

## AValiação DA FERTILIDADE DO SOLO E DE HABITATS AQUÁTICOS NA AGROVILA DE MACAPAZINHO, CASTANHAL, PA

D. F. S. R. CARDOSO<sup>1</sup>, I. C. DA C. BARBOSA<sup>2</sup>, V. J. F. PINHEIRO<sup>3</sup>, E. R. M. DA SILVA<sup>3</sup>, R. R. DE L. RODRIGUES<sup>4</sup>

Universidade Federal Rural da Amazônia

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6896-7187><sup>1</sup>

[diicardoso18@gmail.com](mailto:diicardoso18@gmail.com)<sup>1</sup>

Submetido 20/07/2020 - Aceito 14/06/2021

DOI: 10.15628/holos.2021.10773

### RESUMO

No estado do Pará a agricultura familiar traz empregos e renda ao campo, por isso no estado se localizam várias agrovilas, como a de Macapazinho localizada no município de Castanhal, onde o uso dos recursos agrícolas e hídricos é rotina para várias famílias. O objetivo desta pesquisa foi avaliar resultados de análises de fertilidade em amostras coletadas em áreas agrícolas de pequenos produtores da agrovila e de verificar alterações antrópicas em habitats aquáticos nas margens

do rio Apeú, rio este que corta a agrovila e serve de recurso para os seus moradores. Os resultados demonstraram baixos índices de fertilidade em todas as áreas analisadas e a ineficiência do uso das áreas cultivadas. Observaram-se alterações nos habitats naturais em todos os cinco trechos analisados do rio Apeú, em destaque ao trecho do centro da agrovila de Macapazinho, o qual se demonstrou ser o mais afetado pelas atividades antrópicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura familiar, Sustentabilidade agrícola, PAR.

## TASSESSMENT OF SOIL FERTILITY AND AQUATIC HABITATS IN THE AGROVILLAGE OF MACAPAZINHO, CASTANHAL, PA.

### ABSTRACT

In Pará, family agriculture brings jobs and income to the countryside, that's why there are several agrovillages in the state, such as Macapazinho located in the municipality of Castanhal, where the use of agricultural and water resources is routine for several families. The objective of this research was to evaluate results of fertility analysis in samples collected from agricultural areas of small farmers of the agrovillage and to verify anthropic changes in aquatic habitats on the banks of the

Apeú river, a river that cuts through the agrovillage and serves as a resource for its inhabitants. The results showed low fertility indices in all analyzed areas and the inefficient use of cultivated areas. Alterations in the natural habitats were observed in all five sections of the Apeú River analyzed, especially the section in the center of the agrovillage of Macapazinho, which proved to be the most affected by anthropic activities

**KEYWORDS:** Family Farming, Agricultural sustainability, PAR.



## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo o censo agropecuário de 2006, a agricultura familiar já somava cerca de 84,4% do total dos estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2009). E pequenas propriedades rurais, em geral caracterizadas como agricultura familiar, são capazes de gerar e absorver expressiva quantidade de mão de obra e, conseqüentemente, promover renda para muitas famílias brasileiras (Riedner, Bertolini, Ribeiro & Brandalise, 2018).

Entretanto, o aumento da intensidade do uso do solo e a diminuição da cobertura vegetal nativa têm levado à degradação dos recursos naturais, como a diminuição da fertilidade e a desagregação do solo (Freitas, Casagrande, Oliveira, Campos & Oliveira, 2015). E os pequenos produtores, por fazerem uso do plantio convencional, acabam por desestruturá-lo, gerando maior desgaste e perda de nutrientes, afetando assim a produtividade das culturas (Pereira & Thomaz, 2015).

Outra problemática é que, a intensa atividade agrícola desenvolvida sobre áreas de mananciais potencializa a sua vulnerabilidade natural às contaminações (direta ou indireta), decorrentes das aplicações de agroquímicos (Sousa, Marques, Serra, Sousa & Figueiredo, 2018). O uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica e, conseqüentemente, os usos múltiplos da água alteram as características físico-químicas e ambientais não apenas dos corpos hídricos, mas também de suas margens e do seu entorno (Neto, Junior, Ucker & Lima, 2016). Como consequência dessas atividades ocorre a diminuição da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função das alterações no ambiente em aspectos físicos, químicos e na dinâmica natural das comunidades biológicas (Morais, Marques, Bessa, Souza & Melo, 2015).

Logo, a forma como a agricultura é conduzida define seu potencial de afetar o ambiente na qual está inserida, podendo ocorrer impactos ambientais de menor ou maior grau (Alencar, Azevedo & Candido, 2018). Por esse motivo, as discussões sobre a importância social, econômica e cultural da agricultura familiar na sociedade contemporânea voltaram às pautas, propiciando um ambiente favorável para o debate da importância dessas unidades produtivas para a agricultura e para a sociedade (Alves, Souto, Damasceno & Sousa, 2010).

Destacando-se por possuir tanto agricultura familiar quanto por estar situada em uma região relacionada a uma bacia hidrográfica, a agrovila de Macapazinho localiza-se no município de Castanhal, Estado do Pará. Sendo a sub-bacia do rio Apeú, um dos afluentes do rio Guamá e que se estende de Castanhal até dois municípios vizinhos (Inhangapí e Santa Isabel).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características de fertilidade do solo em propriedades de pequenos agricultores na agrovila de Macapazinho e realizar uma avaliação por meio do Protocolo de avaliação rápida de diversidade de habitats, nas margens do rio Apeú, em trechos próximos a agrovila de Macapazinho.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido na agrovila de Macapazinho localizada nas coordenadas 1° 23' 56,3" S e 47° 59' 10" W, distante 15,4 km do centro de Castanhal-PA. Caracterizada como área de exploração agrícola inteiramente familiar, onde o perfil do solo é classificado como argissolo vermelho-amarelo distrófico concrecionário (EMBRAPA, 1999). Onde o regime de chuvas segue valores mensais de precipitação sobre a Amazônia (média espacial), exibindo sazonalidade pronunciada com os máximos (atingindo 9 mm/dia) ocorrendo em fevereiro e março e mínimos (entre 2,6 e 2,2 mm/dia) em julho e agosto (De Souza et al., 2016).

As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 – 20 cm, segundo o "Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Água, Solo e Sedimentos" (Filizola, Gomes & Souza, 2006). A primeira coleta foi realizada no mês de agosto de 2018 e a segunda realizada no mês de abril de 2019. Assim, pode se obter medições em um período menos chuvoso e em um período mais chuvoso de acordo com o regime de precipitação pluviométrica da região

Consecutivamente, foram selecionadas 4 propriedades de agricultura familiar das quais foram coletadas as amostras. Os pré-requisitos dessas propriedades foram a proximidade com o rio Apeú, possuir até 1 hectare de área, utilização de manejo agrícola convencional com a total retirada dos restos culturais de produções passadas e a não ocorrência de análises e correção da fertilidade do solo. Quanto às amostragens, cada propriedade foi dividida em 3 áreas, onde foi obtida uma amostra composta por área. Totalizando 3 amostras representativas por propriedade. As propriedades selecionadas e suas culturas de produção podem ser vistas nas Figuras 1 e 2.



**Figura 1: (a) propriedade 1, produção de feijão e (b) propriedade 2, policultura.**

A propriedade 1 estava dividida em 3 áreas, na primeira área o cultivo era de feijão, como visto na Figura 1(a), na segunda área a produção era de açaí natural e não irrigado e a terceira área se encontrava em situação de pousio. Já na segunda campanha, o cultivo na primeira área mudou para mandioca, na segunda área permaneceu açaí e na terceira área havia um cultivo de banana. A propriedade 2 possuía um sistema de produção de policultura nas três áreas estudadas, isto é, cultivava várias culturas no mesmo espaço e ao mesmo tempo. Este tipo de produção se manteve nessa propriedade durante os dois períodos de coletas. Entre estas culturas estavam banana, coco, mandioca e maracujá como visto na Figura 1(b). As outras propriedades avaliadas possuíam apenas um sistema de monocultura, como visto na Figura 2.



Figura 2: (a) propriedade 3, produção de açaí e (b) propriedade 2, produção de mandioca.

O açaí é o principal cultivo explorado na propriedade 3 e por este ser uma cultura perene, se manteve o mesmo nos dois períodos de coletas. Por isso, esta propriedade é caracterizada por uma produção em sistemas de monocultura. Além disso, nota-se ainda nessa propriedade indícios de queima em parte do terreno, visto na Figura 2(a). A propriedade 4 por sua vez também possuía um sistema de produção pouco diversificado, sua cultura de interesse era apenas a mandioca Figura 2(b). Entretanto, na segunda campanha de coletas a produção de mandioca havia se encerrado e o solo encontrava-se em situação de pousio.

## 2.1 Análises laboratoriais

As análises laboratoriais ocorreram no Laboratório de Físico-Química de Solo e Água do Centro de Tecnologia Agropecuária (CTA), sediado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e foram utilizadas as referências de análises do “Manual de métodos de análise de solo da Embrapa” (Teixeira, Donagemma, Fontana & Teixeira, 2017). Os parâmetros determinados foram: pH (adimensional) que foi determinado por três extratores diferentes  $H_2O$ , KCl ( $1 \text{ mol.L}^{-1}$ ) e CaCl ( $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ ), condutividade elétrica (microsiemens por centímetro -  $\text{mS.cm}^{-1}$ ), umidade (grama por grama -  $\text{g.g}^{-1}$ ), acidez potencial (centimol de carga por quilograma -  $\text{cmolc.kg}^{-1}$ ), alumínio trocável (centimol de carga por quilograma -  $\text{cmolc.kg}^{-1}$ ), cálcio trocável (centimol de carga por quilograma -  $\text{cmolc.kg}^{-1}$ ), magnésio trocável (centimol de carga por quilograma -  $\text{cmolc.kg}^{-1}$ ), matéria orgânica (gramas por quilograma -  $\text{g.kg}^{-1}$ ) e granulometria. Os parâmetros fósforo trocável (centimol de carga por quilograma -  $\text{cmolc.kg}^{-1}$ ), sódio trocável (centimol de carga por quilograma -  $\text{cmolc.kg}^{-1}$ ) foram analisados separadamente no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Ocidental, sediado em Belém do Pará.

Os resultados obtidos após cálculos de média e desvio padrão geraram valores que foram interpretados segundo o Guia de Interpretação de Análise de Solo e Foliar, proposto por Prezotti & Guarçoni (2013). Este guia apresenta uma série de faixas classificatórias para resultados de análises físico-químicas de amostras de solos. Portanto, essas classificações serviram como referência para interpretação dos resultados obtidos em laboratório. Entretanto, não há faixas de classificação para o  $\text{Na}^+$ .

As faixas de classificações para os parâmetros pH ( $H_2O$ , KCl, CaCl) o pH em água é empregado por representar condições naturais, o pH em KCl proporciona resultados não influenciados pela variação de conteúdo de eletrólitos do solo e o pH em cloreto de cálcio é empregado por perceber a presença de ácidos fracos que podem existir no solo (Taniguchi, Serrano Souza & Nascimento, 2018), cálcio trocável ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio trocável ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio trocável ( $\text{K}^+$ ), alumínio trocável ( $\text{Al}^{3+}$ ), acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ), matéria orgânica (MO), CTC (capacidade de

troca catiônica), SB (soma de bases trocáveis), saturação de bases (V), saturação por alumínio (m) e condutividade elétrica (CE) estão expostas na Tabela 1.

**Tabela 1: Faixas de interpretação para análises de solos.**

Parâmetros (unidade)	Faixas de classificação.		
	Baixo	Médio	Alto
pH em H <sub>2</sub> O, pH em KCl (adimensional)	< 5,0	5,0 - 5,9	6,0 - 6,9
pH CaCl <sub>2</sub> (adimensional)	< 4,5	4,6 - 5,5	5,6 - 6,5
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 1,5	1,5 - 4,0	> 4,0
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 0,2	0,2 - 0,4	> 0,4
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 0,3	0,3 - 1,0	> 1,0
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 2,5	2,5 - 5,0	> 5,0
MO (dag.Kg <sup>-1</sup> )	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 4,5	4,5 - 6,0	> 6,0
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	< 2,0	4,5 - 10	> 10
V (%)	< 50	50 - 70	> 70
m (%)	< 50	50 - 70	> 70
CE (μS/cm)	Solo Normal <4000		Solo Salino ≥ 4000

Posteriormente esses resultados possibilitaram à obtenção de parâmetros de fertilidade do solo, são eles: capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (SB), saturação de bases (V) e saturação por alumínio (m). Esses parâmetros são gerados a partir de equações realizadas com os valores obtidos das análises físico-químicas. Esses parâmetros, suas unidades e suas equações estão dispostos na Tabela 2.

**Tabela 2: Descrição dos parâmetros de fertilidade do solo.**

Parâmetros	Descrição	Unidades	Equações
CTC	Capacidade de troca catiônica a pH 7	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	CTC = K <sup>+</sup> + Na <sup>+</sup> + Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> + (H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> )
SB	Soma de bases trocáveis	cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	SB = K <sup>+</sup> + Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> + Na <sup>+</sup>
V	Saturação por bases	%	V = (SB/CTC) * 100
m	Saturação por alumínio	%	m = (Al <sup>3+</sup> /(CTC-H <sup>+</sup> )) * 100

## 2.1 Protocolo de avaliação rápida (PAR) de diversidade de habitats

O protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats ou PAR, proposto por Callisto, Marques, Bessa, Souza & Melo, (2002) é capaz de informar o grau de conservação dos cursos d'água por meio da avaliação das condições ambientais de trechos de rios (Neto et al., 2016). O uso deste protocolo se mostra eficaz, pois para Morais et al. (2015), como consequência das atividades antrópicas, tem-se observado uma crescente perda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função de alterações no ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas.

O protocolo de avaliação rápida de habitats (PAR) é composto por 22 parâmetros avaliativos, destes os 10 primeiros avaliam as características dos pontos e impactos decorrentes de atividades antrópicas e são pontuados de 0 a 4. Enquanto os parâmetros seguintes de 11 a 22



buscam avaliar as condições de habitat e níveis de conservação dos ambientes e estes são pontuados de 0 a 5 (Lenke, Vilhara & Suarez, 2018). Posteriormente, após uma soma das notas, a pontuação final irá indicar o nível de preservação da área avaliada, onde de 0 a 40 pontos representaria um trecho impactado, de 40 a 61 trechos alterados e acima de 61 trechos naturais. O PAR foi aplicado em cinco áreas na extensão do rio Apeú, as áreas 1 e 2 estão localizadas mais a montante do rio e antes da agrovila de Macapazinho, a área 3 está localizado exatamente na agrovila de Macapazinho e, por fim, as áreas 4 e 5 se localizam mais a jusante do rio Apeú.

## 2.2 Análise estatísticas

Para avaliar os parâmetros físico e químicos das amostras solo nos diferentes períodos sazonais na área de estudo foi realizado o teste estatístico de comparação de média t de *Student* para amostras independentes, utilizando 5% de significância. Este teste é responsável por comparar médias entre duas amostras constatando se existe semelhança estatística entre as mesmas, de acordo com o valor de  $p$ . Sendo assim, para parâmetros que possuem  $p$  valor menor que 0,05 é desconsiderada a hipótese nula (Alves, 2017). Para a execução dos testes estatísticos foi utilizado o *software* R, que é gratuito e possui técnicas robustas para análise de dados.

## 3 RESULTADOS E DISCUSÕES

### 3.1 Análises físicas e químicas das amostras

As análises granulométricas possibilitam a classificação textural das amostras de solo, por meio da identificação das frações predominantes nas amostras de cada propriedade. Esta classificação é dada a partir da obtenção das porcentagens das frações areia, argila e silte do solo e posterior interpretação dessas porcentagens no triângulo textural de análise granulométrica, demonstrado por Souza, Portela, Lisboa & Bezerra (2017). Os resultados das análises granulométrica em porcentagem de areia, argila e silte, além das classificações texturais dos solos de cada propriedade estão dispostos na Tabela 3.

**Tabela 3: Classificação dos solos de cada propriedade.**

Propriedades	% de Areia	% de Argila	% de Silte	Classificação do Solo
1	75,4 ± 2,61	0,4 ± 0,05	24,2 ± 2,57	Franco Arenoso
2	78,3 ± 4,67	0,3 ± 0,05	21,4 ± 4,66	Franco Arenoso
3	73,7 ± 4,57	0,9 ± 0,91	25,4 ± 5,11	Franco Arenoso
4	78,6 ± 2,50	0,2 ± 0,04	21,2 ± 2,46	Franco Arenoso

Todas as propriedades apresentaram solos bastante arenosos, com porcentagens de areia entre 75 a 78%, as porcentagens de silte ficaram entre 21 a 24 % e as porcentagens de argila em todas as amostras não atingiram nem mesmo 1%. Após o uso dessas porcentagens no triângulo textural de classificação de solos, verifica-se que todos os solos são classificados como franco arenosos. Como característica desse tipo de textura está a maior suscetibilidade da ocorrência de processos erosivos, devido ao elevado índice de areia que apresenta alta porosidade e baixa resistência dos seus agregados, além de ser essa fração mais fácil de ser removida pela erosão hídrica superficial (Souza et al., 2017).

Quanto aos parâmetros físicos de umidade (%), pH em H<sub>2</sub>O, pH em KCl, pH em CaCl<sub>2</sub> e CE (μS/cm), organizados na forma em que “P” representa a identificação da propriedade (1 a 4) e A representa o número da área dentro da propriedade (1 a 3), estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Respostas físicas do solo.

Parâmetros	P1A1	P1A2	P1A3	P2A1	P2A2	P2A3	P3A1	P3A2	P3A3	P4A1	P4A2	P4A3
	Coleta 1											
Umidade (%)	9,7±	9,7±	11±	10,6±	10±	7,8±	12±	9,4±	12±	11±	11±	10±
	0,88	0,58	0,38	1,90	0,19	0,19	0,55	0,51	0,7	0,51	1,04	0,34
pH H <sub>2</sub> O	5,0±	4,8±	4,5±	4,7±	5,0±	5,0±	5,0±	5,3±	4,7±	5,2±	5,0±	4,8±
	0,04	0,04	0,01	0,11	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02
pH KCl	4,1±	3,9±	3,9±	3,9±	4,0±	3,9±	3,9±	4,0±	4,0±	4,1±	3,9±	3,9±
	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
pH CaCl <sub>2</sub>	3,9±	3,8±	3,8±	4,0±	4,1±	4,0±	4,1±	4,0±	3,9±	4,1±	4,1±	3,9±
	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
CE (μS/cm)	37±	44±	70±	84±	75±	58±	71±	42±	55±	43±	45±	48±
	1,82	0,95	1,73	1,63	1,21	0,53	4,17	0,23	1,32	0,36	2,40	3,16
Coleta 2												
Umidade (%)	20±	15±	17±	20±	19±	20±	18±	16±	14±	16±	16 ±	17±
	0,55	0,67	0,43	0,87	0,34	0,57	0,56	0,72	0,38	0,43	0,97	0,84
pH H <sub>2</sub> O	5,5±	5,0±	5, ±	4,9±	4,9±	4,8±	4,9±	5,0±	4,9±	4,8±	4,8±	4,5±
	0,05	0,08	0,04	0,03	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05
pH KCl	4,6±	4,5±	4,4±	4,4±	4,4±	4,4±	4,2±	4,3±	4,2±	4,2±	4,2±	4,1±
	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02
pH CaCl <sub>2</sub>	4,6±	4,5±	4,4±	4,4±	4,3±	4,3±	4,4±	4,1±	4,1±	4,3±	4,3±	4,1±
	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
CE (μS/cm)	98±	88±	69±	43±	50±	53±	62±	45±	46 ±	45±	50±	83±
	0,32	0,65	0,91	0,10	0,82	0,21	0,91	0,80	1,01	0,31	0,62	1,12

O parâmetro de umidade comportou-se obedecendo ao aumento de precipitação ocorrido no período da segunda coleta, tendo em alguns pontos resultados próximo do dobro em comparação a primeira coleta. Com isto, é de grande importância o conhecimento da resistência ao estresse hídrico de cada cultura escolhida para plantio, tanto no período com menor disponibilidade de água, quanto no período de maior disponibilidade. Segundo Leite & Faria (2016), alguns trabalhos de pesquisa mostram que o estresse hídrico induz forte desfolha nas plantas que leva a perdas de crescimento e de produção.

Os resultados obtidos para o parâmetro de pH, nas duas coletas, indicaram valores de pH ácido abaixo da faixa ideal (entre 5 e 5,9 para H<sub>2</sub>O e KCl e 4,5 e 5,5 para ClCl<sub>2</sub>). O que gera influência nos teores dos outros elementos do solo, pois alguns elementos têm sua disponibilidade aumentada com um pH mais alto e outros elementos tem sua disponibilidade diminuída (Silva, 2018). Assim, a baixa disponibilidade de nutrientes e a acidez nas camadas do solo não corrigidas podem afetar o desenvolvimento da planta e limitar a produção agrícola (Taniguchi et al., 2018). A condutividade elétrica em todas as amostras, demonstrou estar dentro do limite considerado de um solo normal e não salino como visto na Tabela 4. Característica positiva, pois em solos salinos, as raízes têm dificuldade de absorver água e nutrientes devido à elevada pressão osmótica proporcionada pelos sais, o que reduz a produção e leva a morte das plantas (Prezotti & Guarçoni 2013).

Quanto às análises químicas, os resultados obtidos (média  $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros químicos do solo, organizados na forma em que P representa a identificação da propriedade (1 a 4) e A representa o número da área dentro da propriedade (1 a 3), estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5: Respostas Químicas do solo.

Parâmetros	P1A1	P1A2	P1A3	P2A1	P2A2	P2A3	P3A1	P3A2	P3A3	P4A1	P4A2	P4A3
Coleta 1												
Unidade (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )												
Ca <sup>2+</sup>	0,40 $\pm$ 0,00	0,33 $\pm$ 0,06	0,43 $\pm$ 0,06	0,77 $\pm$ 0,06	1,40 $\pm$ 0,10	1,40 $\pm$ 0,10	1,70 $\pm$ 0,10	1,13 $\pm$ 0,15	0,87 $\pm$ 0,12	1,73 $\pm$ 0,15	1,43 $\pm$ 0,15	0,87 $\pm$ 0,06
Mg <sup>2+</sup>	0,60 $\pm$ 0,06	1,60 $\pm$ 0,06	0,63 $\pm$ 0,10	1,27 $\pm$ 0,10	1,27 $\pm$ 0,06	1,00 $\pm$ 0,15	1,03 $\pm$ 0,06	1,67 $\pm$ 0,15	1,53 $\pm$ 0,10	0,87 $\pm$ 0,10	1,10 $\pm$ 0,15	1,17 $\pm$ 0,06
Al <sup>3+</sup>	0,80 $\pm$ 0,00	1,30 $\pm$ 0,00	1,37 $\pm$ 0,06	1,00 $\pm$ 0,00	0,67 $\pm$ 0,06	0,90 $\pm$ 0,00	1,13 $\pm$ 0,06	1,43 $\pm$ 0,06	1,57 $\pm$ 0,06	1,20 $\pm$ 0,00	1,27 $\pm$ 0,06	1,30 $\pm$ 0,00
(H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> )	5,50 $\pm$ 0,11	7,68 $\pm$ 0,00	6,95 $\pm$ 0,11	7,92 $\pm$ 0,11	7,52 $\pm$ 0,00	8,25 $\pm$ 0,11	9,06 $\pm$ 0,11	8,65 $\pm$ 0,00	8,57 $\pm$ 0,11	8,00 $\pm$ 0,23	7,76 $\pm$ 0,11	6,39 $\pm$ 0,23
K <sup>+</sup>	0,017	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02
Na <sup>+</sup>	0,015	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,05	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01
Unidade (dag.Kg <sup>-1</sup> )												
MO	0,52 $\pm$ 0,28	0,52 $\pm$ 0,28	0,61 $\pm$ 0,28	0,94 $\pm$ 0,28	0,88 $\pm$ 0,28	0,83 $\pm$ 0,00	1,24 $\pm$ 0,00	1,27 $\pm$ 0,28	0,88 $\pm$ 0,28	0,83 $\pm$ 0,00	0,83 $\pm$ 0,00	0,88 $\pm$ 0,28
Coleta 2												
Unidade (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )												
Ca <sup>2+</sup>	1,08 $\pm$ 0,00	0,56 $\pm$ 0,07	0,64 $\pm$ 0,07	1,20 $\pm$ 0,00	1,32 $\pm$ 0,00	1,76 $\pm$ 0,07	1,64 $\pm$ 0,07	1,32 $\pm$ 0,12	1,00 $\pm$ 0,07	1,44 $\pm$ 0,00	2,60 $\pm$ 0,07	1,60 $\pm$ 0,07
Mg <sup>2+</sup>	0,12 $\pm$ 0,00	0,28 $\pm$ 0,07	0,40 $\pm$ 0,14	0,72 $\pm$ 0,00	0,64 $\pm$ 0,07	0,72 $\pm$ 0,12	1,88 $\pm$ 0,35	0,76 $\pm$ 0,18	0,60 $\pm$ 0,12	0,48 $\pm$ 0,00	0,96 $\pm$ 0,12	1,04 $\pm$ 0,07
Al <sup>3+</sup>	0,96 $\pm$ 0,06	0,93 $\pm$ 0,12	1,00 $\pm$ 0,10	0,93 $\pm$ 0,15	0,73 $\pm$ 0,06	1,07 $\pm$ 0,12	0,67 $\pm$ 0,06	1,00 $\pm$ 0,10	1,10 $\pm$ 0,10	1,27 $\pm$ 0,25	0,80 $\pm$ 0,10	1,03 $\pm$ 0,21
(H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> )	2,66 $\pm$ 0,09	3,58 $\pm$ 0,16	4,02 $\pm$ 0,19	5,32 $\pm$ 0,09	5,48 $\pm$ 0,25	5,32 $\pm$ 0,25	4,83 $\pm$ 0,19	6,68 $\pm$ 0,16	6,35 $\pm$ 0,16	5,27 $\pm$ 0,19	6,73 $\pm$ 0,06	4,67 $\pm$ 0,25
K <sup>+</sup>	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,06	0,04
Na <sup>+</sup>	0,09	0,12	0,09	0,04	0,06	0,02	0,05	0,05	0,07	0,04	0,05	0,02
Unidade (dag.Kg <sup>-1</sup> )												
MO	0,51 $\pm$ 0,63	0,22 $\pm$ 1,09	0,33 $\pm$ 1,09	1,05 $\pm$ 0,63	0,94 $\pm$ 0,63	1,34 $\pm$ 1,26	1,03 $\pm$ 1,66	0,94 $\pm$ 1,66	0,22 $\pm$ 1,09	0,36 $\pm$ 1,66	0,36 $\pm$ 0,63	0,52 $\pm$ 0,63

Os teores de cálcio trocável variaram entre as faixas de médio nos pontos P3A e PA4 e baixo nos pontos restantes no primeiro período de coleta. Já na segunda coleta os pontos P2C, P3A, P4B e P4C apresentaram teores de cálcio trocável médios, enquanto o resto dos pontos apresentaram valores considerados baixos. Isto pode ser uma problemática, já que segundo Ribelatto, Genu, Lustosa & Pott (2019), em solo ácido com baixo teor de Ca% o nutriente Ca<sup>2+</sup> não se encontra disponível para a planta, podendo provocar deficiências nutricionais nas plantas.

Os resultados de magnésio trocável se mostraram altos nos pontos P1A, P2A, P2B, P3B, P3C, P4B e P4C e médios nos pontos restantes da primeira coleta. Porém na segunda coleta apenas o ponto P3A demonstrou estar na faixa alta. Assim os pontos restantes se comportaram nas faixas média nos pontos P2A, P2B, P2C, P3B, P3C, P4B e P4C e baixa nos pontos restantes. Geralmente solos ácidos apresentam baixos teores de cálcio e magnésio trocáveis, e solos de boa fertilidade



maiores teores desses íons (Prezotti & Guarçoni, 2013). Quando o cálcio e magnésio trocáveis do solo estão baixos, os mesmos podem ser elevados com a utilização de calcário dolomítico o qual tem em sua composição mais de 12% de magnésio (Sobral, Barretto, Silva, Ilha & Anjos, 2015).

Os teores de alumínio trocável foram classificados como médio os pontos P1A, P2A, P2B e P2C referentes à primeira coleta e P1A, P1B, P1C, P2A, P2B, P2C, P3A, P3B e P4B referentes à segunda coleta. Enquanto todos os pontos restantes da primeira e segunda coleta apresentaram teores altos de alumínio trocável. A elevada saturação por alumínio, associada à baixa disponibilidade de cálcio e de magnésio nesses solos, limitam o desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas (Taniguchi et al., 2018).

Quanto à acidez potencial, todas as amostras da primeira coleta mantiveram seus valores classificados como altos acompanhando os resultados de pH e de alumínio trocável. Entretanto, na segunda coleta a maioria dos pontos se mantiveram na faixa considerada média, pois o valor de acidez potencial foi menor. Geralmente os valores de acidez potencial são maiores em solos ricos em matéria orgânica, principalmente se estes apresentarem baixos valores de pH (Prezotti & Guarçoni, 2013). Nesse contexto, com o aumento da acidez potencial em profundidade há limitação na expansão do sistema radicular, dificultando assim o acesso à água e aos nutrientes que se encontram nas camadas mais profundas do solo (Mantovanelli et al., 2016).

Os teores de matéria orgânica nas duas coletas foram classificados como baixos. Resultado desfavorável para as culturas, pois a permanência da matéria orgânica no solo está relacionada aos fatores de manejo, com destaque para a adubação nitrogenada em cobertura, capaz de aumentar a decomposição de compostos no solo (Potrich et al., 2014).

### 3.2 Análise da influência da precipitação sobre os parâmetros

Para o reconhecimento dos parâmetros físicos e químicos mais influenciados pelo aumento da precipitação no segundo período, as médias obtidas em cada propriedade passaram pela análise estatística do teste t de *Student*.

Quanto ao parâmetro de umidade, todos os resultados de *p* apresentaram valores menores que 0,05%. Logo a hipótese de diferença entre médias é aceita. Isto se deve ao aumento esperado da precipitação no segundo período, logo podem ocorrer influências sobre algumas culturas, pois trabalhos de pesquisa mostraram que o estresse hídrico como falta ou excesso de água, induz forte desfolha nas plantas, que levam a perdas de crescimento e de produção (Leite & Faria, 2016).

Os resultados pH em H<sub>2</sub>O não demonstraram diferenças significativas entre as médias dos dois períodos, em consonância aos resultados do pH em KCl no ponto 4 e com pH em CaCl<sub>2</sub> nos pontos 3 e 4. Quanto ao pH em KCl nos pontos 1, 2 e 3 e pH em CaCl<sub>2</sub> nos pontos 1 e 2 demonstraram diferenças entre os dois períodos estudados. Porém, as alterações nos valores observados não elevaram o pH a faixas mais adequadas. Em relação à condutividade elétrica, novamente todos os valores de *p* foram maiores que 0,05%. Logo, as médias se mantiveram estatisticamente iguais nos dois períodos de coletas, mostrando que não houve influência significativa da precipitação sobre este parâmetro.

Todos os valores de  $p$  para os parâmetros de cálcio, alumínio, potássio, matéria orgânica, além dos resultados das propriedades P1, P3 e P4 em relação ao parâmetro de magnésio e P4 em relação à acidez potencial, demonstraram serem estatisticamente iguais para as duas coletas. Portanto, não ocorreu alteração na disponibilidade desses elementos mesmo com o aumento da precipitação no segundo período, mantendo-se a necessidade de correção dos teores destes elementos. Apenas os valores de P2 no parâmetro magnésio e P1, P2 e P3 em relação à acidez potencial demonstraram diferenças estatísticas entre médias, destacando-se a queda de médias da acidez potencial no período de maior precipitação.

### 3.3 Avaliação dos parâmetros de fertilidade

Quanto aos parâmetros referentes à fertilidade dos solos cultivados pelos agricultores, os resultados obtidos referentes aos pontos nos dois períodos de coletas estão expostos na Tabela 6.

**Tabela 6: Resultados dos parâmetros de fertilidade do solo.**

Parâmetros	P1A1	P1A2	P1A3	P2A1	P2A2	P2A3	P3A1	P3A2	P3A3	P4A1	P4A2	P4A3
	Coleta 1											
CTC	7,32	10,9	9,40	10,9	10,8	11,5	12,9	12,9	12,5	11,8	11,5	9,75
SB	1,82	3,25	2,45	3,07	3,37	3,33	3,91	4,26	3,99	3,82	3,83	3,36
V	24,8	29,7	26,0	27,9	30,9	28,7	30,1	33,0	31,7	32,3	33,0	34,4
m	10,9	11,9	14,5	9,10	6,15	7,77	8,71	11,0	12,5	10,1	10,9	13,3
	Coleta 2											
CTC	4,85	5,41	6,10	8,21	8,21	8,90	11,0	9,79	9,09	8,49	11,1	8,38
SB	2,19	1,83	2,08	2,89	2,73	3,58	6,24	3,11	2,74	3,22	4,42	3,71
V	45,1	33,7	34,1	35,1	33,2	40,2	56,3	31,7	30,1	37,9	39,6	44,2
m	19,7	17,2	16,3	11,3	8,90	12,0	6,06	10,2	12,1	14,9	7,17	12,2

Os valores da capacidade de troca de cátions (CTC) foram classificados de médios a altos nas duas coletas para todos os pontos exceto P1A e P1B da segunda coleta, essa característica demonstra a alta capacidade do solo em adsorver cátions trocáveis. Entretanto, devido aos resultados encontrados de pH baixos e de baixos teores de nutrientes como  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , nota-se que essa capacidade do solo em reter cátions está sendo ocupada por elementos como  $\text{H}^+$ . Isto acontece, porque os cátions na CTC das partículas do solo são facilmente trocáveis com outros cátions e, como resultado, são disponíveis para as plantas (Teixeira et al., 2017). Assim, sendo a quantidade total de cargas negativas do solo praticamente constante, quanto maior a quantidade de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{H}^+$  e  $\text{Na}^+$  no solo menor e a quantidade de cargas negativas disponíveis para adsorver as bases  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , que são os nutrientes requeridos pelas plantas (Prezotti & Guarçoni, 2013).

Quanto aos resultados de soma de base (SB) todos os valores nas duas coletas foram classificados como médios. Entretanto, as classes de interpretação para a soma de bases (SB) são genéricas e sem aplicação prática, sendo estimadas para auxiliar nos cálculos da CTC e saturação por bases (V) (Prezotti & Guarçoni, 2013). Quanto aos valores obtidos de saturação de bases (V) todos estes nas duas coletas foram classificados como baixos. Segundo Teixeira et al. (2017), o valor V ou V% indica a proporção da CTC do solo que é preenchida pelas bases trocáveis. Sendo assim, em consonância as análises de CTC alto, as baixas concentrações de bases podem significar a presença dos íons  $\text{H}^+$ , proveniente da acidez do solo, na outra porção do solo não preenchida

pelas bases trocáveis. Logo, para este caso recomenda-se a calagem, que é a adição de calcário no solo visando o aumento de pH e da saturação por bases, pois ao se elevar a saturação por bases do solo com a calagem, há uma redução proporcional do  $H^+ + Al^{3+}$ , reduzindo-se assim a acidez do solo (Prezotti & Guarçoni, 2013).

Os resultados obtidos de saturação por alumínio (m) foram classificados como baixos em todos os pontos nos dois períodos de coletas, demonstrando que ainda não ocorrerá toxidez por alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) as culturas plantadas nestas áreas. Entretanto, devido aos baixos valores de pH ressalta-se a necessidade de correção visando a redução dos teores de alumínio trocáveis.

A partir dos resultados físico-químicos observa-se que todas as propriedades agrícolas avaliadas demonstraram problemas quanto à fertilidade em seus solos. Isto é evidenciado pelos baixos teores de elementos considerados benéficos para plantas como cálcio, magnésio, potássio trocáveis e a matéria orgânica. Assim como pelos baixos valores de pH indicando solos ácidos e com teores de alumínio trocável elevados, que é um elemento tóxico as culturas plantadas. Logo, o estado atual da fertilidade destas propriedades demonstra a ineficiência do tipo de manejo agrícola adotado, neste caso o convencional, e indica que ao passo que este tipo de produção se mantenha a perda da capacidade produtiva nestas áreas pode vir a ocorrer.

### 3.4 Protocolo de avaliação rápida (PAR)

A partir da aplicação do protocolo de Callisto et al. (2002), cada área obteve suas pontuações após as avaliações de suas características em relação a cada parâmetro avaliado. Os parâmetros que buscam verificar as atividades antrópicas sobre e a condição de habitat natural do rio Apeú resultaram nos seguintes resultados expostos na Tabela 7.

**Tabela 7: Primeiro protocolo de avaliação PAR.**

Parâmetros	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Parâmetros	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
1	4	4	0	0	0	12	0	0	2	2	0
2	2	4	0	2	2	13	0	0	0	2	0
3	2	2	0	2	2	14	0	3	0	0	0
4	2	4	0	4	4	15	2	3	5	0	0
5	4	4	4	4	4	16	2	5	3	2	2
6	4	4	4	4	2	17	5	5	2	5	5
7	2	2	2	2	4	18	5	5	2	5	5
8	4	4	4	4	4	19	3	3	0	2	2
9	4	4	4	4	4	20	3	5	3	5	3
10	2	2	2	2	2	21	3	3	0	3	3
11	3	5	2	5	5	22	3	3	0	3	3

O parâmetro 1 refere-se ao tipo de ocupação das margens do rio e nota-se que as áreas 1 e 2 não possuíam ocupação doméstica nas margens, mas esta era uma característica presente nas áreas 3, 4 e 5 (Figura 3a). Logo, essas áreas receberam as menores pontuações nesse parâmetro. O parâmetro 2 referente a presença de erosão nas margens, indica que apenas a área 2 não possuía erosão. Assim apenas esta área recebeu nota máxima, enquanto as áreas 1, 3, 4 e 5 alcançaram notas médias por apresentarem erosões nas margens, como vistos na Figura 3b.

Já o parâmetro 3, referente a presença de alterações antrópicas, demonstra que todas as áreas haviam sido alteradas de alguma forma, em destaque a área 3 que recebeu nota mínima. Isto se explica por esta área possuir a presença de uma ponte, um trapiche e por ser um porto para pequenas embarcações, como visto na Figura 3c. Quanto ao parâmetro 4, que diz respeito a cobertura vegetal no leito do rio, as áreas 2, 4 e 5 receberam notas máximas por possuírem cobertura vegetal, já nas áreas 1 e 3 observou-se que a vegetação foi retirada (Figura 3c).

O parâmetro 5 refere-se a odor da água e o parâmetro 6 refere-se à oleosidade da água. Para estes dois parâmetros todas as áreas receberam notas máximas, pois a água não apresentou odor e oleosidade. Acompanhando os parâmetros 8 e o parâmetro 9 referentes ao odor e oleosidade do sedimento do fundo do rio, respectivamente, em todos os trechos esses parâmetros atingiram notas máximas, isto pois não se observou odor e oleosidade no sedimento do fundo do rio, a ausência de oleosidade na água pode ser vista na Figura 3d. Quanto aos parâmetros 7 e 10, respectivamente sobre a transparência turva da água e tipo de fundo, as características observadas são as típicas dos rios amazônicos.



Figura 3: (a) construções antrópicas nas proximidades das margens, (b) erosão nas bordas do rio, (c) ponte e trapiche de Macapazinho e (d) água sem oleosidade.

O parâmetro 11 referente ao tipo de fundo, nota-se que as áreas 2, 4 e 5 alcançaram boas pontuações por possuírem vegetação, trocos e folhas que diversificam os habitats aquáticos (Figura 4a). Enquanto as áreas 1 e 3 apresentam pontuações mais baixas, devido a limpeza das margens pelos moradores, como visto na Figura 4b. Quanto aos parâmetros 12 referente e 13, referentes a extensão e frequência dos rápidos respectivamente, nota-se que são áreas de turbulência onde a velocidade do rio aumenta. Logo, percebe-se que esses são quase inexistentes e com isso conferem notas baixas aos parâmetros 12 e 13.

O parâmetro 14 refere-se ao tipo de substrato no leito. Com exceção da área 2, todas as outras áreas alcançaram notas baixas, pois o fundo possuía pedras ou restos de construções humanas (Figura 4c). O parâmetro 15 referente à deposição de lama mostra que apenas a área 3 alcançou nota máxima, enquanto as áreas 4 e 5 atingiram notas mínimas pela presença de lama nos seus leitos. Já o parâmetro 16 que analisa depósitos sedimentares, observou-se deposição moderada de pedras, areia ou lama nas margens das áreas 1, 3, 4 e 5 como vista na Figura 4d.



O parâmetro 17 refere-se à interferência no canal do rio, onde todos os trechos exceto o 3, apresentaram notas máximas, pois não havia desvios nestas áreas. Quanto ao parâmetro 18 referente à normalidade do fluxo de água do rio, nota-se novamente que todos os pontos, exceto o ponto 3, atingiram notas máximas. Os desvios no fluxo da água na área 3 é explicado pela ponte e o trapiche presentes nesta área.

Os parâmetros 19 referente à presença de mata ciliar, 21 referente à extensão da mata ciliar e o parâmetro 22 que analisa a presença de plantas aquáticas nas margens, alcançaram notas médias nas áreas 1, 2, 4 e 5 e a nota 0 na área 3. Em todas as áreas parte da mata ciliar havia sido retirada, porém a área 3 se destacou pela retirada quase total da mata nas duas margens, como visto na Figura 4b. O parâmetro 20 tem relação com a estabilidade das margens, nele as áreas atingiram notas médias por ainda possuírem margens relativamente estáveis.

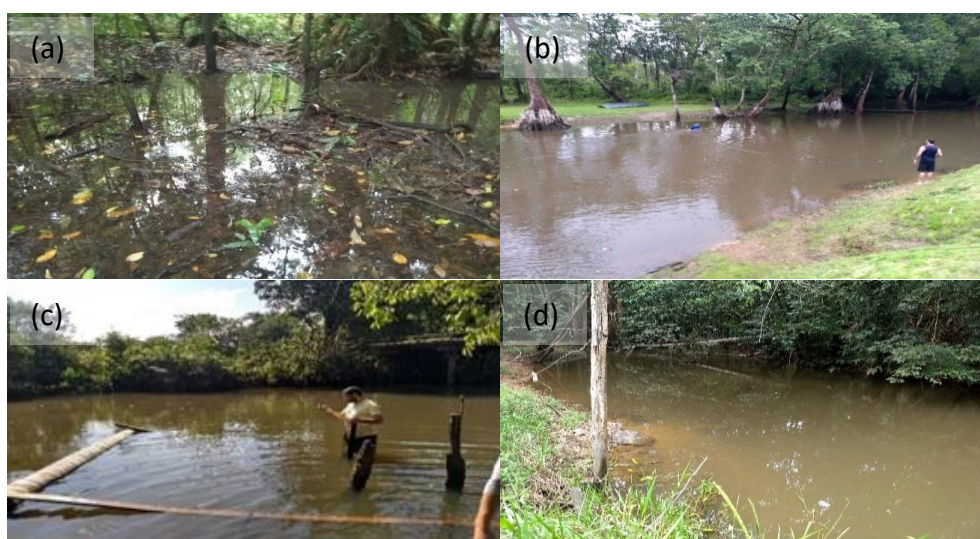


Figura 4: (a) presença de troncos e folhas, (b) margens limpas, ausência de plantas aquáticas e pouca mata ciliar, (c) restos de construções humanas e (d) areia e cascalho nas margens.

Para uma avaliação geral do protocolo proposto por Callisto et al. (2002) fez-se uma soma geral de pontos e o resultado final é utilizado para diagnosticar o estado do ambiente estudado. A partir disto foi possível classificá-lo, conforme visto na Figura 5.

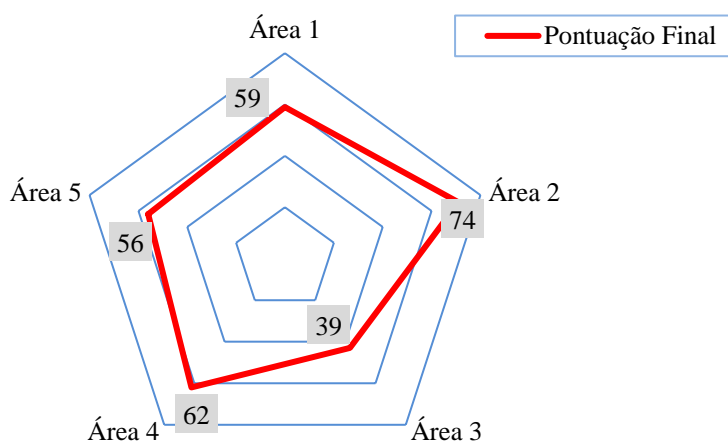


Figura 5: Gráfico de radar com o somatório dos pontos obtidos por cada área de aplicação do PAR.

Após a soma das notas obtidas segundo o PAR pode-se interpretar os resultados, comparar e classificar as áreas avaliadas. As áreas 2 e 4 foram classificadas como naturais por possuírem pontuações acima de 61 pontos. Com isto observa-se nestas áreas a presença de alterações no ambiente natural de menor grau e ressalta-se a importância da manutenção destas áreas. As áreas 1 e 5 foram consideradas como alteradas estando no intervalo entre 41 e 60 pontos. Nestas áreas a presença de construções antrópicas e a deposição de lama e areia indicam mudanças no ambiente natural e a influência humana nestas mudanças. E em destaque a área 3, localizada na agrovila de Macapazinho, que foi classificada como impactada com nota abaixo de 40 pontos. Isto se explica com os parâmetros que evidenciam a retirada de parte da mata ciliar, a erosão existente nas margens e alta atividade antrópica como balneário e parada de barcos.

Ressalta-se ainda que a pressão das atividades antrópicas aliadas as atividades agrícolas nas proximidades da bacia estudada podem provocar ainda mais alterações no ambiente natural. O lixiviamento de sedimentos sólidos em solos arenosos, como o encontrado em Macapazinho, e sem cobertura protetora podem provocar assoreamento nas margens do rio, pois solos arenosos possuem baixa estabilidade de agregados, porosidade total composta predominantemente por macroporos e baixa capacidade de retenção de água, o que os tornam mais suscetíveis à degradação física (Arcoverde et al., 2015).

Outro ponto é a retirada da vegetação, muitas vezes com a utilização de queimadas, que danificam tanto a qualidade fértil do solo quanto desprotege as margens, tornando-as susceptíveis a erosão. Alguns pesquisadores constataram a redução da qualidade de solos ocorrendo a partir da intensificação do uso e atribuíram o fato ao baixo aporte de resíduos vegetais e à intensa mobilização mecânica, que é o deslocamento do solo para outras áreas (Arcoverde, et al., 2015). Além da preocupação com uso de químicos tanto para correção da fertilidade, quanto para o combate a pragas, pois os agroquímicos estão entre os poluentes orgânicos mais nocivos ao meio ambiente e a uma vulnerabilidade natural dessas áreas às contaminações (direta ou indireta) decorrentes das aplicações de agroquímicos (Sousa et al., 2018).

O protocolo de avaliação rápida (PAR) de diversidade de habitats indicou a existência da influência antrópica nas margens do rio Apeú, devido principalmente às observações das construções domésticas nas margens como esgotos, trapiches ou pontes, além da própria retirada da cobertura lateral do rio. O PAR se demonstrou eficaz para o monitoramento de áreas ou trechos de rios degradados e possibilitou à identificação dos pontos críticos que merecem atenção imediata de ações voltadas a recuperação do ambiente natural.

#### 4 CONCLUSÃO

Após o apresentado, conclui-se que a insustentabilidade das práticas agrícolas nestas áreas coloca em risco a continuidade do uso destas na agricultura para os próximos anos e além disso, que esse tipo de manejo está gerando alterações físicas sérias nas áreas observadas do rio Apeú. Portanto, ascende-se o alerta para que as ações de manejo agrícolas futuras e manutenção do curso do rio Apeú, para que estas sejam mais conscientes sobre a seu reflexo no ambiente.

Ademais se ressalta a importância de se entender o contexto social da agricultura na região, avaliando questões culturais, educacionais e de assistência governamental nas quais esses



agricultores estão inseridos. Além disso, ações públicas devem ser organizadas para indicar a esses agricultores os manejos que podem ser adotados, respeitando a naturalidade ambiental. E por fim, ter subsídios que possibilitem tomadas de decisões tanto de agricultores, quanto de agentes públicos.

## 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos agricultores que permitiram a avaliação dos solos em suas propriedades: Sr. José Lameira da Silva, Sr. Albino Pereira Andrade, Sr<sup>a</sup>. Fabiane dos S. Silva e Sr. Lucas F. Sousa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) e a Pró-Reitoria de Ensino (UFRA) pela concessão de bolsas para a realização desta pesquisa. A Universidade Federal Rural da Amazônia. Ao Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos. Ao Centro de Tecnologia Agropecuária, pelas análises das amostras de solos. Ao projeto “Modelagem e caracterização das sub-bacias do rio Guamá (Apeú e Inhagapi), visando à avaliação dos impactos antrópicos: social, econômico e ambiental” (nº 022017-788/PROPED/UFRA).

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar, I. C. W., Azevedo, P. V., & Candido, G. A. (2018). Avaliação da Sustentabilidade dos Agroecossistemas Familiares que Produzem Coco-da-Baía em Monocultivo e Policultivo no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa-PB. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 886-903.
- Alves, G. S., Souto, J. S., Damasceno, M. M., & Sousa, J. S. (2010). Agricultura familiar e meio ambiente: práticas agrícolas e degradação ambiental no município de Várzea – PB. *Revista Scientia Plena*, v. 6, n. 9.
- Alves, M. C. Teste t de Student. Universidade de São Paulo. Piracicaba. (2017). Disponível em: <[http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste\\_t.pdf](http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- Arcoverde, S. S., Salvino, A. M., Olszewski, N., Melo, S. B. M., Cunha, T. J. F., Giogo, V., & Pereira, J. S. (2015). Qualidade física de solos em uso agrícola na região semiárida do estado da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 5. <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140282>.
- Callisto, M., Ferreira, W. R., Moreno, P., Goulart, M., & Petrucio, M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa. (MG-RJ). *Revista Acta Limnologica, Brasiliensis*, v. 14, n. 1. Disponível em: <<http://www.ablimno.org.br/publiActa.php?issue=v14n1>>.
- De Souza, E. B., Carmo, A. M. C., Moares, B. C., Nacif, A., Ferreira, D. B. da S., Rocha, E. J. P., & Souza, P. J. de O. P. (2016). Sazonalidade da precipitação sobre a Amazônia legal brasileira: clima atual e projeções futuras usando o modelo REGCM4. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S.l.], v. 18. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabcli ma/article/view/43711>>. Acesso em: 18 jan. 2020.



- EMBRAPA. Mapa de solos do município de Castanhal - Pará. (1999). [S. l.: s. n.], 1 mapa. Escala 1:100.000.
- Filizola, H. F., Gomes, M. A. F., & Souza, M. D. (2006). Manual de Procedimentos de Coleta de Amostras em Áreas Agrícolas para Análise da Qualidade Ambiental: Água, Solo e Sedimentos. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, SP.
- Freitas, L., Casagrande, J. C., Oliveira, I. A., Campos, M. C. C., & Oliveira, V. M. R. de. (2015). Atributos químicos de latossolo vermelho submetido a diferentes manejos. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 229 – 240. DOI: 10.5380/rev.v45i2.30104.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Agricultura familiar ocupava 84,4% dos estabelecimentos agropecuários. IBGE. (2009). Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/13721-asi-agriculturarfamiliar-ocupava-844-dos-estabelecimentos-agropecuarios.html>>. Acesso em: 20 mai. 2018.
- Leite, M. C. R. Jr., & Faria, M. A. (2016). Utilização da irrigação no controle do potencial matricial de água no solo e sua influência na produtividade do cafeeiro. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 533-544.
- Lemos, R. C., & Santos, R. D. (1996). Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP.
- Lenke, A. P., Vilhara, K. N., & Suarez, Y. R. (2018). Comparação entre o índice de qualidade da água e um protocolo de avaliação rápida em dois córregos do município de Naviraí/MS. Revista online de extensão e cultura - Realização. p. 87-92, Dourados. DOI 10.30612/re-ufgd.v5i9.8583.
- Mantovanelli, B. C., Campos, M. C. C., Alho, L. C., Francisco, U., Nascimento, M. F., & Santos, L. A. C. (2016). Distribuição espacial dos componentes da acidez do solo em área de campo natural na região de Humaitá, Amazonas. Revista de Ciências Agroambientais, v. 14, n. 1, p. 01-09.
- Morais, P. B., Marques, O. B., Bessa, G. F., Souza, F. M. P., & Melo, W. G. P. (2015). O uso de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para avaliação da integridade ambiental de um trecho urbano do Córrego Sussuapara, Tocantins, Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v. 6, n. 2, p. 192-205. DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2015.002.0014.
- Neto, G. T. R., Junior, M. G. S., Ucker, F. E., & Lima, M. L. (2016). Aplicação do protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental para avaliação do estado de conservação do córrego caveirinha, Goiânia - GO. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, v. 10, p. 26-43.
- Pereira, A. A., & Thomaz, E. L. (2015). Atributos químicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso e manejo no município de Reserva – PR. Revista Caminhos de Geografia Uberlândia v. 16, n. 55, p. 186-194.
- Potrich, D. C., Marchetti, M. E., Potrich, D. C., Ensinas, S. C., Serra, A. P., Silva, E. F., & Souza, N. H. (2014). Decomposição de resíduos culturais de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses



de nitrogênio. Revista Semina: Ciências Agrárias, v. 35, p. 1751-1760. DOI: 10.5433/1679-0359.2014 v35n4p1751.

Prezotti, L. C., & Guarçoni, A. M. (2013). Guia de interpretação de análise de solo e foliar. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. Vitória, ES.

Ribelatto, P. J. C., Genu, A. M., Lustosa, S. B. C., & Pott, C. A. (2019). Atributos químicos do solo e produção de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Investigación. Revista Agraria, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 108-116. ISSN 2305-0683. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.18004/investig.agrar.2019.di.ciembre.108-116>>.

Riedner, L. N., Bertolini G. R. F., Ribeiro, I., & Brandalise, L. T. (2018). Avaliação da dimensão ambiental da sustentabilidade da agricultura familiar no oeste do estado do Paraná. Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 52-71.

Silva, S. B. E. (2018). Análise de Solo para Ciências Agrárias. 2ª edição, Edufra, Belém.

Sobral, L. F., Barretto, M. C. V., Silva, A. J., Ilha, A. J., & Anjos, J. L. (2015). Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo. Embrapa Tabuleiros Costeiros Aracaju, SE.

Sousa, D. G., Marques, D. J. S., Serra, R. B. G., Sousa, A. C., & Figueiredo, G. J. A. (2018). Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do rio Gramame, João Pessoa (PB). Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, V. 13, n. 2, p. 332-339.

Souza, L. C., Portela, A. K. O., Lisboa, G. S., & Bezerra, J. F. R. (2017). Caracterização granulométrica dos solos em processos erosivos na bacia do rio Anil, ilha do Maranhão. DOI - 10.20396/sbgfa.v1 i2017.2596 - ISBN 978-85-85369-16-3.

Taniguchi, C. A. K., Serrano, L. A. L., Souza, L. F. R. A., & Nascimento, J. C. (2018). Efeitos do Alumínio no Desenvolvimento de Mudas de Cajueiro. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230 p.

**COMO CITAR ESTE ARTIGO:**

Cardoso, D. F. S. R., Barbosa, I. C. da C., Pinheiro, V. J. F. P., Silva, E. R. M. da., Rodrigues, R. R. de L. (2021) Avaliação da fertilidade do solo e de habitats aquáticos na agrovila de Macapazinho, Castanhal, PA. *Holos*. 37 (3), 1-19.

**SOBRE OS AUTORES****D. F. S. R. CARDOSO**

Atualmente é aluno graduando do curso de Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), estando cursando o 6º semestre no período matutino, já tendo sido aprovado em disciplinas das áreas de solos, cálculo, zootecnia, geoprocessamento, entre outras. Foi estagiário do Centro de Tecnologia Agropecuária (CTA) instituição de pesquisa da UFRA campus Belém, onde atuou no laboratório de química, realizando trabalhos de análise de qualidade de água e fertilidade de solos agrícolas. Foi bolsista CNPq no ciclo 2018/2019 atuando na área de pesquisa e extensão, quando exerceu de acordo com o projeto, atividades de avaliação de fertilidade de solos agrícolas na agrovila de Macapazinho (Castanhal, Pará) e avaliação da alteração antrópica em trechos do rio Apeú (Castanhal, Pará).

E-mail: [diicardoso18@gmail.com](mailto:diicardoso18@gmail.com)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6896-7187>

**I. C. DA C. BARBOSA**

Possui o título de graduação em Licenciatura Plena em Ciências com Habilitação em Química pela Universidade Federal do Pará (2005 - 2009), Belém- Pará e o título de Mestrado em Química: área de concentração em Química Analítica pela mesma instituição (2009 - 2011). Possui o título de especialista em Metodologia do Ensino de Biologia e Química (Uniter), especialista em Educação a Distância: Gestão e Tutoria (Uniasselvi) e especialista em Ludopedagogia (Uniasselvi). Já atuou como professor-tutor à distância no curso à distância de METALURGIA pela Escola Técnica Aberta do Brasil (E-TEC BRASIL) e Instituto Federal do Pará (IFPA) entre os anos de 2010 e 2013. Também atuou como professor AD-4 - Química pela Secretária Estadual de Educação do Estado do Pará entre 06/2011 a 11/2012. Atualmente, trabalha como professor efetivo (Adjunto II) - Área: Química - pela Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus Belém) de 11/2012 até a presente data. Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (04/2017 até 12/2020).

E-mail: [ivan.barbosa1212@gmail.com](mailto:ivan.barbosa1212@gmail.com)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7358-5789>

**V. J. F. PINHEIRO**

Tem experiência na área de Agronomia. Treinando voluntário no Centro de Tecnologia Agropecuária-CTA/UFRA. Voluntário de Iniciação Científica PIVIC/UFRA. Monitor remunerado de Química Analítica/Aplicada no CTA/UFRA.

E-mail: [valdecijr04091997@gmail.com](mailto:valdecijr04091997@gmail.com)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7190-8265>

**E. R. M. DA SILVA**

Engenheiro Ambiental e de Energias Renováveis. Atualmente é Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Federal do Pará. Participou em atividades no Projeto de extensão Desenvolvimento Local Integrado: A Socioeconomia, Proteção e Reabilitação Ambiental da Microbacia do Rio Guamá, Pará, Brasil (Nº PROEX 006/2014 PROJETO RIO GUAMÁ), na etapa de análise e monitoramento da qualidade da água do Rio Guamá. Participou do Projeto Vale do Acará Desenvolvimento local: A geração de trabalho, renda e alimentos em comunidades do Vale do Acará, Pará, Brasil (Nº PROPED 012017-659). Atualmente faz parte da equipe de monitoramento e avaliação da qualidade da água do Rio Apeú, Castanhal-PA, no projeto intitulado Restauração e Recomposição da Flora e Fauna e o Monitoramento da Qualidade da Água do Rio Apeú. Possui experiência em análises de solos, análises físico-químicas e químicas de qualidade da água. Possui conhecimentos e experiências nas áreas de Geoprocessamento e



Sensoriamento Remoto.

E-mail: [emersonrvs255@gmail.com](mailto:emersonrvs255@gmail.com)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8643-0826>

#### R. R. DE L. RODRIGUES

Profissional em formação em Engenharia Florestal. Busca sempre assimilar e aprimorar novos conhecimentos e possui boas relações interpessoais. Possui inglês avançado, tendo uma ótima facilidade na fala e escrita, além de possuir um bom conhecimento em informática. Possui como objetivo trabalhar em sua área de graduação e aperfeiçoar cada vez mais seus conhecimentos ganhos provenientes a ela.

E-mail: [drigo27lima@gmail.com](mailto:drigo27lima@gmail.com)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9541-705X>

**Editor(a) Responsável:** Anísia Galvão

**Pareceristas Ad Hoc:** FRANCISCO CARVALHO MOREIRA E ANDRÉ OLIVEIRA

