20,82 (Baixo)	2,24 (Muito baixo)	5,23 (Muito baixo)	10,0 (Muito baixo)	10,0 (Muito baixo)	5,68 (Muito baixo)	9,68 (Muito baixo)	6,05 (Muito baixo)
MO – Matéria orgânica	2,8 (Médio)	2,40 (Médio)	2,90 (Médio)	0,75 (Baixo)	0,75 (Baixo)	0,63 (Muito baixo)	0,50 (Muito baixo)	0,43 (Muito baixo)	0,43 (Muito baixo)
Al – Alumínio*	0,20 (Muito baixo)	1,20 (Alto)	2,40 (Muito alto)	1,30 (Alto)	1,60 (Alto)	1,20 (Alto)	1,10 (Alto)	1,50 (Alto)	1,70 (Médio)
Ca – Cálcio*	2,50 (Bom)	0,80 (Baixo)	0,10 (Muito baixo)	0,10 (Muito baixo)	0,20 (Muito baixo)	0,10 (Muito baixo)	0,10 (Muito baixo)	0,15 (Muito baixo)	0,10 (Muito baixo)
Mg – Magnésio*	1,20 (Bom)	0,40 (Baixo)	0,00 (-)	0,00 (-)	0,10 (Muito baixo)	0,00 (-)	0,00 (-)	0,10 (Muito baixo)	0,00 (-)
K – Potássio**	42,0 (Médio)	42,0 (Médio)	30,0 (Baixo)	14,0 (Muito baixo)	18,0 (Baixo)	2,0 (Muito baixo)	8,0 (Muito baixo)	18,0 (Baixo)	2,0 (Muito baixo)
P – Fósforo**	7,0 (Médio)	7,0 (Baixo)	5,00 (Baixo)	3,00 (Baixo)	3,00 (Muito baixo)	1,00 (Muito baixo)	1,00 (Muito baixo)	2,00 (Muito baixo)	1,00 (Muito baixo)

Pontos PA.1-B.1-C.1 (0-10 cm); Pontos PA.5-B.5-C.5 (40-50 cm), Pontos PA.10-B.10-C.10 (90-100cm). *Método KCl. ** Método Mehlich-1. Unidades: V (%). M.O. (dag kg⁻¹). Al (cmol_c dm⁻³). Ca (cmol_c dm⁻³). Mg (cmol_c dm⁻³). K (mg dm⁻³). P (mg dm⁻³). Valores de referência de Rajj *et al.* (1997) e Ribeiro *et al.* (1999).

pH

Para Ronquim (2010), o pH indica a quantidade de íons hidrogênio (H⁺) que existe no solo e fornece indícios das condições químicas gerais do solo, assim os solos que apresentam acidez elevada (baixos valores de pH) geralmente tem pobreza em bases (cálcio e magnésio principalmente); alto teor de alumínio tóxico; excesso de manganês;

alta fixação de fósforo nos colóides do solo e deficiência de alguns micronutrientes. Para a plantação de abacaxi, o pH do solo deve ser mantido na faixa de 4,5 a 5,5 (SILVA *et al.*, 2004).

A interpretação adotada para valores de pH em CaCl₂, e da saturação por bases, é apresentada no Tabela 5.

Tabela 5. Limites de interpretação das determinações relacionadas com a acidez da camada arável do solo.

Acidez	pH em CaCl₂	Saturação por base	V (%)
Muito alto	Até 4,3	Muito baixo	0-25
Alto	4,4 – 5,0	Baixo	26-50
Médio	5,1 – 5,5	Médio	51-70
Baixo	5,6 – 6,0	Alto	71-90
Muito baixo	>6,0	Muito alto	>90

Fonte: Raij *et al.* (1997).

O valor de pH da superfície da área mecanizada e adubada é de 4,70 sendo considerado alto, estando na média para plantação de abacaxi; na área não mecanizada, o pH é de 4,10 (muito alto) e na floresta 3,60 (muito alto), levando em consideração a faixa do pH do solo na plantação de abacaxi, a área de cultivo mecanizada está no nível adequado a plantação, enquanto a não mecanizada é necessária realizar a correção da acidez.

A análise do pH da área de superfície de 40 a 50cm de profundidade, nos mostra que na área mecanizada e adubada o pH é de 4,20 (muito alto), na área não mecanizada, o pH é de 4,0 (muito alto) e na floresta 4,10 (muito alto), por não estar mais em uma área que o sistema radicular do abacaxizeiro é frágil até os 20cm, então não existe uma preocupação maior quanto a verificação de sua acidez. Na profundidade de 90-100cm, a análise do pH, nos mostra que na área mecanizada e adubada é de 4,10 (muito alto), na área não mecanizada, o pH é de 4,0 (muito alto) e na floresta 4,20 (muito alto), comparando com a área de profundidade de 40-50cm não ocorre muitas alterações, estando nas mesmas faixas de medidas do pH. Relacionando ao cultivo de abacaxi tanto

pelo pH e pela profundidade, a análise está na média, porém se fosse outro tipo de cultivo, seria necessário verificar sua acidez e profundidade da raiz que pode gerar interferências. Já a saturação por bases é um ótimo indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos e os solos podem ser divididos de acordo com a saturação por bases: solos eutróficos (férteis) = $V\% \geq 50\%$; solos distróficos (pouco férteis) = $V\% < 50\%$. Alguns solos distróficos podem ser muito pobres em Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e apresentar teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50% e nesse caso são classificados como solos álicos (muito pobres): $\text{Al trocável} \geq 3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{m}\% \geq 50\%$ (RONQUIM, 2010).

Em relação à saturação por bases (Tabela 4), na área mecanizada está em torno de 53,09 (médio); na área não mecanizada tem o valor de 20,82 (baixo) e na floresta 2,24 (muito baixo). Portanto, na profundidade de 0 – 10cm, o solo na área mecanizada é considerado fértil, enquanto na área não mecanizada e floresta são menos férteis.

A saturação por alumínio (m), relacionado com a saturação de base na área mecanizada apresenta um valor de 4,91 (muito baixo); na não mecanizada apresenta o valor de 46,69 (médio), sendo considerado um valor elevado de alumínio para uma área de plantação de abacaxi, e na floresta por se tratar de uma floresta que não ocorre interferência humana, apresenta o valor elevado de 90,57 (muito alto), portanto um solo muito pobre em nutrientes.

O alumínio no solo é considerado um limitador para o desenvolvimento da maioria das plantas. No entanto, para as plantas nativas, o alumínio pode ser até essencial (JANSEN *et al.*, 2003). Em relação à saturação por bases na área mecanizada está em torno de 5,23 (muito baixo); na área não mecanizada tem o valor de 10,00 (muito baixo) e na floresta 4,05 (muito baixo). A saturação por alumínio na área mecanizada apresenta um valor de 88,44 (muito alto); na não mecanizada apresenta o valor de 80,81 (muito alto) e na floresta apresenta o valor elevado de 90,23 (muito alto). Todas as áreas apresentam um teor muito alto de alumínio, mas por estarem em uma área de 40-50cm de profundidade, as áreas coletadas e analisadas não interferem na plantação de abacaxi.

Na profundidade de 90-100cm, a saturação por bases na área mecanizada ficou em 5,68 (muito baixo); na área não mecanizada tem o valor de 9,68 (muito baixo) e na

floresta 6,05 (muito baixo). Todas as áreas apresentam baixo teor de saturação por base, podendo ter reflexo da profundidade analisada e que não reflete no cultivo de abacaxi.

Já a saturação por alumínio, na área mecanizada o valor é de 88,00 (muito alto); na não mecanizada é de 81,97 (muito alto) e na floresta, apresenta o valor de 84,34 (muito alto). Na profundidade de 90-100cm, todas as áreas também mostram ter teores muito elevados de alumínio, porém, não interferem no cultivo de abacaxi.

Nos solos com cultivo em condições tropicais, segundo Siqueira e Franco (1988), predominam bactérias aeróbias com atividade intensa e a acumulação de húmus é difícil, contrário aos solos de florestas. Para Primavesi (2006), a produção dirigida e periódica de substâncias agregantes intermediárias da decomposição completa da matéria orgânica é, portanto, o único meio de manter a produtividade desses solos.

De acordo com Ronquim (2010), matéria orgânica do solo é toda substância morta no solo que provenha de resíduos animais e vegetais em diversos estágios de decomposição, representando importante papel no solo, melhorando suas condições físicas e químicas e adicionando-lhe importantes propriedades físico-químicas, como por exemplo, a capacidade de troca de cátions.

Após alguns anos de cultivo, conforme Ronquim (2010) o teor de matéria orgânica se estabiliza em torno de 25 a 30 g dm⁻³ em solos argilosos e valores mais baixos em solos de textura média ou arenosa, então um solo agrícola quando se apresenta rico em matéria orgânica provavelmente está localizado em região de clima frio e/ou grande altitude, ou apresenta excesso de água (deficiência de O₂) ou é extremamente pobre em nutrientes. São três condições que impedem a plena atividade dos microrganismos decompositores e a matéria orgânica se acumula.

A partir da Tabela 6, pode-se classificar a interpretação de fertilidade do solo para analisar a matéria orgânica e o complexo de troca catiônica.

Tabela 6. Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica.

Característica	Unidade ^{1/}	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio ^{2/}	Bom	Muito bom
Matéria orgânica (M.O.) ^{3/}	dag/kg	≤ 0,70	0,71-2,00	2,01-4,00	4,01-7,00	>7,00
Cálcio trocável (Ca ²⁺) ^{4/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,40	0,41 - 1,20	1,21-2,40	2,41-4,00	>4,00
Magnésio trocável (Mg ²⁺) ^{4/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,15	0,16-0,45	0,46-0,90	0,91-1,50	>1,50
Acidez trocável (Al ³⁺) ^{4/}	cmol _c /dm ³	≤ 0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,00 ^{11/}	>2,00 ^{11/}
Saturação por bases (V) ^{10/}	%	≤ 20,0	20,1-40,0	40,1-60,0	60,1-80,0	>80,0

^{1/} dag/kg = % (m/m); cmol_c/dm³ = meq/100 cm³. ^{2/} O limite superior desta classe indica o nível crítico.

^{3/} Método Walkley & Black; M.O. = 1,724 x C.O. ^{4/} Método KCl 1 mol/L. ^{5/} SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺.

^{6/} H + Al, Método Ca(OAc)₂ 0,5 mol/L, pH 7. ^{7/} t = SB + Al³⁺. ^{8/} T = SB + (H + Al). ^{9/} m = 100 Al³⁺ /t. ^{10/} V = 100 SB/T. ^{11/} A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

Fonte: Ribeiro *et al.* (1999).

Os macronutrientes P, K, Ca e Mg são absorvidos pela planta em maior proporção que os micronutrientes, onde ambos são constituintes de minerais e matéria orgânica do substrato onde a planta cresce e encontram-se também dissolvidos na solução do solo e que um ou vários nutrientes podem estar quase ausentes no solo ou em uma forma que as raízes não conseguem absorver, porém se manejado de forma adequada é possível torná-los disponíveis (RONQUIM, 2010).

Para Ribeiro *et al.* (1999), as classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo (Tabela 7).

Tabela 7. Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem) e para o potássio.

Característica	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
(mg/dm ³) ^{1/}					
Argila (%)	Fósforo disponível (P) ^{2/}				
60-100	≤ 2,7	2,8 – 5,4	5,5 – 8,0 ^{3/}	8,1 – 12,0	> 12,0
35-60	≤ 4,0	4,1 – 8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 18,0	> 18,0
15-35	≤ 6,6	6,7 – 12,0	12,1 – 20,0	20,1 – 30,0	> 30,0
0-15	≤ 10,0	10,1 – 20,0	20,1 – 30,0	30,1 – 45,0	> 45,0
Potássio disponível (K) ^{2/}					
	≤ 15	16 – 40	41 – 70 ^{5/}	71 – 120	> 120

^{1/} mg/dm³ = ppm (m/v). ^{2/} Método Mehlich-1. ^{3/} Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila ou com o valor do fósforo remanescente. ^{4/} P-rem = Fósforo remanescente, concentração de fósforo da solução de equilíbrio após agitar durante 1h a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10. ^{5/} O limite superior desta classe indica o nível crítico.

Fonte: Ribeiro *et al.* (1999).

A matéria orgânica encontrada na profundidade 0-10cm está na faixa de 2,8 dag kg⁻¹ na área mecanizada e adubada, assim como a área não mecanizada apresenta 2,4 dag kg⁻¹ e floresta 2,9 dag kg⁻¹ todos na faixa mediana, porém a maior está sendo na área não alterada pelo ação antrópica que é a de mata.

Já os macronutrientes encontrados nos solos na profundidade 0-10cm, na área mecanizada e adubada como cálcio (2,5 cmol_c dm⁻³) e magnésio (1,2 cmol_c dm⁻³) são classificados com uma boa quantidade disponível no solo; na área não mecanizada tem 0,80 cmol_c dm⁻³ de cálcio e 0,40 cmol_c dm⁻³ de magnésio sendo considerados baixos; e na área de floresta apresenta-se com 0,10 cmol_c dm⁻³ de cálcio e 0,0 cmol_c dm⁻³ de magnésio.

E os macronutrientes como potássio e fósforo apresentam valor de 42,0 mg dm⁻³ e 7,0 mg dm⁻³, respectivamente, na área mecanizada e adubada sendo considerados valores medianos para o cultivo de abacaxi; na área não mecanizada, os valores de potássio são de 42,0 mg dm⁻³ – médio, tendo o mesmo valor que na área mecanizada e o

fósforo apresenta um valor de $7,0 \text{ mg dm}^{-3}$, porém sendo considerado baixo para a área não mecanizada, porque o fósforo depende da quantidade de argila que no ponto não mecanizado com a profundidade de 0-10cm é de 48%. E na área de floresta, o potássio é de $30,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e fósforo $5,0 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo considerados muito baixo no solo.

A matéria orgânica encontrada na profundidade 40-50cm está na faixa de $0,75 \text{ dag kg}^{-1}$ na área mecanizada e adubada, assim como a área não mecanizada apresenta $0,75 \text{ dag kg}^{-1}$ consideradas baixas e na floresta $0,63 \text{ dag kg}^{-1}$ sendo muito baixa.

Em relação aos macronutrientes encontrados nos solos na profundidade 40-50cm, na área mecanizada e adubada, o cálcio apresenta o valor de $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e magnésio não apresenta valor; na área não mecanizada tem $0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de cálcio e $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de magnésio; e na área de floresta o cálcio é de $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de magnésio, portanto o cálcio e magnésio em todos os pontos da profundidade 40-50cm apresentam valores muito baixos.

Na profundidade 40-50cm, na área mecanizada e adubada, o potássio apresenta o valor de $14,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e fósforo $3,0 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo considerados muito baixo e baixo, respectivamente; na área não mecanizada, o valor do potássio é de $18,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e o fósforo $3,0 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo baixo e muito baixo dependendo da quantidade de argila que é de 58,11%. E na área de floresta, o potássio é de $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e fósforo $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo considerados muito baixo em ambos os solos.

Levando em consideração a profundidade de 90-100cm, na área mecanizada e adubada, a matéria orgânica apresenta um valor de $0,50 \text{ dag kg}^{-1}$, na área não mecanizada e de floresta apresenta um valor de $0,43 \text{ dag kg}^{-1}$, sendo consideradas muito baixo em todos os pontos.

Os macronutrientes cálcio e magnésio encontrados nos solos da área adubada e mecanizada é de $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ sendo muito baixo e $0,0$, respectivamente. Já na área não mecanizado e adubado, verificamos os valores de $0,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de cálcio e magnésio, ambos muito baixos. Na área de floresta, apresenta $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de cálcio sendo considerado muito baixo e nada (0,0) de magnésio.

Já os macronutrientes potássio e fósforo, na área mecanizada e adubada, apresenta o valor de $8,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo muito baixo em ambos; na área não mecanizada, o valor do potássio é de $18,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e o fósforo $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo

baixo e muito baixo. E na área de floresta, o potássio é de $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e fósforo $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$ sendo considerados muito baixo também.

Com base nos dados obtidos em campo e através das análises químicas e físicas, os solos do distrito de Novo Remanso/Itacoatiara foram classificados até o quarto nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), como **Latossolo Amarelo Distrófico típico** (SOARES, 2022).

CONCLUSÃO

De modo geral, os solos apresentaram textura variando de argilosa a muito argilosa, notadamente na área mecanizada e de floresta, enquanto o solo sem mecanização mostrou textura argilosa nas camadas estudadas.

O teste de penetração do solo, na área mecanizada, apresenta maior valor de **MPa (3,69)** quando comparado aos outros dois pontos como a área não mecanizada (**3,15 MPa**) e floresta (**3,15 MPa**), tendo assim maior resistência à penetração. Essas características apontam, portanto, para o fato de que na área de agricultura mecanizada há a maior possibilidade de acontecer menor infiltração e conseqüentemente, ocorrer acúmulo de água da chuva na superfície e com isso a formação de escoamento superficial, resultando em erosão do solo. A esse respeito, pode-se dizer que haverá mais perdas dos insumos utilizados na adubação e conseqüentemente maiores gastos para manter a produção.

As umidades do solo nas três formas de cobertura da terra são menores os valores de porcentagem próximos à superfície e maiores nas camadas mais profundas. Na área de cultivo não mecanizado, a média dos valores (**18,10%**) é menor em relação às demais, onde na área mecanizada corresponde a uma média de **26,79%** e **28,02%** na área de floresta. Assim, a área de cultivo mecanizado e área de cobertura florestal nativa exibem os maiores valores de umidade, mostrando que na área que utiliza maquinários de pequeno porte e na área de vegetação densa, o solo não possui grande alteração na sua estrutura permitindo maior infiltração de água umedecendo os poros com maior facilidade.

Em relação à infiltração, na área mecanizada, o solo compactado dificulta a infiltração, assim, às taxas de infiltração de água no solo mostra uma média de volume infiltrado com picos no intervalo de 3 minutos, estabilizando em 25 minutos com **0,14 mm/min**. Na área de floresta nativa, a taxa de infiltração nos primeiros 3 minutos ocorre de forma rápida e à medida que a água percola o solo, ocorre a saturação, chegando à estabilização nos 30 minutos com **0,88 mm/min**. Na área de cultivo não mecanizada, o primeiros 5 minutos o solo apresentou certa rapidez na infiltração, média de 3 mm/min.f. Após a rápida infiltração, a taxa se estabiliza entre os últimos minutos, com **1,5 mm/min**.

O alumínio está presente com um percentual elevado, principalmente, na área de floresta, chegando a **2,40 cmolc dm⁻³**, bem como no solo sem mecanização (**1,20 cmolc dm⁻³**). Enquanto, na área mecanizada os teores foram menores, em torno de **0,20 cmolc dm⁻³**. O solo do ponto A mostrou os melhores níveis de fertilidade, em relação aos solos dos pontos B e C.

Com base nos dados coletados em campo e através das análises químicas e físicas, os solos foram classificados como **Latossolo Amarelo Distrófico típico**, segundo análises dos dados (SOARES, 2022).

No que se refere à paisagem do Distrito de Novo Remanso, a mesma encontra-se em alterações no decorrer dos anos, principalmente levando em consideração as atividades agropecuárias que estão se desenvolvendo cada vez mais na região, ganhando destaque em âmbito estadual, principalmente com o cultivo de abacaxi.

REFERÊNCIAS

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS), 1997. p. 212.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geociências – Climatologia**. 2002. Disponível em:

http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_cima_2002.pdf. Acesso em 17/06/2020.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estado do Amazonas - Geologia**. 2010. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/mapas/unidades_da_federacao/am_geologia.pdf. Acesso em 17/06/2020.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estado de Amazonas - Geomorfologia**. 2010a. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades_da_federacao/am_geomorfologia.pdf. Acesso em: 17/06/2020.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estado de Amazonas - Vegetação**. 2010b. Disponível em:

http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/unidades_da_federacao/am_vegetacao.pdf. Acesso em: 17/06/2020.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agro**. 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20/05/2020.

IDAM, Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. **Relatório de Atividades 2011**. Manaus: 2012. 72p.

INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Ficha técnica de registro de indicação geográfica. **Revista da Propriedade Industrial**, n. 2579, 2020.

JANSEN, S.; SMETS, E.; HARIDASAN, M. Aluminum accumulation in flowering plants. **Mc-Graw Hill Yearbook of Science and Technology**. New York: McGraw-Hill, 2003. p. 11-13.

MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010. 275p.

MALLMANN, M. S.; PORTELA, V. O.; KAISER, D. R. Efeito de diferentes manejos de solo na infiltração de água em um Latossolo Vermelho. *In*: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 2013, Florianópolis – SC. **Anais [...]**. Florianópolis, 2013. p.1-4

PEREIRA, J. O.; SIQUEIRA, J. A. C., URIBE-OPAZO, M. A.; SILVA, S. L. Resistência do solo à penetração em função do sistema de cultivo e teor de água do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 171-174, 2002.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 18. ed. São Paulo: Nobel, 2006. 549 p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p.

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

RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa : CFSEMG, 1999. 359p.

ROCHA, M.S.; PEREIRA, E. S.; TEXEIRA, V.M. Avaliação de impactos ambientais na agricultura familiar de colorado do Oeste, Rondônia. *In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2014, Belo Horizonte – MG. Anais [...].* Belo Horizonte, 2014. p. 1-4

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: EMBRAPA, 2010. 26p.

SOARES, L. D. **Alterações pedológicas em área sob cultivo de abacaxi em Novo Remanso, Itacoatiara – AM**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022. 92f.

SILVA, S. E. L; SOUZA, A. G. C; BERNI, R. F; SOUZA, M. G. **A cultura do abacaxizeiro no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, circular técnica 21. 2004, 6p.

SIOLI, H. **Amazônia: Fundamentos de ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 1985. 73p.

SIQUEIRA, J.; FRANCO, A. A. **Bioteχνologia do solo: fundamentos e perspectivas. Ciências agrárias nos trópicos brasileiros**. Brasília, DF: MEC-ESALFAEPE-ABEAS, 1988. 235 p.