

Caracterização de morfotipos de *Copaifera reticulata* Ducke e sua correlação com atributos de qualidade química do solo

Characterization of *Copaifera reticulata* Ducke morphotypes and their correlation with soil chemical quality attributes

Caracterización de los morfotipos de *Copaifera reticulata* Ducke y su correlación con los atributos de calidad química del suelo

Recebido: 25/07/2022 | Revisado: 09/08/2022 | Aceito: 13/08/2022 | Publicado: 22/08/2022

Osmar Alves Lameira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8562>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: osmar.lameira@embrapa.br

Iracema Maria Castro Coimbra Cordeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9181-264X>

Fazenda Agroecológica São Roque, Brasil

E-mail: iracema3c@gmail.com

Meiciane Ferreira Campelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-4377>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: meicianecampelo@gmail.com

Resumo

A caracterização morfológica de uma espécie contribui para melhor identificação dos morfotipos, além de subsidiar a produção de alimentos, condimentos fitoterápicos e estéticos. No gênero *Copaifera*, dentre as diferentes espécies, a *Copaifera reticulata* Ducke possui morfotipos que necessitam ser caracterizados para melhor serem aproveitados e conservados. Nesse sentido, o trabalho teve por objetivo identificar e caracterizar morfologicamente as cascas de indivíduos de *Copaifera reticulata*, por meio da descrição anatômica e correlacioná-las com as características edáficas, em uma área de floresta manejada, localizada no município de Moju, Pará. A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Agroecológica São Roque, Moju, PA, onde, para identificação e caracterização das cascas foram selecionados 10 indivíduos, os quais foram coletadas amostras de cascas (14 cm de comprimento x 10 cm de largura) e analisadas as variáveis, forma do fuste da árvore, cor da casca, superfície da casca, presença ou ausência de lenticelas, depressões, estrias, desprendimento de placas, fendas e presença ou ausência de espinhos e fungos nas cascas. Para a correlação das cascas com as características edáficas, foi realizada a coleta de solo e analisadas as variáveis MO (g/Kg), pH (água), P, K, Na, Ca, Ca+Mg e H + Al. Os resultados mostraram que as variáveis MO (g/Kg), pH (água), K, Ca, Ca+Mg e H + Al apresentaram correlação com as cascas de árvores de *C. reticulata*, enquanto as variáveis P e Na não obtiveram correlação com nenhuma variável relacionada às cascas de indivíduos de copaíba. Conclui-se que ocorreu diferença entre os indivíduos de *C. reticulata*, com base em características morfológicas da casca, servindo para identificação e caracterização de morfotipos dentro da espécie, bem como, os morfotipos de copaíba foram influenciados pelas características edáficas do local de crescimento das árvores, existindo uma correlação.

Palavras-chave: Copaíba; Cascas; Solo; Correlação.

Abstract

The morphological characterization of a species contributes to better identification of morphotypes, in addition to supporting the production of food, herbal and aesthetic condiments. In the *Copaifera* genus, among the different species, *Copaifera reticulata* Ducke has morphotypes that need to be characterized in order to be better utilized and conserved. In this sense, the work aimed to identify and morphologically characterize the bark of individuals of *Copaifera reticulata*, through anatomical description and to correlate them with edaphic characteristics, in a managed forest area, located in the municipality of Moju, Pará. The research was carried out at the São Roque Agroecological Farm, Moju, PA, where, for the identification and characterization of the bark, 10 individuals were selected, which were collected samples of bark (14 cm long x 10 cm wide) and analyzed the variables, shape tree stem, bark color, bark surface, presence or absence of lenticels, depressions, streaks, loosening of plates, cracks and presence or absence of thorns and fungi in the bark. For the correlation of the bark with the edaphic characteristics, the soil was collected and the variables MO (g/Kg), pH (water), P, K, Na, Ca, Ca+Mg and H + Al were analyzed. The results

showed that the MO (g/Kg), pH (water), K, Ca, Ca+Mg and H + Al variables were correlated with *C. reticulata* tree bark, while the P and Na variables were not correlated with any variable related to the bark of individuals from Copaiba. It is concluded that there was a difference between individuals of *C. reticulata*, based on morphological characteristics of the bark, serving to identify and characterize morphotypes within the species, as well as the morphotypes of copaiba were influenced by the edaphic characteristics of the growth site of the trees, existing a correlation.

Keywords: Copaiba; Shells; Soil; Correlation.

Resumen

La caracterización morfológica de una especie contribuye a una mejor identificación de morfotipos, además de apoyar la producción de condimentos alimenticios, herbales y estéticos. En el género *Copaifera*, entre las diferentes especies, *Copaifera reticulata* Ducke presenta morfotipos que es necesario caracterizar para su mejor aprovechamiento y conservación. En este sentido, el trabajo tuvo como objetivo identificar y caracterizar morfológicamente la corteza de individuos de *Copaifera reticulata*, mediante descripción anatómica y correlacionarlos con características edáficas, en un área forestal manejada, ubicada en el municipio de Moju, Pará, en la Finca Agroecológica São Roque, Moju, PA, donde, para la identificación y caracterización de la corteza, se seleccionaron 10 individuos, de los cuales se recolectaron muestras de corteza (14 cm de largo x 10 cm de ancho) y se analizaron las variables, forma del árbol tallo, color de la corteza, superficie de la corteza, presencia o ausencia de lenticelas, depresiones, vetas, desprendimiento de placas, grietas y presencia o ausencia de espinas y hongos en la corteza. Para la correlación de la corteza con las características edáficas, se recogió el suelo y se analizaron las variables MO (G / Kg), pH (agua), P, K, Na, Ca, Ca + Mg y H + Al. Los resultados mostraron que las variables MO (G / Kg), pH (agua), K, Ca, Ca + Mg y H + Al se correlacionaron con la corteza de *C. reticulata*, mientras que las variables P y Na no se correlacionaron con ninguna variable relacionada con la corteza de los individuos de Copaiba. Se concluye que hubo diferencia entre los individuos de *C. reticulata*, con base en las características morfológicas de la corteza, sirviendo para identificar y caracterizar morfotipos dentro de la especie, así como los morfotipos de copaiba fueron influenciados por las características edáficas del sitio de crecimiento, de los árboles, existiendo una correlación.

Palabras clave: Copaiba; Corteza; Suelo; Correlación.

1. Introdução

A descrição das características das espécies ocorre por muitos anos, com a finalidade de sistematizar e classificar os seres vivos. Os valores utilitários de vegetais, especialmente, por sua importância na alimentação e a utilização de condimentos fitoterápicos e estéticos, foram explorados, descritos e caracterizados ao longo da história (Borém, 2005; Lucena et al., 2018).

A caracterização é uma atividade essencial no manejo de coleções de germoplasma ex situ que consiste em tomar dados para descrever, identificar e diferenciar acessos entre e dentro os mesmos. Segundo Campelo et al. (2021) a variabilidade dos caracteres apresenta contribuição para diferenciação entre acessos de uma mesma espécie. Dentre os vários tipos de caracterização, a morfológica é a primeira realizada no germoplasma sendo feita com base em observações ou mensurações de vários caracteres morfológicos facilmente diferenciáveis a olho nu (Brule & Oliveira, 2010).

No gênero *Copaifera* dentre as diferentes espécies destaca-se a *Copaifera reticulata* Ducke, com morfotipos existentes, indivíduos com variações morfológicas e/ou cromáticas pertencentes a uma mesma espécie (Galvão, 2014), que necessitam ser caracterizados para melhor serem aproveitados e conservados. Sendo a caracterização morfológica sugerida para melhor contribuir na identificação desses morfotipos. Um exemplo, amplamente usado é a identificação de várias espécies do gênero *Copaifera*, havendo dificuldades em sua identificação botânica de gênero e/ou na espécie devido as suas semelhanças (Rigamonte- Azevedo et al., 2004).

De acordo com Leite et al. (2001), no estado do Acre são reconhecidos seis morfotipos de copaibeiras, sendo a classificação baseada nas características morfológicas das cascas e das folhas: copaiba-preta da placa grande, copaiba-preta da placa pequena, copaiba-branca, copaiba-amarela, copaiba- vermelha e copaiba-mari-mari, onde se confirma que a identificação de morfotipos entre os indivíduos da espécie pode contribuir para o manejo adequado da copaiba na produção extrativista.

Com base no levantamento realizado por Quemel, et al. (2021) sobre o gênero *Copaifera*, a oleorresina possui diversos fins terapêuticos, cada ação terapêutica de tratamentos se difere de acordo com as espécies de cada copaibeira onde se extrai a oleorresina. Segundo Homam (2014) a oferta do óleo depende totalmente do extrativismo, ocorrendo à necessidade de

desenvolver técnicas de domesticação e estabelecer plantios para abastecer a demanda do mercado.

A produção da oleorresina pela árvore de *Copaifera* sp. apresentou variação e ainda não há estudos científicos que comprovem os fatores que os determinam. As condições ambientais, os indicadores de qualidade do solo do local de crescimento das árvores, a época do ano e as suas características genéticas são fatores que se acredita ser determinantes como fontes de variação para a produção do óleo (Souza *et al.*, 2010).

Os indicadores de qualidade do solo são atributos que podem se apresentar de forma quantitativa ou qualitativa, sendo o pH do solo, a capacidade de troca catiônica (CTC), a matéria orgânica e os níveis de nutrientes os principais indicadores químicos e estão relacionados com a capacidade do solo em proporcionar o crescimento e desenvolvimento das plantas a partir do fornecimento de nutrientes (Silva, 2019; Cardoso *et al.*, 2013).

Assim sendo o trabalho teve por objetivo, identificar e caracterizar morfológicamente as cascas de indivíduos de *Copaifera reticulata* Ducke, por meio de descrição anatômica e correlacioná-las com as características edáficas, em uma área de floresta manejada, localizada no município de Moju, Pará.

2. Metodologia

Área de estudo

A pesquisa é um estudo de caso desenvolvido na área de floresta manejada da Fazenda Agroecológica São Roque (3°03'14,85409"S e 48°59'36,15357"W), localizada no município do Moju, nordeste do estado do Pará. Fisionomicamente a região onde ocorreu a coleta de dados é denominada Floresta ombrófila caracterizada por apresentar vegetação sempre verde, árvores de grande porte, copas grandes e irregulares e altura variando entre 30-50 m. O clima da região é do tipo Am (quente e úmido) segundo a classificação de Köppen, temperatura média anual de 26 °C e precipitação pluviométrica média de 2.500 mm. Os principais solos presentes na região são pertencentes às classes dos Latossolos, tais como: Latossolo Amarelo, textura argilosa, e solos Concrecionários Lateríticos; Latossolo Amarelo, textura argilosa, e Latossolo Amarelo, textura média, além de Areias Quartzosas e solos Aluviais (IDESP, 2011).

Amostragem e Coleta de dados

A fim de identificar e caracterizar os morfotipos dentro da espécie de copaíba, de uma população de 50 árvores foi selecionado 10 indivíduos, os quais foram georeferenciados através de aparelho GPS de navegação do tipo GARMIMP. De cada árvore foi observada a forma do fuste, de onde foram retiradas as amostras de cascas nas dimensões de 14 cm de comprimento x 10 cm de largura.

Com auxílio de um trato holandês foram retiradas amostras do solo na profundidade de 0 – 20 cm em 4 pontos de projeção da copa, formando 1 amostra composta por indivíduo. As amostras de solo foram secas à temperatura ambiente, destorroadas, passadas em peneira de 2 mm de malha, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos e etiquetadas para as análises em laboratório.

Variáveis e Análises Estatística

A identificação da espécie foi realizada pelo método de comparação empregado no herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém/PA. Refere-se a um estudo realizado em campo utilizando o método quantitativo (as características edáficas) e método qualitativo (características morfológicas das cascas) segundo metodologia científica (Pereira *et al.*, 2018).

Para identificação e caracterização das cascas de indivíduos avaliou-se por meio de variáveis qualitativas: forma do fuste da árvore, cor da casca, superfície da casca, presença ou ausência de lenticelas, depressões, estrias, desprendimento de

placas, fendas e presença ou ausência de espinhos e fungos. Utilizou-se a descrição anatômica das cascas na Xiloteca da referida instituição. Para características edáficas da área considerou-se as variáveis quantitativas de teores de MO (g/kg), pH (água), P (Fósforo), K (Potássio), Na (Sódio), Ca (Cálcio), Ca+ Mg e H + Al (Acidez potencial), obtidos através da análise de solo realizada no Laboratório de Análise Química de Solo da Embrapa Amazônia Oriental (Belém-PA).

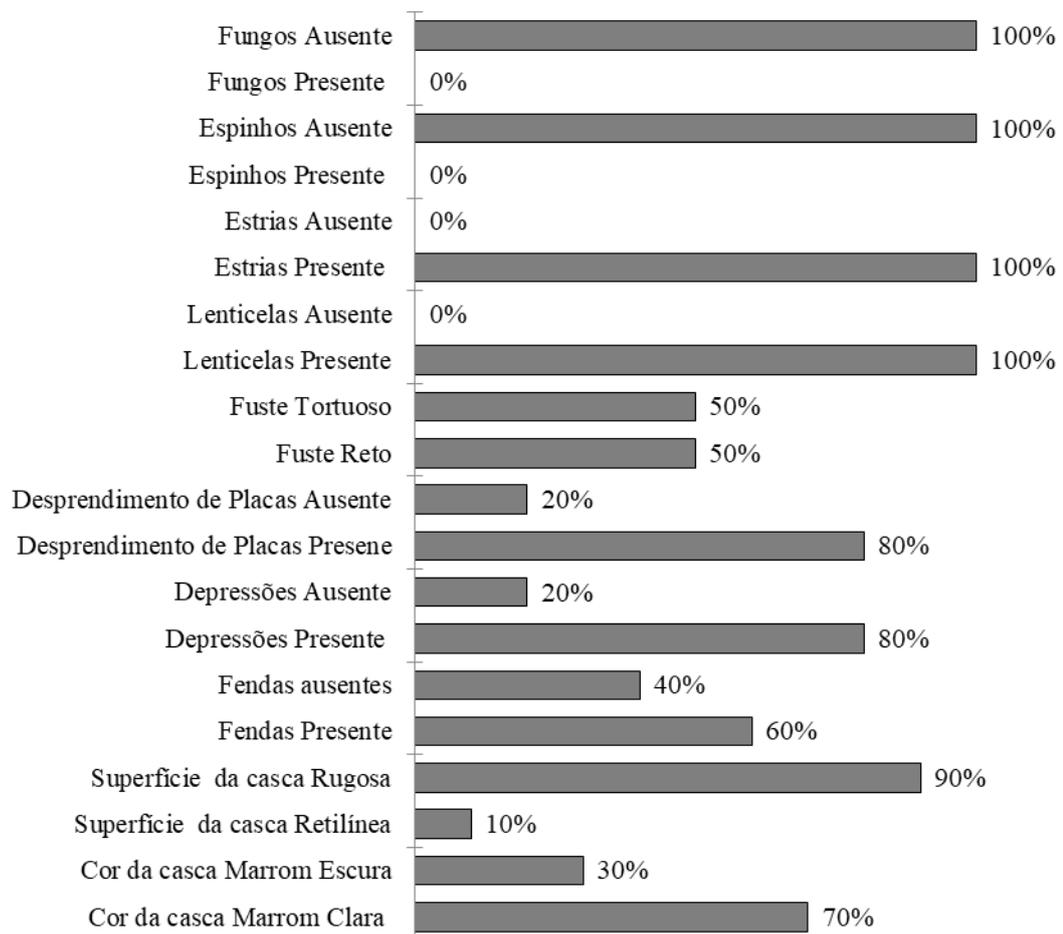
Os dados obtidos foram submetidos à média aritmética das amostras de solo coletado na profundidade de 0-20 cm, para determinar a distribuição de cada variável nos dez indivíduos analisados. Os dados foram tabulados e processados em planilhas no sistema Microsoft Excel e em seguida, analisados pelo programa estatístico *Statistic Package for Social Sciences* (SPSS, 2020). Os caracteres morfológicos foram correlacionados com as variáveis químicas do solo, foi utilizado o método da estatística descritiva e o teste t de Student para comparação de médias, por meio da ANOVA hierarquizada (Gotelli & Ellison, 2016), que permite analisar até 50 variáveis de resposta com até 9 fatores ao mesmo tempo, ao nível de significância de 0,05 ($p < 0.05$).

3. Resultados e Discussão

Identificação e caracterização das cascas de indivíduos de *Copaifera reticulata* Ducke em área de floresta manejada.

Com base na identificação e caracterização das cascas existentes nos dez indivíduos de *C. reticulata*, a Figura 1 apresenta os seguintes resultados, em 100% dos indivíduos, foi observada presença de lenticelas e estrias, e ausência de fungos e espinhos, 50% dos indivíduos analisados apresentaram a forma do fuste da árvore reto e a outra metade tortuosa. Cerca de 80% dos indivíduos obtêm depressões e desprendimentos de placas ao longo das cascas. Observou-se que 60% das plantas apresentaram fendas nas cascas e 90% superfície da casca rugosa. A cor da casca mostrou variação na tonalidade da cor marrom, a maioria das copaibeiras exibiu a cor marrom claro (70%).

Figura 1. Variáveis qualitativas observadas em cascas de dez indivíduos de *Copaifera reticulata*, na Fazenda Agroecológica São Roque, município de Moju, Pará.



Fonte: Autores (2022).

Segundo as amostras dos morfotipos de cascas de dez indivíduos de copaibeiras, a primeira, segunda e terceira árvore apresentaram 4,15 m, 4,5 m e 3,85 m de diâmetro a altura do peito (DAP), respectivamente. De acordo com a descrição realizada *in loco*, ambas as copaibeiras obtiveram a forma do fuste reto, cor da casca marrom escura, presença de lenticelas, depressões e estrias em forma de pequenas placas ao longo da superfície, porém o indivíduo 1 apresentou a superfície da casca retilínea e os indivíduos 2 e 3 superfície rugosa, e registro de desprendimento de placas no indivíduo 3 (Figura 2).

Figura 2. Amostras dos morfotipos das cascas de dez indivíduos de *Copaifera reticulata* na Fazenda Agroecológica São Roque, município de Moju, Pará.



Fonte: Autores (2022).

Para o quarto, quinto e o sexto indivíduo selecionado, apresentaram as medições 4,10 m, 2,20 m e 2,70 m de DAP, respectivamente. Ambas as árvores apresentaram características cor da casca marrom claro, superfície da casca rugosa, presença de lenticelas, estrias e despreendimento de placas, o quinto indivíduo apresentou forma do fuste tortuoso e os individuo quarto e sexto forma do fuste reto, além de presença de fendas. A árvore 4 apresentou também depressões em forma de escamas (Figura 2).

Para o restante dos indivíduos (7, 8, 9 e 10), registrou-se 3,15 m; 2,32 m; 2,33 m e 4,60 m de DAP, respectivamente. Para as quatro copaibeiras, verificou-se a forma do fuste tortuoso, cor da casca marrom claro e a superfície da casca rugosa. Foram encontradas lenticelas em distribuição irregular, depressões escamosas, estrias, desprendimento de várias placas e fendas verticais irregulares (Figura 2). As duas últimas copaibeiras localizavam-se próximas a uma área de declive (ladeira), sendo que o penúltimo indivíduo estava inserido em uma área de abertura de clareira. Em todas as copaibeiras selecionadas, não foram verificados processos de floração e frutificação.

A importância de realizar a caracterização morfológica e agrônômica dos materiais genéticos disponíveis é de extrema necessidade para orientar a escolha de materiais que propiciem alta produção, trabalhos de melhoramento, como a produção de novas variedades ou desenvolvimento de linhagens (Machado et al., 2020). Além do que a partir de características morfológicas simples é possível selecionar cultivares promissoras devido às correlações com a produção, sem a necessidade de acompanhar todo o ciclo da planta (Junior et al., 2018).

Huschet al. (2003) afirmam que a forma do fuste é definida pela taxa de decréscimo do diâmetro (d), em relação ao diâmetro a altura do peito (dap), ao longo do tronco. Nas ciências florestais, essa relação é conhecida, como *taper* e no Brasil, como afilamento, que pode variar com o material genético, idade, espaçamento, regime de cortes e desbaste (Nogueira et al., 2008).

Estudos realizados por Rigamonte- Azevedo et al. (2004), asseguram que a produção de diferentes morfotipos dentro do gênero *Copaifera* apresenta variação e ainda não há pesquisas científicas que comprovem os fatores que o determinam. Acredita-se que as condições ambientais, as características edáficas do local de crescimento das árvores, a época do ano, a sua composição genética são fatores determinantes como fontes de variação para o surgimento de diversos morfotipos (Alencar, 1984).

As características morfológicas podem variar amplamente entre cultivares da mesma espécie (Casler et al., 2004). Segundo Leite et al. (2001) por meio de estudos confirmam, que no estado do Acre são reconhecidos seis morfotipos de copaibeiras, onde a classificação é fundamentada nas características morfológicas das cascas e das folhas, sendo eles: copaíba-preta da placa grande, copaíba-preta da placa pequena, copaíba-branca, copaíba-amarela, copaíba- vermelha e copaíba-mari-mari, onde se confirma que a identificação de morfotipos entre os indivíduos da espécie pode contribuir para o manejo adequado da copaíba na produção extrativista, o que foi comprovado pelas coletas das cascas de dez indivíduos de *C. reticulata* nesta pesquisa, que mostra diferença entre os indivíduos da mesma espécie já que as cascas apresentaram diferenças em suas características morfológicas, o que serve de base para identificação e caracterização de morfotipos dentro de *C. reticulata* (Figura 1 e 2), cuja a espécie possui uma grande diversidade fisiológica e morfológica de indivíduos, onde há vários fatores desconhecidos que necessitam ser pesquisados.

Correlação das cascas de indivíduos de *C. reticulata* com as características edáficas em área de florestada manejada.

Na Tabela 1 foi observado que a variável forma do fuste dos indivíduos de *C. reticulata* difere significativamente entre reto e tortuoso quando analisadas as variáveis Ca, Ca+ Mg e H + Al. No caso da variável Ca, as árvores que possuem o fuste de formato reto apresentaram média significativamente ($p < 0.05$) superior ($M = 1,16$) quando comparadas com as árvores de formato tortuoso ($m = 0,34$). No caso da variável Ca+ Mg, as árvores que possuem o fuste de formato reto apresentaram média significativamente ($p < 0.05$) superior ($M = 1,70$) quando comparadas com as árvores de formato tortuoso ($M = 0,52$). Já no que refere a variável H + Al, as árvores que possuem o fuste de formato reto apresentaram média significativamente ($p < 0.05$) inferior ($M = 0,78$) quando comparadas com as árvores de formato tortuoso ($M = 1,26$).

A variável cor da casca (marrom claro e marrom escuro) dos indivíduos de copaíba influenciou nas diferenças significativas encontradas para a variável H + Al. Observa-se que no caso desta variável, os indivíduos que possuem a casca de cor marrom escuro apresentaram média de H + Al (acidez potencial) significativamente ($p < 0.05$) superior ($m = 1,17$) quando

comparadas aos indivíduos com cascas de cor marrom claro (M = 0,67). As demais variáveis de solo apresentaram diferenças numéricas em função da cor das cascas, porém estas diferenças não foram significativas ($p > 0.05$), como mostra a Tabela 1.

Em um total de dez indivíduos de copaíba, apenas a de número uma apresentou a superfície da casca retilínea, o que inviabilizou a realização de um teste de significância. Com base na análise descritiva, verificou-se que esta amostra da casca com a superfície retilínea apresentou valores superiores para todas as variáveis de solo, exceto no caso da variável H + Al, onde a média para as variáveis de superfície rugosa foi superior com média = 1,04, (Tabela 1).

Tabela 1. Teste t de Student para comparação de médias para a variável forma do fuste, coloração da casca, superfície da casca de indivíduos de *Copaifera reticulata* em função das variáveis de solo na fazenda Agroecológica São Roque, município de Moju, Pará.

Variável de Solo	Forma do Fuste				Coloração da Casca				Superfície da Casca	
	Tipo	Média	CV	P-Valor ⁽¹⁾	Marrom	Média	CV	P-Valor ⁽¹⁾	Tipo	Média
MO (g/kg)	Reto	25,3	37,1	0.362 ^{ns}	Claro	27,7	29,2	0.290 ^{ns}	Retilínea	27,9
	Tortuoso	19,9	38,7		Escuro	20,4	40,9		Rugosa	22,0
pH (água)	Reto	4,5	9,1	0.602 ^{ns}	Claro	4,6	8,1	0.396 ^{ns}	Retilínea	5,1
	Tortuoso	4,4	9,6		Escuro	4,4	9,4		Rugosa	4,4
P	Reto	2,6	51,6	0.378 ^{ns}	Claro	3	57,7	0.423 ^{ns}	Retilínea	5
	Tortuoso	2	8,8		Escuro	2	7,2		Rugosa	2
K	Reto	8,4	15,9	0.792 ^{ns}	Claro	8,6	17,6	0.922 ^{ns}	Retilínea	9
	Tortuoso	9,2	71,2		Escuro	8,8	61,2		Rugosa	8,8
Na	Reto	5,2	34,4	0.682 ^{ns}	Claro	6	33,3	0.327 ^{ns}	Retilínea	6
	Tortuoso	4,6	56,1		Escuro	4,4	48,0		Rugosa	4,7
Ca	Reto	1,1	63,5	0.043*	Claro	1,5	52,9	0.148 ^{ns}	Retilínea	0,9
	Tortuoso	0,3	65,6		Escuro	0,4	59,2		Rugosa	0,7
Ca+ Mg	Reto	1,7	51,6	0.022*	Claro	2,1	45,9	0.133 ^{ns}	Retilínea	14
	Tortuoso	0,5	62,0		Escuro	0,6	57,3		Rugosa	1,0
H + Al	Reto	0,7	46,5	0.039*	Claro	0,6	17,3	0.012*	Retilínea	0,8
	Tortuoso	1,2	19,4		Escuro	1,1	30,8		Rugosa	1,0

⁽¹⁾ Teste de Comparação de Médias (p-valor <0.05).

*Valores Significativos; ^{NS} Valores Não Significativos.

H₁: As médias diferem significativamente (p<0.05).

Fonte: Autores (2022).

A Tabela 2 demonstra que o tipo de depressão presente nas cascas influencia significativamente as variáveis MO (g/kg), pH (água) e K. No caso da variável MO (g/kg), as cascas que possuem depressões apresentaram média de MO (g/kg) significativamente ($p < 0.05$) superior ($m = 24,94$) quando comparadas as cascas que não possuem depressões ($M = 13,46$). No caso da variável pH (água), as cascas que possuem depressões apresentaram média de pH (água) significativamente ($p < 0.05$) superior ($M = 4,64$) quando comparadas com as cascas que não possuíam depressões ($M = 3,85$) e para a variável K, observa-se que as cascas que possuem depressões apresentaram média de K significativamente ($p < 0.05$) superior ($M = 9,53$) quando comparadas com as cascas que não possuem depressões ($M = 6,00$). As demais variáveis de solo, quando em função da presença ou ausência de depressões nas cascas, não foram significativas ($p > 0.05$).

Constatou-se que apenas as variáveis Ca + Mg e H + Al (acidez potencial) apresentaram diferença significativa em função da presença ou ausência de desprendimento de placas em cascas de copaibeiras. Verificou-se que as cascas com ausência de desprendimento de placas, a média de Ca+ Mg foi significativamente ($p < 0.05$) superior ($M = 1,55$). No caso, da

variável H + Al, as cascas com presença de desprendimento de placas, apresentaram média de H + Al significativamente ($p < 0.05$) superior ($M = 1,10$). As maiores alterações ocorreram nas variáveis Ca + Mg e H + Al, no que diz respeito a comparação das cascas, em função da presença e ausência de desprendimentos de placas (Tabela 2). Nenhuma das variáveis de solo diferiu significativamente ($p > 0.05$) em função da presença ou ausência de fendas nas cascas como exibe a Tabela 2, o que denota que esta variável não foi influenciada pelo solo.

Tabela 2. Teste t de Student para comparação de médias para a variável depressão na casca, desprendimento de placas e presença ou ausência de fendas de indivíduos de *Copaifera reticulata* em função das variáveis de solo na Fazenda Agroecológica São Roque, município de Moju, Pará.

Variável de Solo	Depressão na casca				Desprendimento de placas				Fendas na casca			
	Depressão	Média	CV	P-Valor	Despreendimento	Média	CV	P-Valor	Fendas	Média	CV	P-Valor
MO (g/kg)	Ausência	13,5	12,7	0.089*	Ausência	23,7	25,1	0.825 ^{ns}	Ausência	24,5	38,0	0.625 ^{ns}
	Presença	24,9	32,1		Presença	22,4	42,2		Presença	21,4	40,8	
pH (água)	Ausência	3,9	5,51	0.036*	Ausência	4,8	10,4	0.543 ^{ns}	Ausência	4,4	13,0	0.755 ^{ns}
	Presença	4,6	5,1		Presença	4,4	8,7		Presença	4,5	6,7	
P	Ausência	2,0	0	0.648 ^{ns}	Ausência	3,5	60,6	0.500 ^{ns}	Ausência	2,8	54,6	0.393 ^{ns}
	Presença	2,4	45,0		Presença	2,0	6,6		Presença	2,0	7,9	
K	Ausência	6,0	23,5	0.351*	Ausência	8,0	17,6	0.630 ^{ns}	Ausência	7,8	28,6	0.511 ^{ns}
	Presença	9,5	50,2		Presença	9,0	56		Presença	9,5	59,3	
Na	Ausência	5,0	28,2	0.932 ^{ns}	Ausência	5,0	28,2	0.932 ^{ns}	Ausência	6,0	27,2	0.175 ^{ns}
	Presença	4,9	48,0		Presença	4,9	48,0		Presença	4,2	53,0	
Ca	Ausência	0,5	84,8	0.516 ^{ns}	Ausência	1,1	20,2	0.248 ^{ns}	Ausência	1,2	78,1	0.227 ^{ns}
	Presença	0,8	90,2		Presença	0,7	109,5		Presença	0,5	54,8	
Ca+ Mg	Ausência	0,8	84,8	0.509 ^{ns}	Ausência	1,6	13,6	0.032*	Ausência	1,7	72,5	0.240 ^{ns}
	Presença	1,2	79,1		Presença	1,0	96,4		Presença	0,8	51,8	
H + Al	Ausência	1,0	70,7	0.965 ^{ns}	Ausência	0,7	20,2	0.057*	Ausência	0,9	48,8	0.388 ^{ns}
	Presença	1,0	34,0		Presença	1,1	35,5		Presença	1,1	32,6	

(¹) Teste de Comparação de Médias (p -valor < 0.05).

*Valores Significativos; ^{NS} Valores Não Significativos.

H₁: As médias diferem significativamente ($p < 0.05$).

Fonte: Autores (2022).

Todas as amostras das cascas de copaibeiras obtiveram presença de lenticelas e estrias, o que inviabilizou a realização de um teste de significância. A análise descritiva demonstrou que a variável MO (g/kg) apresentou média igual a 22,64 g/kg. O coeficiente de variação indicou que a variabilidade foi alta para todas as variáveis de solo, exceto para o pH que apresentou CV inferior a 15% (Tabela3).

Nota-se na Tabela 3 que todas as amostras das cascas de copaibeiras, ocorreram ausência de espinhos e fungos distribuídos ao longo das cascas, o que também inviabilizou a realização de um teste de significância para estas variáveis.

Tabela 3. Distribuição das médias para as variáveis presenças de lenticelas e estrias na casca e ausência de fungos e espinhos na casca de indivíduos de *Copaifera reticulata* em função das variáveis de solo na Fazenda Agroecológica São Roque, município de Moju, Pará.

Variável de Solo	Lenticelas/ Estrias	Média	Coef. Var.	Espinhos/ Fungos	Média	Coef. Var.
MO (g/kg)	Presença	22,6	37,9	Ausência	22,6	37,92
pH (água)	Presença	4,4	9	Ausência	4,4	9
P	Presença	2,3	41,5	Ausência	2,3	41,56
K	Presença	8,8	51,6	Ausência	8,8	51,06
Na	Presença	4,9	43,2	Ausência	4,9	43,24
Ca	Presença	0,7	89,9	Ausência	0,7	89,93
Ca+ Mg	Presença	1,1	79,6	Ausência	1,1	79,62
H + Al	Presença	1,0	37,9	Ausência	1,0	37,99

Fonte: Autores (2022).

Os dados resultantes da análise química de solo das dez amostras referente a cada indivíduo foram submetidos à média aritmética, conforme apresenta a Tabela 4.

Tabela 4. Média da análise química das amostras de solo coletado na profundidade de 0-20 cm, na fazenda Agroecológica São Roque, município de Moju, Pará.

Amostras	MO (g/Kg)	pH (água)	P	K	Na	Ca	Ca + Mg	H + Al
Indivíduo 1	27,9	5,1	5	9	6	0,9	1,4	0,8
Indivíduo 2	19,5	4,4	2	7	4	1,2	1,7	0,6
Indivíduo 3	35,7	4,5	2	10	8	2,4	3,2	0,6
Indivíduo 4	31,1	4,8	2	9	4	0,5	1	1,4
Indivíduo 5	14,6	3,7	2	5	6	0,2	0,3	1,5
Indivíduo 6	12,2	4	2	7	4	0,8	1,2	0,5
Indivíduo 7	31,7	4,5	2	15	8,5	0,3	0,4	1,5
Indivíduo 8	13,9	4,6	1,7	2,5	3	0,2	0,3	1
Indivíduo 9	15,5	4,4	2	6,2	3	0,2	0,3	1,1
Indivíduo 10	24,2	4,8	2,2	17,5	2,5	0,7	1,0	1,1

Fonte: Autores (2021).

De acordo com os resultados exposto na Tabela 4, para a correlação das cascas de indivíduos de *C. reticulata* com as características edáficas, o terceiro, quarto e o sétimo indivíduo de copaibeira apresentaram os maiores teores de MO (g/kg): 35,7; 31,1; 31,7, respectivamente, sendo que elevadas quantidades de matéria orgânica no solo podem influenciar o aparecimento da variável depressão em cascas de árvores de copaíba. Todos os valores de pH (água) foram abaixo de 7,0, o qual revela o alto teor de acidez do solo. Foi observado no primeiro, quarto e décimo indivíduo (5,1; 4,8; 4,8), respectivamente, os maiores valores de pH (água), em relação aos demais indivíduos de copaibeira, onde apresentou uma correlação com o surgimento de depressões em cascas de copaibeira. Segundo Rigamonte- Azevedo et al. (2004), o gênero *Copaifera* tem a ocorrência em florestas de terras firmes, terras alagadas, margens de lagos e se desenvolve tanto em solos argilosos e arenosos, com altos teores de pH e matéria orgânica. Em relação aos macronutrientes encontrados no solo, o K, proporcionou, também, uma correlação com a presença de depressões em cascas de copaibeiras, o que pode ser essencial no processo de nutrição das árvores através da liberação de potássio ou pela fixação do elemento em forma não disponível no solo (Malavolta et al., 1997). As quantidades de P e Na, não apresentaram correlação com nenhuma variável relacionada às cascas de indivíduos de copaíba.

Os teores de Ca e Ca+ Mg foram elevados no primeiro, segundo e terceiro indivíduos de *C. reticulata*, com os valores

para Ca: 0,9; 1,2; 2,4 e para Ca+Mg: 1,4;1,7;3,2, respectivamente, o que demonstra uma correlação com a variável forma do fuste dos indivíduos de copaíba e Ca+Mg uma correlação com a variável desprendimento de placas em cascas. Raij (1991) assegura que solos com altos teores de Ca e Mg podem reduzir a disponibilidade de K para as plantas. Guedes et al. (2011) afirmam que em experimentos realizados com mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. cultivadas em latossolo amarelo, textura média, sob a omissão de nutrientes, mostrou que quando foi aplicado calcário dolomítico no solo, houve um aumento do teor de Mg disponibilizado no solo, resultando em maior absorção do nutriente pelas copaibeiras.

O teor de H + Al (acidez potencial) foi elevado nos indivíduos 4,5 e 7, com valores de, respectivamente, 1,4;1,5;1,5 e indicou uma correlação com as variáveis formas do fuste das copaibeiras, a cor e o desprendimento de placas nas cascas. Malavolta et al. (1997) ressaltaram que a prática da calagem em espécies florestais é favorável, pois o Ca adicionado no solo possui grande importância no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois participa de processos fotossintéticos, divisão celular, movimentos citoplasmáticos e o aumento do volume celular. Guedes et al. (2011) confirmaram que a calagem contribuiu para o maior crescimento em diâmetro de mudas de *C. langsdorffii*, assim como Silva et al. (2006), comprovaram que a calagem influenciou positivamente no aumento da altura, diâmetro de caule e produção de matéria seca em experimentos com a espécie *Swietenia macrophylla*.

4. Considerações Finais

Ocorreu diferença entre os indivíduos de *C. reticulata* com base em características morfológicas da casca, servindo para identificação e caracterização de sete morfotipos dentro da referida espécie.

Os morfotipos de *C. reticulata* são influenciados pelas características edáficas do local de crescimento das árvores, existindo uma correlação.

Referências

- Alencar, J. D. C. (1982). Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. 2-Produção de óleo-resina. *Acta amazônica*, 12(1), 75-89.
- Borém, A. (2005). Impacto da biotecnologia na biodiversidade. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento, Brasília*, (34), 22-28. ISSN 1414-6347.
- Burle, M. L., & Oliveira, M. (2010). Manual de Curadores de Germoplasma-Vegetal: Caracterização Morfológica. *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documentos (INFOTECA-E)*.
- Campelo, M. F., Lameira, O. A., Moreira, R. K. V. P. P., & Ramires, A. C. S. (2021). Avaliação morfológica de *Ananas comosus* var. *erectifolius* (LB Smith) Coppins & F. Leal-Bromeliacea. *Research, Society and Development*, 10(9), e20010915284-e20010915284.
- Cardoso, E. J. B. N., Vasconcellos, R. L. F., Bini, D., Miyachi, M. Y. H., Santos, C. A., Alves, P. R. L., Paula, A. M., Nakatani, A. S., Pereira, J. M., & Nogueira, M. A. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health- *Scientia Agricola*, 70(4), 274-289, 2013.
- Casler, M. D., Vogel, K. P., Taliaferro, C. M., & Wynia, R. L. (2004). Latitudinal adaptation of switchgrass populations.
- Chaves, M. H. M., Dudek, G., de Lima, B. C., Martins, A. G., Missio, V. C., & Missio, R. F. (2020). Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de milho crioulo do Banco de Germoplasma da UFPR. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 82646-82667.
- Lucena, R. F. P., Carvalho, T. K. N., da Costa Ferreira, E., Bonifácio, K. M., da Silva Santos, S., & de Lucena, C. M. (2018) Plantas e animais medicinais: uma abordagem etnobiológica e etnoecológica. *Plantas e Animais Medicinais da Paraíba: Um Olhar da Etnobiologia e Etnoecologia*, 10.
- Galvão, C. (2014). Vetores da doença de Chagas no Brasil.
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2016). Princípios de estatística em ecologia. Artmed Editora, 511p.
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2016). *Princípios de estatística em ecologia*. Artmed Editora.
- Homma, A. K. O. (2014). Extrativismo vegetal na Amazônia. Ed. Embrapa Amazônia Oriental. Belém- Pará, 472p,
- Husch, B., Beers, T. W., & Kershaw Jr, J. A. (2002). *Forest mensuration*. John Wiley & Sons.
- IBM Corp. (2020). *IBM SPSS Statistics para Windows*, Versão 27.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental Do Pará- IDESP. (2011). Estatística Municipal - Moju.<http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/georeferenciamento/moju.pdf>.

Júnior, S. D. O. M., Silva, J. A. C., Santos, K. P. O., de Andrade, J. R., Silva, J. V., & Endres, L. (2018). Caracterização morfológica e produtiva e suas correlações em cultivares de cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agrícola*, 16(1), 31-42.

Leite, A. (2009). *Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba*. UFAC, Secretaria Executiva de Floresta e Extrativismo.

Malavolta, E. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações/Eurípedes Malavolta, Godofredo Cesar Vitti, Sebastião Alberto de Oliveira.—(2ª. ed.,) ver. e atual. *Piracicaba: Potafos*.

Nogueira, G. S., Leite, H. G., Reis, G. G., & Moreira, A. M. (2008). Influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de Pinus taeda L. *Revista Árvore*, 32, 855-860.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. B., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica [recurso eletrônico [eBook]]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFMS. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf.

Quemel, G. K. C., Da Costa, A. B. P., Teixeira, I. F., Machado, I. N., Machado, T. N., Machado, V. S. N., & De Oliveira, N. C. L. (2021). Propriedades medicinais do óleo da Copaifera Langsdorffii: uma revisão integrativa da literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(3), 10490-10508.

Raij, B. V. (1991). *Fertilidade do solo e adubação* (No. 631.42 R149f). Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba (Brasil).

Rigamonte-Azevedo, O. C., Wadt, P. G. S., & Wadt, L. D. O. (2004). Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina. *Embrapa Acre-Documentos (INFOTECA-E)*.

Silva, G. R., Lima Júnior, E. C., Viégas, I. J. M. & Silva Júnior, M. L. (2006). Crescimento do mogno (*Swieteniamacrophylla* King.) em da Silva, G. R., de Lima Júnior, E. C., Viégas, I., & da Silva Junior, M. L. (2006). Crescimento do mogno (*Swietenia macrophylla* King) em função da calagem. In *Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Reunião Brasileira De Fertilidade Do Solo E Nutrição De Plantas, 27., Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 11., Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 9., Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 6., 2006, Bonito, MS. A busca das raízes: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

Silva, T. A. C. Indicadores da qualidade de solo na avaliação da condição ambiental de área de lixão desativado em Ouro Fino-MG. 2019. 84f. – Dissertação (Mestrado em Ciências em Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Itajubá. <https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/1934>

Souza, F. D. R. D. (2010). O manejo do óleo-resina de Copaifera spp. realizado pelas etnias Arara (Karo) e Gavião (Ikolen) na Terra Indígena Igarapé Lourdes, Rondônia.