

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA-CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE-IEAA
CURSO DE AGRONOMIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM
URUCUM, GUARANÁ, CUPUAÇU E FLORESTA NO ASSENTAMENTO SÃO
FRANCISCO EM CANUTAMA-AM**

Humaitá-AM

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA-CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE-IEAA
CURSO DE AGRONOMIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM
URUCUM, GUARANÁ, CUPUAÇU E FLORESTA NO ASSENTAMENTO SÃO
FRANCISCO EM CANUTAMA-AM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Discente: Ludmilla Colares Rodrigues
Orientador: Dalton Dias da Silva Junior

Humaitá-AM

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R696a Rodrigues, Ludmilla Colares
Atributos químicos do solo em áreas cultivadas com urucum, guaraná, cupuaçu e floresta no assentamento São Francisco em Canutama-AM / Ludmilla Colares Rodrigues . 2021
24 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Dalton Dias da Silva Junior
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Multivariada. 2. Análise . 3. Química. 4. Solo. I. Silva Junior, Dalton Dias da. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE
CURSO DE AGRONOMIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

ATA DA AVALIAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Número da Ata:

Aos vinte e nove dias no mês de abril do ano de dois mil e vinte um, às oito horas no ambiente virtual, Google Meet, realizou-se a defesa de monografia do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada "ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM URUCUM, GUARANÁ, CUPUAÇU E FLORESTA NA REGIÃO SUL DO AMAZONAS", da discente Ludmilla Colares Rodrigues, do curso de Agronomia do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA) da Universidade Federal do Amazonas perante a banca examinadora, composta pelos avaliadores:

1. Dr. Dalton Dias da Silva Júnior
2. Dr. Milton César Costa Campos
3. Me. Roneres Deniz Barbosa

Após a apresentação e arguições a banca deliberou, segundo os critérios estabelecidos nas Normas Internas para Realização do TCC e o Projeto Pedagógico do Curso de Agronomia pela APROVAÇÃO da discente com Média Final: 9,3.

Assinado de forma digital por
Dalton Dias da Silva Júnior
Dados: 2021.04.29 11:04:52
-01'01'

Orientador

Membro

Membro

Humaitá, Amazonas.
29 de abril de 2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer ao senhor Deus, por sempre guiar, proteger e abençoar meu caminho em toda a minha jornada acadêmica.

A minha família por todo o apoio nesses anos, principalmente minha mãe, Maura Colares Rodrigues, e aos meus padrinhos Delmar e Inês Hister, que sempre tiveram me ajudando não só nesse período mais em todos os momentos da minha vida.

Ao meu orientador Dalton Dias, não apenas por suas orientações, mais também pelos conselhos e puxões de orelha dados durante toda essa caminhada mesmo estando distante para o doutorado sempre se fez muito presente tornando-se um grande amigo, onde tenho grande admiração.

Agradeço a Universidade Federal do Amazonas e ao grupo de pesquisa solos e ambientes amazônicos juntamente com o professor Dr Milton Cesar Campos pela oportunidade de desenvolver este projeto.

Aos meus amigos e colegas de curso em especial: José Igor, Wirlande Miranda, Gleiciele Souza, Renned Nascimento e Geiziane Simões, por toda dificuldade que um discente enfrenta quando não é residente na cidade que se encontra o Campus, sendo levados para a vida. A Taynara Saatkamp, por todos os momentos de parceria.

As minhas amigas de infância que mesmo distante sempre contribuíram principalmente na parte psicológica sendo elas, Paloma Carvalho Martins, Cíntya Macedo e Celina Costa Martins. Também a pessoas que contribuíram com companheirismo nessa jornada, Matheus Nogueira, Malena Rodrigues, Marcio Chagas, Matheus Leite, Luan Cleverton, Geovana Barroso, Izaac Teixeira, Vanessa Lustosa e Wener Simões.

Agradeço também professores que se tornaram grandes amigos, e fizeram toda diferença para a minha formação como, professor Dr Vairton Radman, que me fez, aprender a enxergar o real mundo agrônômico, e ao professor Emanuel Leite que passou apenas como substituto pelo instituto mais deixou grandes marcas e ensinamentos.

Por fim a todos os professores e funcionários que contribuíram direta e indiretamente de alguma forma para a minha formação acadêmica.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE TABELA | 7 |
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. OBEJETIVOS | 9 |
| 2.1. Objetivo geral | 9 |
| 2.2. Objetivos específico | 10 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 3.1. Área de amostragem e caracterização do ambiente de estudo | 10 |
| 3.2. Metodologia de campo | 11 |
| 3.3. Análises químicas | 12 |
| 3.4. Análises estatísticas | 13 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 13 |
| 5. CONCLUSÃO | 26 |
| 6. REFERÊNCIAS | 27 |

ÍNDICE DE TABELA

TABELA 1: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,00 – 0,05 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Cupuaçu, Guaraná, Urucum e Floresta no município de Canutama-AM.1

TABELA 2: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,05 – 0,10 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Cupuaçu, Guaraná, Urucum e Floresta no município de Canutama-AM.2

TABELA 3: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,10 – 0,20 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Cupuaçu, Guaraná, Urucum e Floresta no município de Canutama-AM.3

TABELA 4: Correlação entre cada componente principal e químicos dos solos nas três camadas estudadas.4

1. INTRODUÇÃO

Na região Amazônica os solos predominantes pertencem à classe dos Latossolos e Argissolos, caracterizados por seu alto grau de intemperismo, apresentam características físicas adequadas ao uso agrícola. No entanto, possuem fortes limitações nutricionais devido a fertilidade desses solos serem baixa na Amazônia, em virtude do alto teor de acidez, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixa fertilidade natural (Campos et al., 2012).

Na Amazônia em torno de 30 % a 50 % da vegetação natural, encontra-se solos de baixa fertilidade, isso se deve a vegetação de espécies nativa adaptadas as condições climáticas e nutricionais do solo. A Amazônia possui sua própria ciclagem de nutrientes que a torna uma floresta abundante, sendo assim quando há mudança da vegetação natural para sistemas de exploração agropecuária, as novas áreas agrícolas se forem utilizadas sem o manejo adequado são iniciadas em solos inférteis (Campos et al., 2012).

Em relação à conservação da qualidade do solo, é geralmente aceito que os sistemas de cultivo perene são mais adequados para a manutenção da fertilidade do solo do que o sistema de culturas anuais. Por essa razão, os sistemas agroflorestais estratificados com culturas perenes é uma opção promissora para uso em longo prazo da terra, porém, sob condições de seleção de espécies adequadas, manejo adequado e acompanhamento das mudanças na fertilidade do solo (Silva Júnior et al., 2012). Segundo Resende & Coelho (2017), dificilmente os padrões encontrados para os atributos de fertilidade química do solo em uma área são exorbitáveis para outras, ou não se alteram com o passar do tempo.

Sendo assim a abertura de novas áreas na Amazônia para a agricultura, se manejados de forma inadequada, resultaram na redução da matéria orgânica e alguns nutrientes como N (nitrogênio) e S (enxofre), que podem ser lixiviados. O uso constante de solos com práticas agrícolas que não se preocupa com a reposição de nutrientes, se resulta em solos com estágios avançados de degradação (Corrêa et al., 2009).

Por exemplo, em estudo sobre alterações em atributos físicos, químicos e biológicos, Carneiro et al. (2009) verificam que em áreas de vegetação nativa de Cerrado, convertidas em pastagem ou cultivo de grãos, todos atributos do solo submetidos a essas atividades sofreram alterações.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), guaranazeiro (*Paullinia cupana*) e urucuzeiro (*Bixa orellana* L.) são plantas de origem Amazônica que possuem importância econômica, social e cultural para região.

Essas culturas apresentam sistema radicular pivotante, são adaptadas a solos profundos e ácidos, com elevado teores de alumínio e com baixa fertilidade (Mille et al., 1995; Nascimento Filho et al., 1993; Franco et al., 2008). Segundo Rocha Junior et al. (2014) a substituição da cobertura vegetal tem causado mudanças negativas nas propriedades do solo, levando à degradação de grandes áreas, causando um declínio na sua qualidade. Entretanto, a perda de qualidade do solo tem sido atribuída não apenas à conversão de vegetação (floresta /agricultura), mas também ao manejo adotado na área após a substituição (Wendling et al., 2005).

Diante disso, a avaliação conjunta da variação dos atributos é importante para o melhor manejo do solo e das culturas, visando à sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois a simples mensuração e a representação digital de um atributo isolado do solo como resposta à prática de manejo, geralmente não é eficiente para estabelecer relação causa-efeito com a produtividade de culturas. Portanto, os métodos estatísticos univariados, elevam a dimensão do problema e oneram o processo devido ao grande número de variáveis envolvidas (Cherubin et al., 2011).

Diante do exposto, as técnicas de análise multivariada facilitam a extração e interpretação das informações complexas das características dos solos provando ser uma excelente ferramenta matemática para a caracterização de atributos químicos de forma eficiente, rápida e sem custos. Possibilitando possibilitando assim, a geração de informações que auxiliam na tomada de decisão frente às estratégias de manejo a serem adotadas, bem como possibilitam avaliar a eficácia e eficiência das práticas adotadas (Cherubin et al., 2011).

2. OBEJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar os atributos químicos do solo em áreas cultivadas com urucum, guaraná, cupuaçu e floresta em Argissolo Vermelho-Amarelo no assentamento São Francisco em Canutama, AM.

2.2. Objetivos específico

Investigar a possível inter-relação espacial e temporal entre as áreas sob cultivos de Urucum, Cupuaçu, e Guaraná e áreas de floresta;

Determinar se há correlação de atributos químicos entre as áreas sob cultivos de Urucum, Cupuaçu e Guaraná e área de floresta;

Caracterizar os atributos químicos de um Argissolo vermelho-amarelo sob cultivos de Urucum, Cupuaçu e Guaraná e mais área de floresta com uso de estatísticas multivariadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de amostragem e caracterização do ambiente de estudo

O estudo foi desenvolvido no Assentamento São Francisco localizado no município de Canutama, Amazonas, Brasil em quatro áreas, sendo três áreas atualmente cultivadas com Urucum (*Bixa orellana*), Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), e Guaraná (*Paullinia cupana*) e uma área de floresta. A floresta é caracterizada como secundária, devido em 1994 ter sido derrubada, após isso foi deixada em pousio, sem nenhum cultivo na respectiva área. Para a limpeza das áreas de cultivo foram utilizados o fogo, sendo em seguida implantado as culturas. Não foram utilizadas adubação e calagem em todo o período de cultivo.

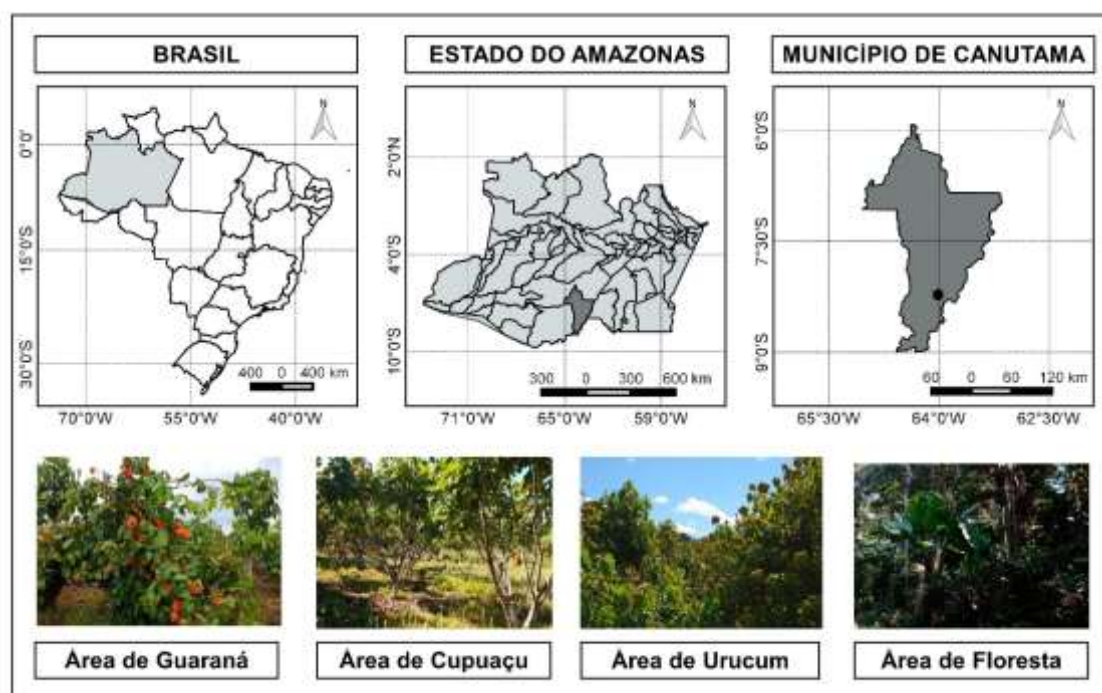


FIGURA 1. Mapa de localização das áreas estudadas na região sul do Amazonas (SOUZA, 2018).

A área com cultivo de cupuaçuzeiro possui 7 anos, com espaçamento de 5 x 4 m, apresentando uma produtividade de 500 kg ha⁻¹ de polpa. A área de cultivo do guaranazeiro, de 7 anos de idade, apresenta espaçamento de 5 x 5 m, apresentando uma produtividade de 420 kg ha⁻¹ de semente seca. A área cultivada com o urucuzeiro possui 3 anos, com espaçamento de 5 x 4 m, apresentando uma produtividade de 642 kg ha⁻¹ de sementes.

Para o manejo da comunidade infestante nas três áreas de plantio foram realizadas roçagem motorizada e a utilização de herbicida (glifosato) para controlar a presença do sapé (*Imperata brasiliensis*).

No que se refere à caracterização climática, o clima da região é Tropical Chuvoso, apresentando um período seco de pequena duração. A pluviosidade média varia de 2250 a 2750 mm ao ano, com período chuvoso entre outubro e junho. As temperaturas médias anuais variam de 25 a 27 °C e a umidade relativa do ar entre 85 e 90 % (Brasil, 1978).

3.2. Metodologia de campo

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo quatro tratamentos, área de floresta, cupuaçuzeiro, guaranazeiro e urucuzeiro. Em cada área foram coletadas amostra de solos de trincheiras distantes 0,5 m do caule das plantas.

Foram estabelecidas malhas de acordo com as dimensões do cultivo. Nas áreas de guaranazeiro e floresta foram estabelecidas malhas 90 x 70 m com espaçamento regular entre os pontos amostrais de 10 x 10 m, na área de urucuzeiro a malhas estabelecidas foi de 90 x 56 m com espaçamento entre os pontos de 10 x 8 m, já a área de cupuaçuzeiro a malha apresentou dimensões de 54 x 42 m, com espaçamento regular entre os pontos amostrais de 6 x 6 m. As amostras foram coletadas nos pontos de cruzamento das malhas, nas profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 m, com 80 pontos amostrais em cada área, e totalizando 240 amostras por área. Os pontos foram georreferenciados com um equipamento de GPS *Garmin modelo Erex (Datum South American '69)*. As amostras foram coletadas com estrutura preservada na forma de “torrão” e transformada em TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), sendo que para isso foram: secadas ao ar, levemente destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de diâmetro de malha. O material retido na peneira ‘pan’ (fundo cego) foi utilizado em laboratório para realização das análises.

3.3. Análises químicas

As amostras de solo das áreas em estudo foram submetidas à caracterização química, analisando-se o pH (em água), acidez potencial (H+Al), alumínio trocável (Al^{3+}), teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), CTC e bases trocáveis.

O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se a relação solo: solução de 1:2,5 em água. A acidez potencial (H+Al) será extraída com solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio, e determinada volumetricamente com solução de hidróxido de sódio em presença de fenolftaleína como indicador.

O alumínio trocável (Al^{3+}) será determinado utilizando-se KCl 1 mol L⁻¹ como extrator e NaOH 0,025 mol L⁻¹ como titulante em presença de azul de bromotimol como indicador colorimétrico, de acordo com Embrapa (2011).

O fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) foram extraídos pelo método resina trocadora de íons. Após a quantificação dos teores de cátions trocáveis e acidez potencial, foram calculados os valores da soma de bases (S), da capacidade de troca de cátions (CTC efetiva) e da porcentagem de saturação por bases (V%). A S foi obtida pela soma dos cátions trocáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} , K⁺ e Na⁺. A CTC efetiva foi obtida soma da S com a H+Al. E a V% é estimada pela razão entre S e a CTC e expressa em % (Camargo et al., 2009).

3.4. Análises estatísticas

Após a determinação dos atributos químicos, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias das variáveis analisadas, dentro de cada ambiente estudado, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 %. Para a estatística dos dados foram calculados os valores de média, mediana, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria, coeficiente de curtose e hipótese de normalidade dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov) através do software estatístico Minitab Release 17 (Minitab, 2013).

Foram empregadas técnicas multivariadas para verificar semelhanças entre as quatro áreas estudadas, na tentativa de agrupá-los utilizando os atributos químicos dos solos. A hipótese a ser testada é que haverá efeito significativo entre as áreas com diferentes cultivos sobre o conjunto de atributos observados. Para reduzir os erros, devidos as escalas e as unidades das variáveis, os dados foram padronizados com média zero e variância um. Para avaliar a ação conjunta dos atributos químicos na discriminação dos ambientes estudados foram aplicadas as análises de: componentes principais (PCA). Todos foram realizados no software Statistica 7,0 (Statistica, 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva foi utilizada para comparar os diferentes atributos das diferentes áreas do estudo (Tabelas 1, 2 e 3), para as respectivas camadas 0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m. Os coeficientes de assimetria apresentaram valores próximos à zero, em todas as camadas de todas as áreas, apresentando valores simétricos nos ambientes de estudos. Entretanto, no coeficiente de curtose, a maioria dos atributos apresentaram uma distribuição platicúrtica (distribuição mais achatada que a distribuição normal).

As medidas de média e mediana, devido aos dados apresentar uma distribuição simétrica, ambos mostraram valores próximos para todos os atributos e em suas respectivas camadas, isso evidencia distribuições normais ou aproximadamente, que se justifica pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, ter apresentado significância para todos os ambientes e as propriedades de estudos (Tabela 1, 2 e 3).

O teste de média nas tabelas 1, 2 e 3, indica que houve diferença significativa para o pH entre as áreas nas camadas estudadas. Na camada de 0,00-0,05 m houve significância entre todas as áreas de estudos. Observou-se maiores valores de pH para área de Urucum e Cupuaçu em torno de 3,90. Na camada de 0,05-0,10 m a área de floresta apresentou valores baixos de pH, em torno de 3,68 diferenciando-se dos ambientes cultivados. Para camada de 0,10-0,20 m, observou-se que a área de cupuaçu apresentou maiores valores de pH em relação as outras áreas, em torno de 4,00. Entretanto, valores baixos de pH são comuns em solos da região sul Amazonas, como observados por Campos et al. (2012), Mantovanelli et al. (2015) e Aquino et al. (2016), aos quais encontraram valores de pH abaixo de 5,00 o que caracteriza acidez aos solos desta região. Reis et al. (2009), destaca que a principal causa dos baixos valores de pH nos solos da região Amazônica é devido a elevada perda de bases trocáveis e consequente, concentração de íons H^+ ao solo, provocada pelo processo de intemperismo influenciado pelas altas temperaturas e longos períodos de precipitação.

Quando analisado o atributo de $H+Al$ foi possível observar que ele apresentou diferenças significativas entre todas as camadas e áreas estudadas. Entretanto observou-se que em todas as camadas de 0,00-0,05 m, 0,05-0,10m, e 0,10-0,020 m, das áreas de estudos, a área de guaraná apresentou valores maiores, variando em torno de 8,95 a 10,60 $cmol_c kg^{-1}$ (tabela 1, 2 e 3).

O Al^{3+} apresentou variância significativa em todas as áreas estudadas, na camada de 0,00-0,05 m, e de 0,05-0,10 m, a área de guaraná obteve maiores medias em relação as outras áreas. Contudo na última camada de 0,10-0,20 m, as maiores medias foram para cupuaçu e floresta. Sobral et al. (2015), afirmam que a presença de alumínio no solo pode inibir o crescimento radicular e influenciar na disponibilidade de outros nutrientes, e interferir na mineralização da matéria orgânica (tabela 1, 2 e 3).

O K^+ apresentou diferença significativa entre os ambientes estudados, explicando pelo teste de medias que em todas as camadas estudadas, a área de urucum mostrou maiores medias, juntamente com a floresta na camada de 0,10-0,20 m variando de 0,10 a 0,15 $cmol_c kg^{-1}$. Baixos teores de K^+ encontrados nos solos estudados, podem estar associados à fácil lixiviação deste elemento pela água da chuva (SILVA et al., 2011) e ao tempo de uso Martins et al. (2015).

O Ca^{2+} mostrou diferença significativa em todas os ambientes, apresentando os maiores valores de medias na área urucum, para as camadas de 0,00-0,05 m, e 0,05-0,10

m, em torno de 0,75 e 1,73 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Porém na camada de 0,10-0,20 m, as maiores medias foram obtidas na área de floresta (tabela 1, 2 e 3).

Avaliando os teores de Mg^{2+} observa-se diferença significativa, nas camadas de 0,05-0,10 m, e 0,10-0,20 m, analisou-se os maiores valores, nas áreas de floresta em torno de 0,08 a 0,33 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$. Porém na camada de 0,00-0,05 m, as maiores medias foram observadas na área de urucum. Jakelaitis et al. (2008) relatam a diminuição de Ca^{2+} e Mg^{2+} em decorrência da retirada da mata original para cultivo, justificado pela ausência de manejo do solo, e da remoção contínua das plantas, entre outros fatores.

A SB (saturação por base) apresentou diferença significativa nos ambientes de estudo, evidenciando maiores valores na área de urucum, nas camadas 0,00-0,05 m, e 0,05-0,10 m, diferenciando da camada de 0,10-0,20 m, que a área de floresta obteve os maiores resultados. É importante ressaltar que a SB reflete a quantidade de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ que se encontra presente no solo, elementos esses essenciais para o desenvolvimento das culturas. Quando analisados foi possível observar que ambos foram relativamente baixos em todas as profundidades. Araújo et al. (2011), analisando a conversão mata-pastagem, também encontraram baixos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ nas primeiras camadas do solo em áreas com cultivo.

O atributo t, mostrou diferença significativa entre todas as áreas e camadas estudadas, encontrando maiores valores para a área de floresta e menores valores para as áreas cultivadas. O atributo T apresentou diferença significativa em todos os ambientes estudados apresentando maiores medias nas camadas de 0,00-0,05 m, a 0,05-0,10 m, nas áreas de guaraná e urucum. A CTC é uma característica química fundamental ao manejo adequado da fertilidade do solo (MARTINS et al., 2015).

A saturação por base apresentou diferença significativa para todos os ambientes estudados mostrando maiores valores ($36,13 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0,00-0,05 m para a área de urucum. Na camada de 0,05-0,10 m os maiores valores ($31,57 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$) ocorreram na área de urucum. Já na camada de 0,10-0,20 m, a área de floresta apresentou maiores medias ($20,57 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$). Como demonstrado na tabela 3 a saturação por bases é um atributo importante, quando se deseja verificar a qualidade química do solo, uma vez que, segundo Matiello et al. (2010), a fertilidade do solo é expressa pela V% (tabela 1,2 e 3).

Para m% (saturação por alumínio) foi observado diferença significativa para as áreas estudadas nas camadas de 0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m, 0,10-0,20 m evidenciando os maiores valores para a área de floresta, exceto da camada de 0,10-0,20 m, sendo

apresentado o maior valor para o cultivo de guaraná. Moreira & Fageria (2009) relataram que os solos do estado do Amazonas apresentam, em média, 76% de saturação por alumínio alta ou muito alta, sendo atribuído tal fato, ao avançado estágio de intemperismo dos solos desta região.

A quantidade de P apresentou diferença estatística para as áreas estudadas, mostrando as maiores medias para todas as camadas na área de floresta. Porém na profundidade de 0,00-0,05 m, ainda apresentaram valores de fosforo elevados ($10,85 \text{ mg dm}^{-3}$) na área de guaraná. E na camada de 0,10-0,20 m, apresentaram maiores valores nas áreas de guaraná e urucum. Oliveira et al. (2015) encontraram valores de P elevados para os padrões amazônicos, em áreas de floresta ($6,09 \text{ mg dm}^{-3}$) e agroflorestal ($8,19 \text{ mg dm}^{-3}$).

Para o atributo de C.O (Carbono orgânico) é encontrado variância significativa entre os ambientes estudados, mostrando que nas camadas mais próximas a superfícies os valores de carbono orgânico são mais elevados na área de cupuaçu, $36,65 \text{ mg dm}^{-3}$. No entanto, na última profundidade de 0,10-0,20 m, os maiores valores são encontrados na área de floresta ($19,32 \text{ mg dm}^{-3}$). Os menores valores encontrados ($1,8 \text{ mg dm}^{-3}$), nas áreas cultivadas estão relacionados a retirada da mata, que propicia condições de temperaturas elevadas, altos índices pluviométricos, e a intensa atividade microbiana que propiciam a rápida decomposição dos materiais orgânicos depositados no solo (SILVA & MACHADO, 2000).

Tabela 1A: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,00 – 0,05 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Cupuaçu, Guaraná, no município de Canutama-AM.

| Estatística descritiva | pH | $H^+ + Al^{3+}$ | Al^{3+} | K^+ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | SB | t | T | V% | m% | P | CO |
|---------------------------|------------|---|-------------------|-------|-----------|-----------|-------|--------|--------|---------------------|--------|--------------------|--------------------|
| | (H_2O) | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | mg dm ⁻³ | | g dm ⁻³ | |
| Área | Cupuaçu | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,39 | 19,14 | 8,60 | 0,11 | 2,10 | 0,40 | 2,76 | 10,29 | 21,50 | 18,15 | 94,73 | 5,84 | 36,65 |
| Mínimo | 3,22 | 7,10 | 2,00 | 0,02 | 0,21 | 0,05 | 0,31 | 3,83 | 8,71 | 2,80 | 52,23 | 0,84 | 10,68 |
| Média | 3,84ab | 12,44 ^a | 5,54 ^a | 0,06b | 1,09b | 0,24c | 1,41b | 6,98a | 14,30a | 10,06c | 79,21b | 3,33d | 23,42 ^a |
| Mediana | 3,83 | 12,05 | 5,35 | 0,06 | 1,16 | 0,25 | 1,43 | 6,98 | 13,82 | 10,06 | 79,37 | 3,33 | 23,42 |
| ¹ DP | 0,26 | 2,86 | 1,27 | 0,02 | 0,54 | 0,09 | 0,60 | 1,42 | 3,19 | 3,95 | 9,36 | 1,15 | 6,25 |
| Variância | 0,07 | 8,19 | 1,61 | 0,00 | 0,29 | 0,01 | 0,36 | 2,02 | 10,18 | 15,59 | 87,68 | 1,31 | 39,12 |
| ² CV% | 6,77 | 23,00 | 22,95 | 30,17 | 49,43 | 35,78 | 42,79 | 20,37 | 22,32 | 39,26 | 11,82 | 34,42 | 26,70 |
| Assimetria | 0,34 | 0,59 | 0,35 | 0,31 | -0,01 | -0,40 | 0,02 | 0,23 | 0,51 | -0,08 | -0,66 | 0,09 | 0,12 |
| Curtose | -0,33 | 0,00 | 0,28 | -0,15 | -0,80 | -0,30 | -0,71 | 0,12 | -0,47 | -0,71 | 0,47 | -0,53 | -0,29 |
| ³ K-S | 0,09* | 0,13* | 0,10* | 0,13* | 0,09* | 0,10* | 0,08* | 0,10* | 0,11* | 0,06* | 0,07* | 0,06* | 0,10* |
| Área | Guaraná | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,85 | 18,15 | 7,40 | 0,25 | 2,09 | 1,05 | 3,15 | 9,33 | 19,88 | 31,15 | 92,64 | 10,23 | 19,64 |
| Mínimo | 3,31 | 4,95 | 3,10 | 0,06 | 0,19 | 0,10 | 0,39 | 4,56 | 5,51 | 3,56 | 54,72 | 4,17 | 7,37 |
| Média | 3,78b | 8,95 ^a | 4,98b | 0,11b | 1,02b | 0,39b | 1,54b | 6,51ab | 10,49c | 14,75b | 76,57b | 6,64c | 14,04d |
| Mediana | 3,74 | 8,25 | 4,80 | 0,11 | 0,95 | 0,36 | 1,55 | 6,38 | 10,09 | 13,58 | 76,32 | 6,56 | 14,04 |
| ¹ DP | 0,27 | 2,73 | 0,89 | 0,04 | 0,46 | 0,19 | 0,60 | 1,00 | 2,83 | 6,27 | 8,33 | 1,44 | 2,94 |
| Variância | 0,07 | 7,42 | 0,80 | 0,00 | 0,21 | 0,03 | 0,36 | 1,00 | 8,00 | 39,30 | 69,46 | 2,08 | 8,64 |
| ² CV% | 7,05 | 30,45 | 17,93 | 34,49 | 44,69 | 47,70 | 39,19 | 15,36 | 26,96 | 42,50 | 10,88 | 21,73 | 20,93 |
| Assimetria | 0,94 | 0,99 | 0,48 | 0,94 | 0,28 | 0,88 | 0,28 | 0,31 | 0,93 | 0,55 | -0,35 | 0,70 | -0,03 |
| Curtose | 2,09 | 1,12 | -0,03 | 0,92 | -0,48 | 1,47 | -0,37 | -0,35 | 1,10 | -0,15 | -0,12 | -0,02 | -0,60 |
| ³ K-S | 0,11* | 0,14* | 0,10* | 0,14* | 0,09* | 0,09* | 0,07* | 0,07* | 0,11* | 0,09* | 0,08* | 0,09* | 0,09* |

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³K-S: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey p < 0,05).

Tabela 1B: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,00 – 0,05 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de, Urucum e Floresta no município de Canutama-AM.

| Área | Urucum | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------------------|-------|---------|--------|--------------------|--------|--------|
| Máximo | 4,25 | 13,86 | 7,50 | 0,30 | 2,75 | 1,45 | 4,26 | 10,65 | 17,95 | 36,13 | 86,51 | 11,06 | 24,83 |
| Mínimo | 3,50 | 6,43 | 2,40 | 0,07 | 0,57 | 0,24 | 0,82 | 4,22 | 9,07 | 8,91 | 39,73 | 4,67 | 10,05 |
| Média | 3,88a | 9,65c | 4,18c | 0,15a | 1,63a | 0,75a | 2,56 ^a | 6,93a | 12,425b | 20,93a | 62,76c | 7,43b | 16,52c |
| Mediana | 3,91 | 9,73 | 4,30 | 0,14 | 1,65 | 0,74 | 2,59 | 6,85 | 12,50 | 21,00 | 62,50 | 7,50 | 16,36 |
| ¹ DP | 0,17 | 1,77 | 0,91 | 0,05 | 0,53 | 0,32 | 0,80 | 1,11 | 1,95 | 6,23 | 10,76 | 1,47 | 3,28 |
| Variância | 0,03 | 3,15 | 0,84 | 0,00 | 0,28 | 0,10 | 0,65 | 1,25 | 3,81 | 38,84 | 115,86 | 2,18 | 10,76 |
| ² CV% | 4,59 | 18,39 | 21,29 | 32,93 | 32,47 | 42,61 | 31,53 | 16,12 | 15,72 | 29,77 | 17,15 | 19,87 | 19,86 |
| Assimetria | -0,12 | 0,37 | 0,35 | 1,06 | 0,07 | 0,54 | 0,54 | 1,12 | 0,53 | 0,11 | -0,08 | -0,01 | 0,44 |
| Curtose | -0,33 | -0,33 | 1,04 | 1,05 | -0,82 | -0,69 | -0,69 | 2,78 | 0,13 | -0,56 | -0,32 | -0,19 | 0,05 |
| ³ K-S | 0,08* | 0,09* | 0,09* | 0,17* | 0,09* | 0,10* | 0,10* | 0,10* | 0,10* | 0,07* | 0,15* | 0,08* | 0,12* |
| Área | Floresta | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 3,88 | 15,84 | 6,90 | 0,21 | 1,42 | 0,49 | 1,98 | 7,63 | 17,49 | 13,98 | 93,87 | 14,57 | 30,22 |
| Mínimo | 3,24 | 9,57 | 4,20 | 0,06 | 0,19 | 0,05 | 0,33 | 4,53 | 6,26 | 2,49 | 71,41 | 7,43 | 13,37 |
| Média | 3,63c | 12,61b | 5,22ab | 0,11c | 0,59c | 0,21c | 0,92c | 6,14b | 13,44b | 6,70d | 85,57 ^a | 10,85a | 20,22b |
| Mediana | 3,64 | 12,65 | 5,24 | 0,11 | 0,28 | 0,15 | 0,55 | 6,22 | 13,56 | 4,66 | 89,32 | 10,93 | 20,34 |
| ¹ DP | 0,13 | 1,47 | 0,56 | 0,03 | 0,46 | 0,12 | 0,59 | 0,77 | 1,80 | 3,67 | 7,64 | 1,61 | 3,59 |
| Variância | 0,01 | 2,16 | 0,32 | 0,00 | 0,21 | 0,01 | 0,35 | 0,59 | 3,24 | 13,51 | 58,41 | 2,59 | 12,90 |
| ² CV% | 3,62 | 11,65 | 10,90 | 27,24 | 78,04 | 59,06 | 64,31 | 12,56 | 13,40 | 54,82 | 8,93 | 14,83 | 17,76 |
| Assimetria | -0,55 | 0,07 | 0,73 | 0,89 | 0,69 | 0,61 | 0,70 | 0,02 | -0,65 | 0,65 | -0,69 | 0,21 | 0,43 |
| Curtose | 0,92 | -0,62 | 0,75 | 1,00 | -1,29 | -1,09 | -1,28 | -0,65 | 2,08 | -1,19 | -1,14 | -0,48 | 0,46 |
| ³ K-S | 0,09* | 0,08* | 0,11* | 0,13* | 0,29* | 0,22* | 0,24* | 0,06* | 0,06* | 0,22* | 0,22* | 0,08* | 0,09* |

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³K-S: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey $p < 0,05$)

Tabela 2 A: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,05 – 0,10 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Cupuaçu, Guaraná, no município de Canutama-AM.

| Estatística descritiva | Ph | $H^+ + Al^{3+}$ | Al^{3+} | K^+ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | SB | t | T | V% | m% | P | CO |
|---------------------------|-------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|
| | (H_2O) | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | | | | mg dm ⁻³ g dm ⁻³ | |
| Área | Cupuaçu | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,34 | 11,80 | 7,50 | 0,11 | 2,48 | 0,45 | 2,84 | 9,38 | 15,14 | 30,80 | 94,58 | 6,01 | 29,44 |
| Mínimo | 3,23 | 3,55 | 2,50 | 0,03 | 0,20 | 0,05 | 0,31 | 3,18 | 4,46 | 2,89 | 49,30 | 0,38 | 14,45 |
| Média | 3,82 ^a | 8,73 ^c | 5,07 ^b | 0,06 ^c | 0,81 ^b | 0,17 ^b | 1,06 ^b | 6,26 ^b | 10,04 ^b | 12,11 ^b | 80,94 ^b | 3,24 ^d | 23,30 ^a |
| Mediana | 3,82 | 8,73 | 5,10 | 0,05 | 0,79 | 0,15 | 1,05 | 6,19 | 10,04 | 10,93 | 83,32 | 3,36 | 23,30 |
| ¹ DP | 0,23 | 1,57 | 0,83 | 0,02 | 0,43 | 0,09 | 0,52 | 1,08 | 1,87 | 6,89 | 10,39 | 1,40 | 3,10 |
| Variância | 0,05 | 2,47 | 0,69 | 0,00 | 0,19 | 0,01 | 0,27 | 1,17 | 3,48 | 47,46 | 107,89 | 1,96 | 9,61 |
| ² CV% | 6,04 | 17,99 | 16,34 | 27,65 | 53,18 | 52,33 | 49,22 | 17,28 | 18,58 | 56,90 | 12,83 | 43,21 | 13,30 |
| Assimetria | -0,04 | -0,37 | 0,06 | 0,78 | 1,09 | 1,00 | 1,20 | 0,31 | 0,37 | 0,91 | -1,33 | -0,36 | -0,22 |
| Curtose | -0,34 | 0,40 | 1,07 | 0,85 | 1,92 | 1,04 | 2,00 | 1,30 | 1,13 | 0,15 | 1,63 | -0,57 | 0,07 |
| ³ K-S | 0,09* | 0,06* | 0,09* | 0,17* | 0,12* | 0,12* | 0,11* | 0,12* | 0,07* | 0,11* | 0,12* | 0,07* | 0,11* |
| Área | Guaraná | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,28 | 14,69 | 7,00 | 0,12 | 1,52 | 0,75 | 2,74 | 8,74 | 16,21 | 22,38 | 94,80 | 9,30 | 19,49 |
| Mínimo | 3,38 | 6,60 | 3,90 | 0,02 | 0,19 | 0,08 | 0,32 | 4,63 | 8,50 | 1,29 | 68,65 | 2,87 | 7,37 |
| Média | 3,82 ^a | 10,60 ^a | 5,53 ^a | 0,07 ^b | 0,80 ^b | 0,30 ^d | 1,22 ^b | 6,75 ^a | 11,82 ^a | 10,25 ^b | 82,34 ^b | 4,94 ^c | 12,11 ^d |
| Mediana | 3,83 | 10,56 | 5,50 | 0,07 | 0,86 | 0,30 | 1,21 | 6,86 | 11,78 | 9,95 | 82,06 | 4,82 | 11,82 |
| ¹ DP | 0,19 | 1,60 | 0,72 | 0,02 | 0,38 | 0,13 | 0,51 | 0,93 | 1,64 | 4,34 | 6,28 | 1,26 | 2,55 |
| Variância | 0,04 | 2,56 | 0,51 | 0,00 | 0,15 | 0,02 | 0,26 | 0,87 | 2,68 | 18,86 | 39,49 | 1,58 | 6,48 |
| ² CV% | 5,03 | 15,08 | 12,94 | 30,38 | 47,45 | 44,19 | 42,03 | 13,85 | 13,84 | 42,37 | 7,63 | 25,45 | 21,02 |
| Assimetria | -0,20 | 0,25 | -0,08 | 0,48 | 0,01 | 0,68 | 0,22 | -0,11 | 0,17 | 0,30 | 0,09 | 0,82 | 0,45 |
| Curtose | -0,24 | -0,09 | -0,37 | 0,22 | -0,87 | 0,87 | -0,14 | -0,09 | -0,37 | -0,08 | -0,55 | 1,38 | -0,16 |
| ³ K-S | 0,07* | 0,06* | 0,09* | 0,12* | 0,07* | 0,09* | 0,06* | 0,07* | 0,05* | 0,05* | 0,05* | 0,08* | 0,09* |

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³K-S: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey p < 0,05).

Tabela 2 B: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,05 – 0,10 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Urucum e floresta, no município de Canutama-AM.

| Área | Urucum | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--|
| Máximo | 4,33 | 11,71 | 6,90 | 0,18 | 3,36 | 1,09 | 3,46 | 10,14 | 14,62 | 31,57 | 87,35 | 10,08 | 19,86 | |
| Mínimo | 3,57 | 7,09 | 2,70 | 0,03 | 0,57 | 0,14 | 1,09 | 4,43 | 8,90 | 10,90 | 45,33 | 2,04 | 10,29 | |
| Média | 3,90 ^a | 9,37 ^b | 4,56 ^c | 0,10 ^a | 1,73 ^a | 0,44 ^c | 2,31 ^a | 7,08 ^a | 11,65 ^a | 20,15 ^a | 66,77 ^c | 6,46 ^b | 16,16 ^b | |
| Mediana | 3,90 | 9,28 | 4,60 | 0,10 | 1,81 | 0,46 | 2,40 | 7,06 | 11,68 | 20,46 | 67,06 | 6,50 | 16,66 | |
| ¹ DP | 0,17 | 1,07 | 0,75 | 0,03 | 0,52 | 0,16 | 0,58 | 1,16 | 1,30 | 4,77 | 8,53 | 1,63 | 2,24 | |
| Variância | 0,02 | 1,16 | 0,57 | 0,00 | 0,27 | 0,02 | 0,33 | 1,36 | 1,70 | 22,80 | 72,91 | 2,68 | 5,02 | |
| ² CV% | 4,41 | 11,51 | 16,60 | 30,21 | 30,27 | 37,88 | 25,11 | 16,48 | 11,21 | 23,70 | 12,79 | 25,32 | 13,86 | |
| Assimetria | 0,58 | 0,01 | -0,07 | 0,46 | -0,14 | 0,69 | -0,35 | 0,29 | 0,15 | 0,14 | -0,28 | -0,08 | -0,51 | |
| Curtose | 0,11 | -0,60 | 0,64 | -0,23 | 0,25 | 1,63 | -0,62 | 0,20 | -0,12 | -0,37 | 0,01 | 0,01 | -0,15 | |
| ³ K-S | 0,12* | 0,07* | 0,09* | 0,09* | 0,09* | 0,07* | 0,13* | 0,07* | 0,08* | 0,07* | 0,09* | 0,08* | 0,12* | |
| Área | Floresta | | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 3,99 | 10,80 | 6,90 | 0,19 | 0,35 | 0,17 | 0,64 | 8,17 | 12,93 | 7,62 | 95,86 | 9,71 | 19,32 | |
| Mínimo | 3,07 | 7,00 | 3,50 | 0,02 | 0,19 | 0,05 | 0,26 | 3,51 | 6,55 | 2,73 | 87,92 | 3,80 | 6,39 | |
| Média | 3,68 ^b | 9,21 ^{bc} | 5,21 ^b | 0,07 ^b | 0,25 ^c | 0,08 ^a | 0,42 ^c | 5,75 ^c | 9,84 ^b | 4,35 ^c | 92,54 ^a | 7,05 ^a | 13,66 ^c | |
| Mediana | 3,74 | 9,30 | 5,20 | 0,07 | 0,23 | 0,08 | 0,40 | 5,76 | 9,81 | 4,24 | 92,57 | 7,10 | 13,66 | |
| ¹ DP | 0,19 | 0,77 | 0,68 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,10 | 0,93 | 1,11 | 1,08 | 1,69 | 1,19 | 2,65 | |
| Variância | 0,04 | 0,60 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,86 | 1,23 | 1,17 | 2,85 | 1,40 | 7,04 | |
| ² CV% | 5,27 | 8,40 | 13,01 | 51,69 | 24,61 | 32,93 | 24,38 | 16,13 | 11,28 | 24,88 | 1,82 | 16,81 | 19,42 | |
| Assimetria | -1,25 | -0,18 | 0,27 | 0,64 | 0,57 | 1,11 | 0,10 | 0,45 | 0,13 | 0,45 | -0,32 | -0,04 | -0,20 | |
| Curtose | 1,29 | -0,10 | -0,05 | 0,11 | -1,28 | 1,79 | -1,28 | 0,47 | 0,93 | -0,33 | -0,34 | 0,02 | 0,21 | |
| ³ K-S | 0,15* | 0,07* | 0,09* | 0,14* | 0,28* | 0,18* | 0,13* | 0,07* | 0,06* | 0,10* | 0,06* | 0,05* | 0,11* | |

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³K-S: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey $p <$

Tabela 3 A: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,10 – 0,20 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Cupuaçu, Guaraná no município de Canutama-AM.

| Estatística descritiva | pH | $H^+ + Al^{3+}$ | Al^{3+} | K^+ | Ca^{2+} | Mg^{2+} | SB | t | T | V% | m% | P | CO |
|---------------------------|------------|-----------------------------------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|-------|--------|---------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | (H_2O) | -----cmolc dm ⁻³ ----- | | | | | | | | | | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ |
| Área | Cupuaçu | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,61 | 10,73 | 6,00 | 0,09 | 1,39 | 0,60 | 1,68 | 9,35 | 13,77 | 30,47 | 94,58 | 5,39 | 13,94 |
| Mínimo | 3,31 | 6,11 | 3,90 | 0,02 | 0,20 | 0,05 | 0,26 | 4,48 | 6,89 | 2,92 | 52,91 | 1,68 | 1,8 |
| Média | 4,00a | 8,50b | 4,75a | 0,06b | 0,61d | 0,17b | 0,78d | 5,91b | 9,84b | 10,76bc | 82,00a | 2,97b | 8,05c |
| Mediana | 4,05 | 8,58 | 4,70 | 0,06 | 0,61 | 0,13 | 0,78 | 5,58 | 9,69 | 9,25 | 84,48 | 2,91 | 8,24 |
| ¹ DP | 0,27 | 0,96 | 0,40 | 0,02 | 0,26 | 0,14 | 0,29 | 1,07 | 1,57 | 6,78 | 10,52 | 0,75 | 3,06 |
| Variância | 0,07 | 0,93 | 0,16 | 0,00 | 0,07 | 0,02 | 0,08 | 1,15 | 2,46 | 45,91 | 110,65 | 0,56 | 9,35 |
| ² CV% | 6,81 | 11,35 | 8,42 | 29,59 | 42,91 | 81,65 | 36,85 | 18,17 | 15,94 | 63,00 | 12,83 | 25,27 | 37,99 |
| Assimetria | -0,38 | -0,44 | 0,46 | -0,05 | 0,52 | 1,70 | 0,56 | 1,43 | 0,40 | 1,59 | -1,39 | 0,43 | -0,49 |
| Curtose | -0,06 | 0,27 | 0,61 | -0,15 | 0,04 | 1,99 | 0,27 | 1,45 | -0,33 | 1,97 | 1,09 | 0,08 | -0,52 |
| ³ K-S | 0,10* | 0,10* | 0,11* | 0,15* | 0,13* | 0,24* | 0,11* | 0,21* | 0,09* | 0,20* | 0,21* | 0,08* | 0,13* |
| Área | Guaraná | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,33 | 15,02 | 5,70 | 0,15 | 1,81 | 0,38 | 2,30 | 7,25 | 16,18 | 22,82 | 93,86 | 8,83 | 15,92 |
| Mínimo | 3,03 | 5,45 | 3,10 | 0,02 | 0,19 | 0,05 | 0,28 | 3,61 | 6,62 | 2,52 | 63,81 | 2,19 | 6,42 |
| Média | 3,90b | 10,10 ^a | 4,38b | 0,06b | 0,84c | 0,20b | 1,12c | 5,50c | 11,22a | 10,16c | 79,94 ^a | 4,29a | 10,35b |
| Mediana | 3,92 | 9,82 | 4,30 | 0,06 | 0,86 | 0,20 | 1,11 | 5,48 | 10,91 | 9,69 | 80,11 | 4,21 | 10,71 |
| ¹ DP | 0,25 | 2,09 | 0,56 | 0,03 | 0,36 | 0,11 | 0,43 | 0,73 | 2,17 | 3,95 | 6,41 | 1,35 | 2,20 |
| Variância | 0,06 | 4,35 | 0,31 | 0,00 | 0,13 | 0,01 | 0,18 | 0,53 | 4,70 | 15,57 | 41,06 | 1,83 | 4,84 |
| ² CV% | 6,34 | 20,66 | 12,73 | 44,75 | 43,08 | 54,92 | 37,92 | 13,21 | 19,33 | 38,83 | 8,02 | 31,49 | 21,26 |
| Assimetria | -0,94 | 0,33 | 0,11 | 0,69 | 0,13 | 0,06 | 0,23 | -0,01 | 0,35 | 0,58 | -0,02 | 0,89 | 0,18 |
| Curtose | 1,37 | -0,47 | -0,07 | 0,25 | -0,20 | -1,33 | 0,11 | 0,22 | -0,54 | 0,91 | 0,08 | 0,98 | -0,28 |
| ³ K-S | 0,08* | 0,10* | 0,08* | 0,15* | 0,09* | 0,13* | 0,05* | 0,06* | 0,10* | 0,06* | 0,06* | 0,09* | 0,08* |

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³K-S: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey p < 0,05).

Tabela 3 B: Estatística descritiva e teste de média da camada 0,10 – 0,20 m do pH em água, acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), alumínio trocável (Al^{3+}), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), fósforo (P), carbono orgânico (CO), em áreas de Urucum e floresta no município de Canutama-AM.

| Área | Urucum | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|--------|--------------------|--------|-------|--------|--|
| Máximo | 4,33 | 11,71 | 6,90 | 0,18 | 3,36 | 1,09 | 3,46 | 10,14 | 14,62 | 31,57 | 87,35 | 10,08 | 14,78 | |
| Mínimo | 3,57 | 7,09 | 2,70 | 0,03 | 0,57 | 0,14 | 1,09 | 4,43 | 8,90 | 10,90 | 45,33 | 2,04 | 3,90 | |
| Média | 3,90b | 9,37b | 4,56b | 0,10a | 1,73b | 0,44b | 2,31b | 7,08b | 11,65b | 20,15b | 66,77b | 6,46a | 7,87c | |
| Mediana | 3,90 | 9,28 | 4,60 | 0,10 | 1,81 | 0,46 | 2,40 | 7,06 | 11,68 | 20,46 | 67,06 | 6,50 | 7,90 | |
| ¹ DP | 0,17 | 1,07 | 0,75 | 0,03 | 0,52 | 0,16 | 0,58 | 1,16 | 1,30 | 4,77 | 8,53 | 1,63 | 2,09 | |
| Variância | 0,02 | 1,16 | 0,57 | 0,00 | 0,27 | 0,02 | 0,33 | 1,36 | 1,70 | 22,80 | 72,91 | 2,68 | 4,36 | |
| ² CV% | 4,41 | 11,51 | 16,60 | 30,21 | 30,27 | 37,88 | 25,11 | 16,48 | 11,21 | 23,70 | 12,79 | 25,32 | 26,56 | |
| Assimetria | 0,58 | 0,01 | -0,07 | 0,46 | -0,14 | 0,69 | -0,35 | 0,29 | 0,15 | 0,14 | -0,28 | -0,08 | 0,59 | |
| Curtose | 0,11 | -0,60 | 0,64 | -0,23 | 0,25 | 1,63 | -0,62 | 0,20 | -0,12 | -0,37 | 0,01 | 0,01 | 1,13 | |
| ³ K-S | 0,12* | 0,07* | 0,09* | 0,09* | 0,09* | 0,07* | 0,13* | 0,07* | 0,08* | 0,07* | 0,09* | 0,08* | 0,13* | |
| Área | Floresta | | | | | | | | | | | | | |
| Máximo | 4,20 | 11,00 | 7,40 | 0,14 | 2,28 | 0,55 | 2,79 | 9,90 | 13,09 | 25,14 | 93,66 | 8,79 | 19,32 | |
| Mínimo | 3,45 | 7,20 | 2,80 | 0,05 | 0,23 | 0,06 | 0,33 | 4,47 | 8,30 | 3,60 | 55,54 | 2,43 | 6,39 | |
| Média | 3,84b | 8,59b | 4,95a | 0,08a | 1,43a | 0,33a | 1,84 ^a | 6,79a | 10,44b | 17,55 ^a | 72,99b | 4,73a | 13,66a | |
| Mediana | 3,86 | 8,50 | 4,90 | 0,08 | 1,48 | 0,35 | 1,93 | 6,84 | 10,32 | 18,21 | 71,65 | 4,58 | 13,66 | |
| ¹ DP | 0,17 | 0,81 | 0,82 | 0,02 | 0,46 | 0,10 | 0,55 | 0,97 | 0,90 | 5,08 | 7,94 | 1,41 | 2,65 | |
| Variância | 0,03 | 0,66 | 0,67 | 0,00 | 0,22 | 0,01 | 0,31 | 0,94 | 0,82 | 25,78 | 62,97 | 1,99 | 7,04 | |
| ² CV% | 4,32 | 9,45 | 16,58 | 24,70 | 32,44 | 29,92 | 30,07 | 14,32 | 8,66 | 28,93 | 10,87 | 29,86 | 19,42 | |
| Assimetria | -0,26 | 0,69 | 0,12 | 0,70 | -1,31 | -1,23 | -1,45 | 0,19 | 0,59 | -1,48 | 1,08 | 0,97 | -0,20 | |
| Curtose | -0,33 | 0,06 | 1,32 | 0,67 | 1,77 | 1,84 | 2,01 | 0,56 | 0,93 | 2,11 | 1,56 | 0,69 | 0,21 | |
| ³ K-S | 0,06* | 0,15* | 0,13* | 0,11* | 0,22* | 0,22* | 0,22* | 0,09* | 0,08* | 0,21* | 0,19* | 0,13* | 0,11 | |

¹DP: desvio padrão; ²CV: coeficiente de variação; ³K-S: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, *significativo a 5% de probabilidade; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente (Tukey $p < 0,05$)

Na análise multivariada das três camadas das áreas de estudadas (guaraná, cupuaçu, urucum e floresta), observou-se que os atributos químicos apresentaram comportamento diferenciado para cada camada. Com base na adequação da análise fatorial foi possível observar valor significativo do KMO (teste de Esfericidade de Bartlett), de modo que na camada de 0,00-0,05 m, apresentou KMO igual a 0,81, na camada de 0,05-0,10 m, o valor de KMO é igual a 0,78, e na camada 0,10-0,20 m, KMO igual a 0,65, ambos com $p < 0,05$, para o teste de esfericidade de Bartlett em todos os atributos analisados.

Na análise de componentes principais (ACP), o número de fatores a ser extraído foi estabelecido de forma a explicar acima de 60% da variância total dos dados (Tabela 4 ;Figura 1, 2 e 3), que apresentaram autovalores da matriz de covariância superior a um (1) (Manly, 2008), sendo que na camada de 0,00-0,05 m, observou-se valores de 4,28 na CP (componente principal)1 e 2,45 na CP2, na camada de 0,05-0,10 m, os valores foram de 4,30 na CP1 e 1,54 na CP2, já na camada de 0,10-0,20 m, a mesma obteve valores de 4,03 na CP1 1,95 na CP2.

Em relação ao percentual da variância explicada, observou-se que para camada de 0,00-0,05 m, a CP1 é responsável por 54,64% da variância total, tal componente apresentou percentual de explicação para atributos mais voltados as bases trocáveis e percentagem de saturação presente no solo, como: Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, V% e m%. Através dos respectivos resultados observou-se que os atributos Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB, V% se correlacionaram de maneira positiva entre si, e de maneira negativa com a saturação de alumínio (m%). A correlação inversa dos atributos em relação a saturação por alumínio, indica que quanto maior for saturação por alumínio no solo menor será os teores de Ca e Mg, e conseqüentemente, menor será as bases trocáveis do solo (RAIJ et al., 2011). Enquanto a CP2 é responsável por 29,66% com características mais relacionada a condições de acidificação do solo e relevante concentrações orgânicas, como H^+ , Al^{3+} , T e CO, sendo que ambos os atributos apresentaram correlação positiva. Resultados semelhantes foram observados por Portugal et al. (2010). Ao analisar a tabela 4 os componentes referentes a camada de 0,05-0,10 m, observou que os mesmos se comportaram de forma semelhante a anterior apresentou percentual de explicação para atributos mais voltados a condições de bases trocáveis, a variância total da CP1 apresentou valor de 53,90%, enquanto a CP2 obteve valor de 19,20%, os atributos H^+ + Al^{3+} e P se relacionaram de forma positiva e o carbono orgânica de forma negativa. Quando analisado o resultado referente a camada de 0,10-0,20m, se observou variância explicada na CP1 de 24,42% da variância total, já na CP2 observou-se valor de 50,41%, nessa camada também se voltou para bases trocáveis, se deu diferença pela correlação inversa dos atributos em comparação as profundidades anteriores analisadas. Uma vez que Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB e V%, apresentaram correlação negativa e a saturação por alumínio evidenciou correlação positiva (SOUZA, 2018).

Tabela 4. Correlação entre cada componente principal e químicos dos solos nas três camadas estudadas.

| Atributos | Camada 0,00 – 0,05 cm | | | Camada 0,05 – 0,10 cm | | | Camada 0,10 – 0,20 cm | | |
|----------------------------|-----------------------|---------|-------|-----------------------|---------|--------|-----------------------|---------|-------|
| | Variância Comum | Fatores | | Variância Comum | Fatores | | Variância Comum | Fatores | |
| | | CP1 | CP2 | | CP1 | CP2 | | CP1 | CP2 |
| H+Al | 0,88 | -0,14 | 0,93* | 0,25 | -0,03 | 0,62* | 0,87 | 0,06 | 0,95* |
| Al | - | - | - | - | - | - | 0,46 | -0,05 | 0,35* |
| Ca | 0,86 | 0,91* | 0,09 | 0,92 | 0,94* | -0,05 | 0,96 | -0,90* | -0,04 |
| Mg | 0,73 | 0,85* | -0,11 | 0,69 | 0,83* | 0,21 | 0,69 | -0,79* | 0,09 |
| SB | 0,93 | 0,97* | 0,03 | 0,95 | 0,97* | 0,01 | 0,97 | -0,91* | -0,01 |
| T | 0,88 | 0,17 | 0,94* | - | - | - | 0,88 | -0,28 | 0,92* |
| V% | 0,86 | 0,90* | -0,29 | 0,90 | 0,94* | -0,18 | 0,90 | -0,91* | -0,21 |
| m% | 0,83 | -0,94* | 0,05 | 0,85 | -0,93* | 0,09 | 0,90 | 0,90* | 0,06 |
| P | - | - | - | 0,12 | 0,04 | 0,71* | - | - | - |
| C.O | 0,37 | -0,17 | 0,75* | 0,16 | 0,05 | -0,74* | - | - | - |
| Variância Explicada (%) | - | 54,64 | 29,66 | - | 53,90 | 19,20 | - | 24,42 | 50,41 |

*Valores mais discriminatórios; CP1= componente principal 1; CP2= componente principal 2.

Tanto a CP1 e a CP2 (Tabela 4) apresentam percentual de (CP1:44,32 e CP2: 33,09) explicação para as características química do solo, assim a discriminação entre os ambientes diz respeito a essas características. Analisou-se que todas as camadas estudadas de 0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m, e 0,10-0,20 m, os atributos predominantes são as bases trocáveis sendo eles Ca, Mg, SB, V%, m%, que estão com maiores valores, o m% está correlacionado negativamente com os outros atributos, se explica que, ser houver maior saturação por alumínio no solo menor será as bases trocáveis. Pode se observar que a CP2 da camada de 0,00-0,05 m, explica que os atributos H+Al, T e CO estão relacionados positivamente, mostrando que apresentaram valores acima da média para a área de cupuaçu. Na CP2 da camada de 0,05-0,10 m, os atributos predominantes foram H+Al, P, CO, mostrando que as medias de H+Al e P ficaram acima da média (0,03 cm) e que na área de cupuaçu os valores de CO estão abaixo da média (Figura B), isso justifica que as maiores taxas de carbono orgânico estão na superfície das áreas estudadas. Esse fator pode ser explicado pelas queimadas (área com cinzas) que foram realizadas na área de cultivo e as coberturas vegetais encontradas na área. Já na CP2 da camada 0,10-0,20 m, ela está explicando os componentes H+Al, Al e T mostrando que na área de guaraná eles apresentam valores acima da média e que estão relacionados significativamente (Tabela 1 e figura 1, 2 e 3).

Figura 2: Plano fatorial dos atributos químico do solo, na camada de 0,00-0,05 m, nas áreas de guaraná, cupuaçu, urucum e floresta.

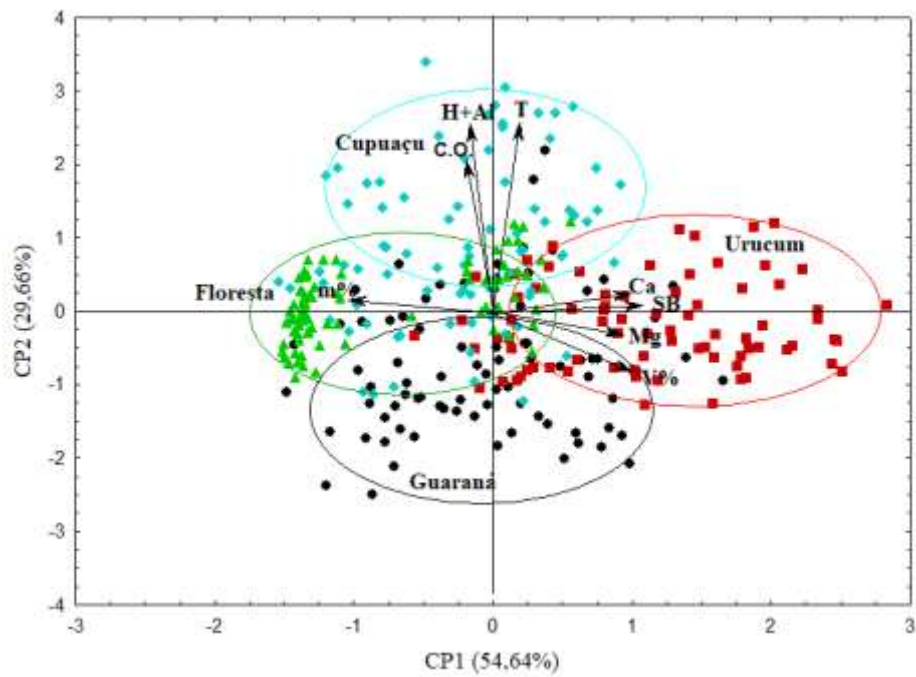


Figura 3: Plano fatorial dos atributos químico do solo, na camada de 0,05-0,10 m, nas áreas de guaraná, cupuaçu, urucum e floresta.

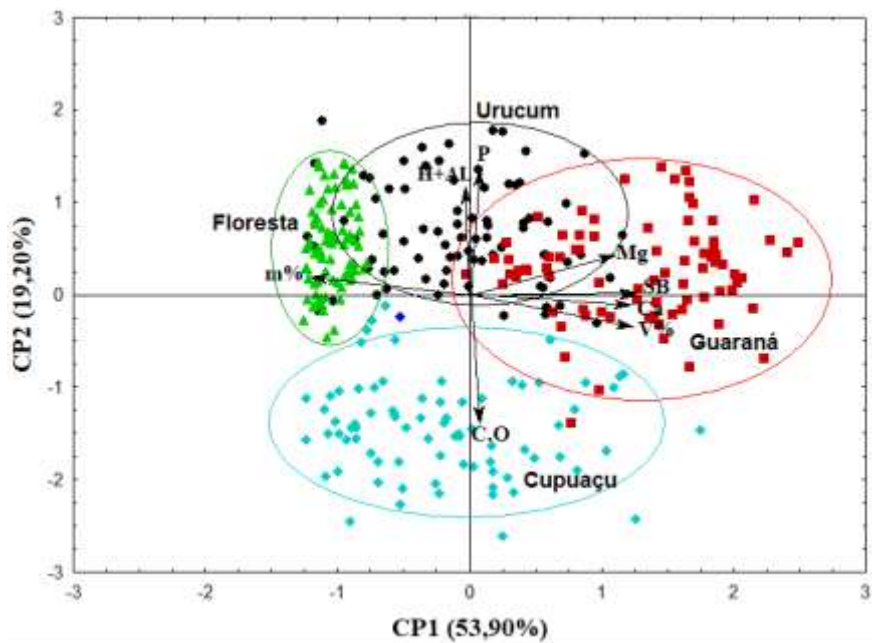
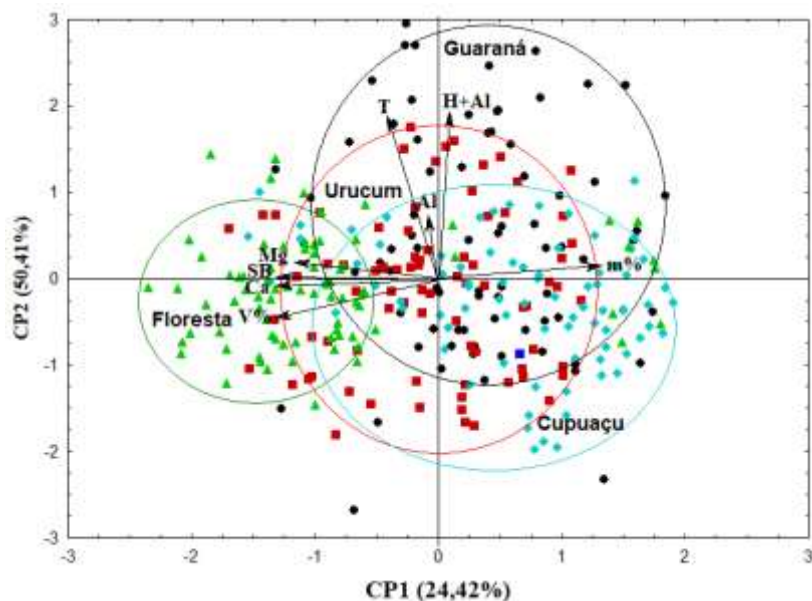


Figura 4: Plano fatorial dos atributos químico do solo, na camada de 0,10-0,20 m, nas áreas de guaraná, cupuaçu, urucum e floresta.



5. CONCLUSÃO

Os atributos químicos estudados pH, H+Al, Al, K, Ca, Mg, SB, t, T, V%, m%, P, C.O nas camadas de 0,00 – 0,05 m, 0,05-0,10 m, 0,10-0,20 m, apresentaram diferença significativamente.

Na análise multivariadas camadas superiores as áreas cultivadas apresentaram comportamentos semelhantes, com estabilidades dos atributos químicos acima da média, e para alguns ambientes o carbono orgânico apresentando valores abaixo da média. A utilização das técnicas multivariadas nos estudos dos solos apresentasse com uma ferramenta importante no monitoramento ambiental.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; SILVA, I. R.; OLIVEIRA, K. O. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 103-114, 2011.
- AQUINO, R. E. de; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; OLIVEIRA, I. A. de; FRANCISCON, U.; SILVA, D. M. P. da; CUNHA, J. M. da. Chemical soil attributes evaluated by multivariate techniques and geostatistics in the area with agroforestry and sugarcane in Humaitá, AM, Brazil. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 1, p. 61-72, 2016.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada). Campinas, Instituto Agronômico, 77p. 2009.
- CAMPOS, M.C.C.; SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 102-109, maio-agosto, 2012.
- CHERUBIN, M.R.; SANTI, A.L.; BASSO, C.J.; EITELWEIN, M.T.; VIAN, A.L. Caracterização e estratégias de manejo da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo utilizando a análise dos componentes principais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; Pág. 196, 2011.
- CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.56-63, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3.ed. revisada e ampliada. Brasília, 353p, 2013
- FRANCO, C.F.O.; SILVA, F.C.P. da; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; FONTINÉLLI, I.S.C. **Etnobotânica** SILVA, A. M da; MORAES, M. L. T. de; BUZETTI, S. Propriedades químicas de solo sob

reflorestamento ciliar após 20 anos de plantio em área de cerrado. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 97-106, 2011.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 2, p. 118-127, 2008.

LOURENTE, E.R.P.; MERCANTE, F.M.; ALOVISI, A.M.T.; GOMES, C.F.G.; GASPARINI, A.S.; NUNES, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, 2011.

MAIA, M. A. M. Geodiversidade do estado do Amazonas. Org. Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. **Manaus: CPRM**, p. 73-77. 2010.

MANLY, B.J.F. **Metodos estatísticos multivariados**: uma introdução. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman 2008

MANTOVANELLI, B. C.; SILVA, D. A. P.; CAMPOS, M. C. C.; GOMES, R. P.; SOARES, M. D. R.; SANTOS, L. A. C. Avaliação dos atributos do solo sob diferentes usos na região de Humaitá, Amazonas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 2, p. 122-130, 2015.

MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; OLIVEIRA JUNIOR, W. P. de; TSAI, S. M.; NAVARRETE, A. A.; MORAIS, P. B. de. Alterações dos atributos físico-químicos da camada superficial do solo em resposta à agricultura com soja na várzea do Tocantins. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 4, p. 56-62, 2015.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S.; GARCIA, A. W. R.; SANTINATO, R. **Cultura de café no Brasil- Manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA/ PROCAFÉ, 2010. 544 p.

MILLER, C. H., FIGUEIREDO, F. J. C., NASCIMENTO, W. D., GALVÃO, E. U. P., STEIN, R. L. B., SILVA, A. D. B., ... & BARBOSA, W. C. A cultura do cupuaçu. **EMBRAPA, SPI**, 1995.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, n. 17-18, p. 2912-2925, 2009

NASCIMENTO FILHO, F.J.; ANDO, A.; CRUZ, C.D.; GARCIA, T.B. Análise de caminhamento em mudas de guaraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.447-452, 1993.

OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; FREITAS, L.; SOARES, M. D. R. Caracterização de solos sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Acta Amazônica**, v.45, n.1, p.1-12, 2015.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.; DEL'ARCO VINHAS; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.575-585, 2010.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**. 2011. 420p.

REIS, M. S., FERNANDES, A. R., GRIMALDI, C., DESJARDINS, T., GRIMALDI, M. Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em uma frente pioneira da Amazônia Oriental. **Revista de Ciência Agrária**. v.52, n.3. p.37-47, 2009.

ROCHA JUNIOR, P.R.; DONAGEMMA, G.K.; ANDRADE, F.V.; PASSOS, R.R.; BALIEIRO, F.C.; MENDONÇA, E.S.; RUIZ, H.A. Can soil organic carbon pools indicate the degradation levels of pastures in the Atlantic forest biome?. **Journal of Agricultural Science**, v.6, n.1, p.84-95, 2014.

SANTI, A.L.; AMADO, T.J.C.; CHERUBIN, M.R.; MARTIN, T.N.; PIRES, J.L.; FLORA, L.P.D.; & BASSO, C.J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.47, n.9, p.1346-1357, 2012.

SILVA JUNIOR, C.A.; BOECHAT, C.L.; CARVALHO, L.A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta Amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Biosciencia Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. A. **Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas**: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23p. (Documentos, 19).

SILVA, K. R., AMARAL, E. T. O. P., DE OLIVEIRA, A. N., DE MELLO, A. H., & DE OLIVEIRA, G. F. Indicadores químicos do solo sob diferentes usos e manejo no lote 31

do projeto de assentamento venezuela no sudeste do Pará. **Revista Agroecossistemas**, Marabá, v. 9, n. 1, p. 227-235, 2017

SOUZA, Fernando Gomes de. **Atributos do solo, estoque de carbono e erodibilidade em áreas sob diferentes usos no assentamento São Francisco, Canutama, Amazonas. 2018.** 175 f., Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

STATISTICA, **Statistic 7.0.** EUA Software, Tucksas: StatSoft, Baltimore, 250p, 2005.

TRINDADE, E. F. S.; KATO, O. R.; CARVALHO E. J. M.; SERAFIM E. C. S. Disponibilidade de fósforo em solos manejados com e sem queima no nordeste paraense. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, Belém, v. 6, n. 12. 2011.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. R. R.; CRUZ, D. L. S. Solos da Amazônia: Etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ambiente**, v.5, p.158-165, 2011.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S. & NEVES, J.C.L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p:487-494, 2005.