

## Comportamento cronológico do fator de forma artificial do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em sítios Amazônicos

Atualmente, as atividades de reflorestamento estão cada vez mais consolidadas e difundidas no Brasil, especialmente por conta de seus benefícios ambientais, sociais e econômicos. Dessa forma, em um contexto associado ao uso do solo na Amazônia Central brasileira, a prática de reflorestamento torna-se ainda mais atrativa, pois além de importantes ganhos ecológicos relacionados a conservação florestal e restauração de áreas degradadas, incluem vantagens financeiras com programas de restauração e estoque de carbono atmosférico. No entanto, para implementação de reflorestamentos em larga escala nessa região necessita-se de pesquisas sobre a seleção de espécies promissoras que sejam adaptáveis as condições ambientais locais. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a evolução do fator de forma artificial para a espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em diferentes classes de idades e sítios em plantios experimentais instalados na Amazônia Central. Com isso, busca-se acessar novas informações a respeito do potencial silvicultural da espécie para região, tendo em vista que o conhecimento do variável fator de forma é fundamental para determinar padrões de crescimento de árvores e rendimentos de povoamentos florestais. Nesse sentido, foram amostrados oito indivíduos pertencentes a dois povoamentos experimentais, de modo que os fatores de formas artificiais foram obtidos a partir das reconstituições das variáveis dendrométricas pela técnica de análise de tronco completa. Os povoamentos avaliados localizam-se na Reserva Florestal do Palhão (RFP) e Estação Experimental de Curuá-Una (EECU), apresentando 46 e 50 anos, respectivamente. A evolução cronológica do fator de forma das árvores apresentou um padrão decrescente, destacando que nas idades iniciais apresentaram tendência a menor conicidade. A análise de variância fatorial demonstrou que o fator de forma da espécie não é influenciado pela interação entre as áreas estudadas (RFP e EECU) e as classes de idade (1, 2, 3 e 4), no entanto, quando avaliadas separadamente, a variável classe de idade mostrou diferença significativa. Portanto, os fatores de forma observados entre os 5 e 15 anos (0,73 para a EECU e 0,69 para a RFP) apresentaram-se estatisticamente superiores aos observados às demais classes de idade. Estes resultados em comparação aos obtidos pela mesma espécie em outras regiões do Brasil demonstram que, em sítios amazônicos, o fator de forma do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* mostra-se promissor para atividades silviculturais.

**Palavras-chave:** Análise de tronco; Amazônia Central; Reflorestamento.

## Chronological behavior of the *Pinus caribaea* var. *hondurensis* artificial form factor in Amazonian sites

Currently, reforestation activities are increasingly consolidated and widespread in Brazil, especially because of their environmental, social and economic benefits. Thus, in a context associated with land use in the Brazilian Central Amazon, the practice of reforestation becomes even more attractive, as in addition to important ecological gains related to forest conservation and restoration of degraded areas, they include financial advantages with restoration programs and atmospheric carbon stock. However, to implement large-scale reforestation in this region, research is needed on the selection of promising species that are adaptable to local environmental conditions. Therefore, this study aimed to evaluate the evolution of the artificial form factor for the species *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in different age classes and sites in experimental plantations installed in Central Amazonia. Thus, we seek to access new information about the silvicultural potential of the species for the region, considering that knowledge of the form factor variable is essential to determine tree growth patterns and forest stand yields. In this sense, eight individuals belonging to two experimental stands were sampled, so that the artificial form factors were obtained from the reconstitution of dendrometric variables by the technique of complete trunk analysis. The evaluated stands are located in the Palhão Forest Reserve (RFP) and the Curuá-Una Experimental Station (EECU), with 46 and 50 years, respectively. The chronological evolution of the form factor of the trees presented a decreasing pattern, highlighting that in the initial ages they presented a tendency to less conicity. The factorial analysis of variance showed that the species form factor is not influenced by the interaction between the studied areas (RFP and EECU) and age classes (1, 2, 3 and 4), however, when evaluated separately, the age class variable showed a significant difference. Therefore, the form factors observed between 5 and 15 years (0.73 for the EECU and 0.69 for the RFP) were statistically higher than those observed for the other age groups. These results compared to those obtained by the same species in other regions of Brazil demonstrate that, in Amazonian sites, the form factor of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* shows promise for silvicultural activities.


**Keywords:** Keyword; Keyword; Keyword.

Topic: Ciências Florestais

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Received: 02/10/2021

Approved: 25/10/2021

Jobert Silva da Rocha 

Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0097475774081856>  
<http://orcid.org/0000-0002-2370-3329>  
[jobert.rocha@ufpr.br](mailto:jobert.rocha@ufpr.br)

Bruna de Araújo Braga 

Universidade Federal do Paraná, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/5721582909946807>  
<http://orcid.org/0000-0001-9361-4500>  
[brunabrag4@gmail.com](mailto:brunabrag4@gmail.com)

Emeli Susane Costa Gomes 

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3755096635517451>  
<http://orcid.org/0000-0003-4352-0877>  
[emeli.gm@gmail.com](mailto:emeli.gm@gmail.com)

Rafael Rode 

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7890873399287123>  
<http://orcid.org/0000-0002-7070-7293>  
[rafaelrode@gmail.com](mailto:rafaelrode@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0003

### Referencing this:

ROCHA, J. S.; BRAGA, B. A.; GOMES, E. S. C.; RODE, R.. Comportamento cronológico do fator de forma artificial do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em sítios Amazônicos. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.10, p.25-34, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.010.0003>

## INTRODUÇÃO

Dentre os principais fatores do desmatamento florestal nos neotrópicos, a agropecuária intensiva se destaca devido sua forma de uso do solo que envolve grandes áreas de supressão e queima, reduzindo drasticamente a capacidade de recuperação do ecossistema ou, muitas das vezes, interrompendo os processos de sucessão florestal (ARROYO-RODRÍGUEZ et al., 2015; SY et al., 2019). Nesse contexto, é importante ressaltar que as plantações florestais desempenham um importante papel na proteção dos recursos naturais, tendo em vista que são implantadas em áreas já antropizadas, como pastagens degradadas e subutilizadas (STABILE et al., 2020; NUNES et al., 2020).

Nessa conjectura, o Brasil desempenha um papel de destaque na silvicultura global, sendo um dos países com maior área de plantios florestais do mundo (WREGGE et al., 2016). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, as áreas de florestas plantadas no Brasil atingiram em 2019 cerca de 10,0 Mha, representadas quase exclusivamente por espécies exóticas, destacando o gênero *Pinus* que isoladamente representa 19,8% (2,0 Mha) de toda essa área cultivada (IBGE, 2020). Entretanto, no Brasil, de toda área destinada ao empreendimento com o *Pinus ssp.*, cerca de 70% concentra-se na região Sul e Sudeste (IBGE, 2020), indicando que o desenvolvimento do setor silvicultural na região amazônica com esse gênero ainda se mostra embrionário.

Nesse sentido, considerando que a silvicultura desempenha um papel importante no âmbito socioeconômico e ambiental do país (SILVA et al., 2019; IBÁ, 2020), estudos que promovam informações a respeito dessa temática, especialmente em áreas da Amazônia, são de suma importância para nortear iniciativas de reflorestamento. No entanto, a história da silvicultura na Amazônia, apesar de preambular, tem início nos anos 1950, época em que foram instalados pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) os primeiros experimentos silviculturais amazônicos, dos quais destaca-se o relacionado ao estudo da espécie exótica tropical, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Todavia, com a extinção da SUDAM e o fim de subsídios governamentais, a condução científica na região não teve prosseguimento, permanecendo desconhecido, até então, informações técnicas conclusivas sobre a forma de crescimento do *P. caribaea* var. *hondurensis* na Amazônia Central brasileira.

O *P. s caribaea* var. *hondurensis* é considerado de rápido crescimento, podendo chegar até 30 metros de altura e DAP de 80 cm (WREGGE et al., 2014), seus plantios visam principalmente a produção de madeira e resinagem (LIMA et al., 2020). Entretanto, apesar do setor florestal consolidado no Brasil, o cultivo dessa espécie na Amazônia ainda demonstra números limitados quando comparado com outras regiões do território nacional, tendo em vista que apenas na região Sul, o cultivo do *Pinus ssp.* representa cerca de 87% de toda área cultivada no país (IBÁ, 2020). Na Amazônia Legal, por outro lado, o cultivo desse gênero ocorre em pontos isolados, conduzidos unicamente com a intenção ocupar áreas subutilizadas e não produtivas, promovendo renda ao proprietário rural (MOREIRA et al., 2018).

Diante disso, a produtividade de plantios florestais é normalmente avaliada através do incremento em volume (CAMPOS et al., 2017), em que isso deve-se considerar principalmente três características:

diâmetro, altura e fator de forma (FINGER, 2006). Assim, a determinação do fator de forma artificial representa uma importante prática quando se pretende estimar volume individual de árvores ou povoamentos florestais (DRESCHER et al., 2001), uma vez que a conicidade de indivíduos arbóreos depende de características como espécie e hábitat (HUSCH et al., 2003; ATANAZIO et al., 2018).

Nesse contexto, como forma de agregar conhecimentos a respeito do uso silvicultural *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na Amazônia, buscou-se avaliar a partir da análise completa de tronco, a evolução cronológica do fator de forma artificial dessa espécie em povoamentos experimentais instalados na Amazônia Central brasileira, como forma de subsidiar novas informações a respeito do seu padrão de conicidade.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Descrição das áreas e condução dos plantios

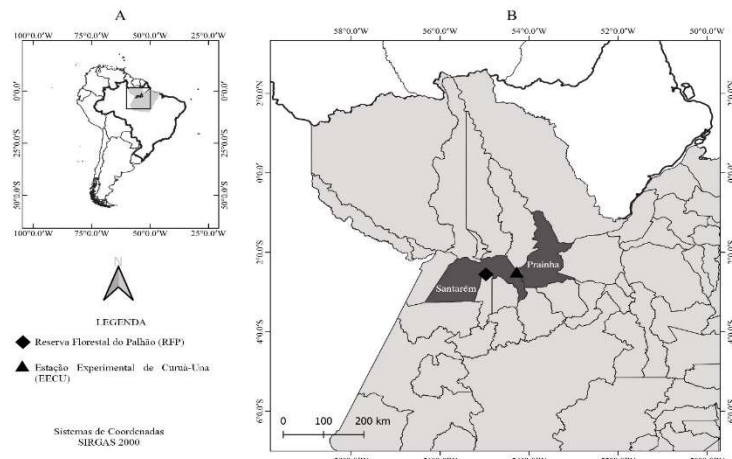
O presente estudo foi realizado com dados coletados de dois plantios experimentais com *P. caribaea* var. *hondurensis* localizado na Amazônia Central brasileira, região Oeste do Estado do Pará (Figura 1). Esses povoamentos foram instalados nos sítios amazônicos na década de 1960 pela Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) a partir de uma parceria entre a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA).

O objetivo inicial dessa parceria foi avaliar o potencial silvicultural de diferentes espécies florestais sobre condições amazônicas. Para isso, foram instalados diversos experimentos silviculturais, incluindo desde espécies nativas da região até espécie pertencentes a gêneros exóticos, como o *Pinus* (SUDAM, 1978; YARED et al., 2000). Essas áreas experimentais estão localizadas na Reserva Florestal do Palhão (RFP) (coordenadas 02°32'S; 54°24'W) e Estação Experimental de Curuá-Una (EECU) (coordenadas 02°38'S; 54°57'W), situadas nos municípios de Santarém-PA e Prainha-PA, respectivamente (Figura 1).

Segundo Koppen e Geiger, o clima da região é classificado como Aw e a temperatura média anual é de 27 ° C com pluviosidade média de 2.500 mm ao ano. As áreas experimentais avaliadas fazem confluência com a bacia do Rio Curuá-Una e estão instalados sobre uma região de planalto em uma altitude de 150 metros (EECU) e 100 metros (RFP) com relação à margem do rio. Nos dois sítios o solo é classificado como argiloso com ocorrência de manchas lateríticas (SUDAM, 1978; SUDAM, 1971).

O plantio experimental de *P. caribaea* var. *hondurensis* situado na RFP foi instalado em uma área equivalente a 7,5 hectares em um espaçamento inicial de 4 x 4 metros. No ano de início desse estudo (2019), o povoamento totalizava 46 anos de crescimento, ressaltando-se que aos 14 anos o plantio passou por um desbaste seletivo com supressão de 30% da sua densidade, como detalhado em relatórios oficiais emitidos para descrição do experimento (SUDAM, 1971; SUDAM, 1996). O segundo povoamento de *P. caribaea* var. *hondurensis* avaliado, situado na EECU, foi implantado em uma área de 0,1260 hectares e espaçamento inicial de 2 x 2 metros. De acordo com informações oficiais emitidas em relatório do governo federal, esse plantio foi conduzido por duas atividades de desbaste seletivo, aos 8 e 16 anos de idade, representando

respectivamente um número percentual de supressão equivalente a 28% (aos 8 anos) e 32% (aos 16 anos) da sua densidade (SUDAM, 1971; SUDAM, 1978). No ano de avaliação esse povoamento apresentava 50 anos de idade.



**Figura 1:** Mapa da América do Sul com as fronteiras do Brasil destacada em preto (A) e uma área detalhada no Brasil (B) mostrando a localização no estado do Pará das áreas de plantio avaliadas, situadas na Reserva Florestal do Palhão (S 02°32', W 54° 24') no município de Santarém e na Estação Experimental de Curuá-Una (S 02°38', W 54° 57') no município de Prainha. Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000. Fonte: IBGE (2020).

### Coleta de amostras e leitura dos anéis de crescimento

Os critérios para a seleção das árvores-amostras basearam-se na triagem visual das árvores remanescentes, buscando-se por aquelas com fustes retilíneos, livres de bifurcações, com boa sanidade e copa regular. Assim, procurou-se contemplar os indivíduos que representassem dendrometricamente as árvores caracterizadas como as dominantes do plantio, amostrando-se um total de quatro árvores por plantio. O procedimento de coleta das amostras baseou-se na análise destrutiva das árvores selecionadas, em que, após serem abatidas, foram seccionadas para extração de amostras transversais do lenho, nas posições: 0,10; 0,70; 1,00; 1,30; 2,00 m e a partir dessa a cada 1,0 m até o diâmetro mínimo de 4 cm.

Após esse processo o material coletado foi transportado e acondicionado para secagem em temperatura ambiente, com sombra, por aproximadamente trinta dias, conforme as medidas adotadas por Worbes et al. (2017). O polimento das seções transversais foi realizado com plaina industrial aplicando-se sucessivas lixas com granulometria variando de 80 a 1200 g/cm<sup>2</sup>, até obtenção de uma visualização ideal dos anéis de crescimento (ANDRADE et al., 2019). Para marcação dos anéis de crescimento foi empregada a mesma metodologia aplicada por Priya et al. (1998) e Worbes et al. (2017), caracterizada pela marcação perpendicular de dois diâmetros sobre a seção transversal, dos quais distingue-se um como o diâmetro principal, que deverá ser ausente de defeitos ou distorções e, sempre que possível, diferenciado como o mais longo e com coloração mais clara no lenho.

As medições foram conduzidas de forma manual, mensurando-se as dimensões de cada formação anual com régua milimetrada e auxílio de lupa de aumento de acordo com os procedimentos tradicionais da análise de tronco (ANATRO). Vale ressaltar, que quando a delimitação de alguns anéis apresentava um padrão morfológico diferente ou não completo em comparação aos anéis destacadamente verdadeiros, eles foram considerados falsos e desprezados na medição (BEBBER et al., 2004; CUSATIS et al., 2013, ANDRADE

et al., 2019).

A contagem dos anéis anuais de crescimento foi executada observando-se com atenção a constante extinção das marcações entre uma seção transversal e outra, sempre no sentido base-topo dos fustes. Esse procedimento possibilitou representar com precisão a idade do indivíduo com relação a respectiva altura da seção avaliada, o que viabilizou a determinação da altura atingida pela árvore em idades específicas. Esse procedimento foi executado pela metodologia desenvolvida por Kariuki (2002) e descrita como método *Tree Annual Radial Growth* – TARG.

Kariuki (2002) e Scolforo (2006) detalham o método TARG para estimativa de altura em duas pressuposições, em que: (i) a porcentagem do crescimento anual em altura que está completamente ou parcialmente contida em uma seção, está em igual porcentagem de crescimento anual radial para a base da referida seção e (ii) a distância em relação a base da seção superior da última formação anual de crescimento pode ser estimada pela razão entre a largura do anel associado com o crescimento anual em altura e em largura acumulada dos anéis anuais de crescimento na seção transversal sequente. Essas pressuposições foram aplicadas para a determinação da altura sobre as diferentes idades das árvores amostradas.

### Reconstituição e avaliação do fator de forma artificial

A partir das reconstituições cronológicas dos diâmetros e alturas totais de cada indivíduo amostrado, foi possível estimar o volume da árvore em cada idade de crescimento. O cálculo dos volumes foi executado pelo princípio de cubagem rigorosa de Smalian. Nesse sentido, após toda reconstituição dendrométrica das árvores amostradas, calculou-se, então, o fator de forma artificial para cada plantio e classe de idade, de acordo com a equação 1.

$$ff = \frac{v}{w_j} \text{ (Equação 1)}$$

Em que  $ff$  é o fator de forma artificial,  $v$  é o volume rigoroso da árvore e  $w_n$  é o volume cilíndrico da árvore com diâmetro  $j$  referente à altura de 1,3 metros.

Devido as abrangentes idades dos povoamentos avaliados, os fatores de forma artificiais calculados foram abordados em classes de idade sobre uma amplitude de dez anos a partir do ano 5 para os dois sítios de estudo, compreendendo assim, quatro classes de idade por sítio, sendo: de 5 a 15 anos (classe de idade 1), 15 a 25 anos (classe de idade 2), 25 a 35 (classe de idade 3) e 35 a 45 anos (classe de idade 4). Por conseguinte, os fatores de forma amostrados foram submetidos a Análise de variância fatorial dupla (Anova;  $\alpha = 0.05$ ) para verificação da evolução do fator de forma artificial da espécie sobre as condicionantes classe de idade (CDI) e sítio de crescimento (Área), na qual estabeleceu-se como hipótese nula ( $H_0$ ) a não ocorrência de mudanças significativas na forma das árvores considerando os fatores classe de idade e local do plantio; e como hipótese alternativa ( $H_1$ ) se assumiu que a forma das árvores sofreu mudanças por influência de pelo menos um dos fatores estabelecidos.

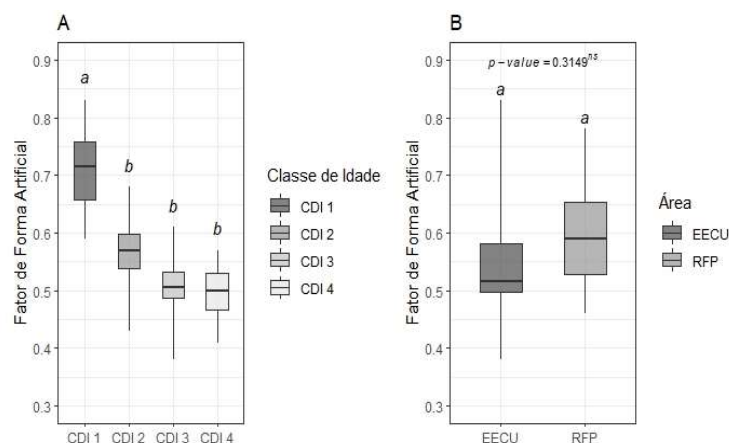
Diante da admissão da hipótese alternativa ( $H_1$ ) pela Anova, as variáveis foram submetidas ao teste de comparação múltipla de Tukey em nível de 5 % de probabilidade. Simultaneamente, o teste t à 5 % foi aplicado aos dados de fator de forma agrupados por área, e, posteriormente, em cada uma das quatro CDI,

buscando-se identificar eventuais diferenças na evolução do fator de forma da espécie estudada entre os sítios avaliados. Todos os procedimentos de análises estatísticas foram realizadas no software R versão 4.0.5 (R CORE TEAM, 2021), empregando-se o pacote ExpDes, versão 3.6.3 (FERREIRA et al., 2014) para os testes de comparações múltiplas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre as áreas de plantio (EECU e RFP) e as CDI (1, 2, 3, 4) não demonstrou influência significativa no comportamento do fator de forma artificial (*ff*) apresentado pelo *P. caibaea* var. *hondurensis*. Em contrapartida, na análise dos simples dos níveis, a CDI mostrou-se diferente estatisticamente, de modo que o *ff* médio observado à CDI 1 (5 a 15 anos) foi superior ao verificado para as demais CDI (Figura 2 A). Diante disso, a partir da aplicação do teste de comparação múltipla de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), apurou-se que os *ff* decaem consideravelmente, promovendo modificações abruptas na forma das árvores. Assim, o fator *ff* médio atingido na CDI 1 foi de 0,726 para a EECU e 0,692 para a RFP, índices que demonstram uma forma consideravelmente cilíndrica para os fustes avaliados, tendo em vista que quanto mais próximo de 1, mais cilíndrica é a árvore (FINGER, 2006; CAMPOS et al., 2017).

A amostragem dos *ff* por plantio demonstrou um padrão cilíndrico dos fustes em ambas as áreas avaliadas, todavia, o *ff* médio observado para a EECU foi sutilmente menor em relação ao verificado na RFP. À vista disso, a análise estatística não constatou qualquer diferença dos *ff* para as áreas avaliadas (*p*-valor = 0,3149), demonstrando que *P. caibaea* var. *hondurensis* se desenvolveu de forma semelhante em ambas as áreas estudadas (Figura 2 B). Assim, considerando a média geral da evolução do *ff* sobre todas as CDI, observou-se um *ff* médio de 0,552 ( $\pm 0,015$ ) para a EECU e 0,592 ( $\pm 0,008$ ) para a RFP.



**Figura 2:** Box-Plots e teste de comparações múltiplas de Tukey à 5% do comportamento dos fatores de forma artificiais por Classe de idade (A) e Box-Plots e teste t à 5% do comportamento dos fatores de forma por área de plantio (B).

Vale destacar que mesmo as CDI 2, 3 e 4 apresentando fustes mais cônicos em relação a CDI 1, os resultados obtidos foram substancialmente mais promissores do que os encontrados para a mesma espécie no México, que obteve um fator de forma de 0,450 aos 6 anos (ÁVILA et al., 2020). Diante do *P. caribaea* var *hondurensis* plantado no Brasil, foi observado na região Nordeste um *ff* médio ainda mais cônico comparado aos resultados do estudo, com taxas de 0,350 para a idade de 10 anos (MELO et al., 2013). Resultado um

pouco melhor foi verificado em plantios instalados no estado de Rondônia, onde se observou um *ff* médio de 0,532 para as idades de 4 a 12 anos (PELLISSARI et al., 2011). Esse panorama associado aos resultados obtidos no presente estudo demonstra excelentes padrões de desenvolvimento do *ff* das árvores em sítios na Amazônia Central, uma vez que *ff* médios próximos a 0,500 só foram observados em idades acima de 25 anos.

Na literatura, o campo da dendrocronologia teve muitos estudos sobre a relação entre o clima e o crescimento das árvores (FRITTS et al., 1979; DYMOND et al., 2016; ALDEA et al., 2021; HUY et al., 2021). Esses estudos mostram extensivamente que as mudanças dos fatores climáticos afetam significativamente a largura dos anéis das árvores, consolidando as afirmativas de que variáveis relacionadas ao clima afetam o desenvolvimento de indivíduos arbóreos. Diante disso, já é consensual na ciência florestal que as coníferas são amplamente sensíveis às variáveis climáticas, principalmente a temperatura (ALDEA et al., 2021), entretanto, pouco se sabe sobre o comportamento do *ff* dessas espécies em sítios onde elas não ocorrem naturalmente ou não são comumente inseridas em atividades de reflorestamento.

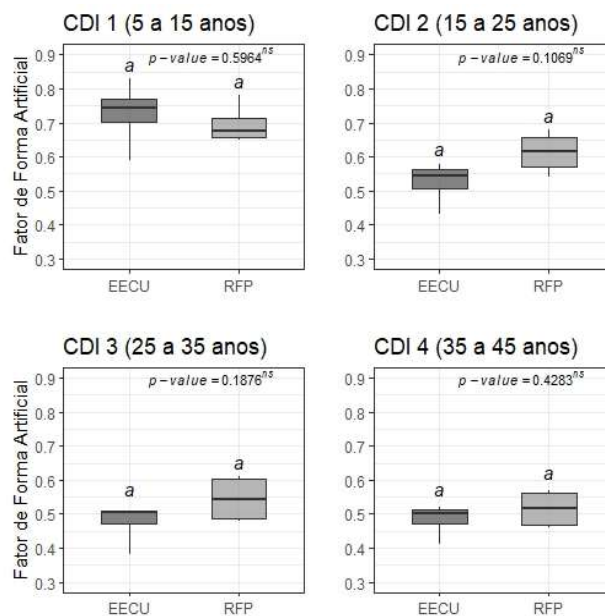
Assim, verifica-se com este estudo que o *P. caribaea* var. *hondurensis* cultivado em sítios amazônicos apresenta *ff* expressivos (Figura 2B), principalmente diante das idades de 5 a 15 anos (Figura 2 A e Figura 3). Essas informações demonstram resultados ainda mais promissores do que os observados para o *P. taeda* cultivados na região Sul do Brasil, no qual aos 10 anos apresenta um *ff* de 0,502 (ATANAZIO et al., 2018). Essas comparações de resultados são animadoras, pois em sítios do Sul do Brasil a prática de reflorestamento com coníferas já é consolidada há décadas com práticas de manejo amplamente otimizadas. Diante disso, esses insights a respeito do comportamento do *ff* de *P. caribaea* var. *hondurensis* são fundamentais para nortear atividades de cunho florestal com essa espécie na Amazônia brasileira.

Vale ressaltar, que estudos sobre o comportamento do *ff* de coníferas em condições amazônicas é inexistente, especialmente com relação ao *P. caribaea* var. *hondurensis*. Trabalhos com essas abordagens geralmente são desenvolvidos para outras espécies, e, de forma quase exclusiva, relacionados a sítios pertencentes a região Sul e Sudeste do Brasil (DRESCHER, et al., 2001; ATANAZIO et al., 2018; SANTOS et al., 2019). Diante disso, com o propósito de preencher essa lacuna de conhecimento, verificou-se com esse estudo que o *ff* do *P. caibaea* var. *hondurensis* não se mostrou diferente estatisticamente entre os dois sítios em que foi implantado na Amazônia Central (EECU e RFP).

Além disso, o comportamento do *ff* com relação às CDI específicas sob as duas áreas de plantio demonstra que em nenhum cenário de CDI a evolução do *ff* apresentou diferença estatística de acordo com o teste t à 5% (Figura 3). Esses resultados evidenciam que os comportamentos dos *ff* são semelhantes quando confrontados, separadamente, as áreas de plantio por CDI. Dessa forma, mesmo estratificadas por CDI, as áreas avaliadas não interferem no fator de forma da espécie.

Em vista disso, sabe-se que o volume constitui uma das informações de maior importância para o conhecimento do potencial de um povoamento florestal e por meio de sua estimativa precisa obtêm-se subsídios para avaliação do estoque de madeira e a análise do potencial produtivo das florestas (KERSHAW et al. 2016; CAMPOS et al., 2017; LEÃO et al., 2021). Nesse sentido, como já foi comprovado por Melo et al.

(2013) o uso do fator de forma é a maneira mais prática e precisa para se determinar o volume em povoamentos com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Dessa forma, os resultados apresentados servirão como base para avaliar o potencial de povoamentos florestais de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em regiões de clima tropical da Amazônia.



**Figura 3:** Box-Plots e teste t à 5% dos Fatores de forma artificiais de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por classe de idade (CDI) sobre as duas áreas de plantio experimental (EECU e RFP) na Amazônia Central.

Vale destacar ainda, em se tratando do setor florestal na Amazônia, o que se observa são muitos estudos direcionados na preocupação de como os recursos florestais devem ser explorados visando minimizar impactos ambientais ou de como garantir a resiliência florística e ecológica frente a atividades de manejo (ex: ANDRADE et al., 2019; LEÃO et al., 2021; BEZERRA et al., 2021; CASTRO et al., 2021). No entanto, além dessa vertente, o incentivo a pesquisas relacionadas sobre como a silvicultura poderia ser aplicada visando resgates ecológicos e recuperação de áreas naturais desmatadas também deveriam ser visados, tendo em vista cenário atual da Amazônia. Diante disso, o presente estudo trouxe à luz do conhecimento informações sobre o comportamento do *ff* da espécie *P. caribaea* var. *hondurensis* cultivada na Amazônia Central brasileira, na qual evidenciaram reduzidas conicidades dos fustes.

## CONCLUSÕES

A espécie *P. caribaea* var. *hondurensis* apresentou fatores de formas artificiais decrescentes de acordo com a idade, demonstrando taxas estatisticamente maiores entre os anos de 5 a 15 anos. Os fatores de forma artificiais não se mostraram diferentes às áreas de estudo, demonstrando conicidade semelhante da espécie em sítios Amazônicos.

Mesmo em classes de idade maiores, a espécie ainda apresenta expressivos valores de fator de forma, com valores próximos a 1. Entretanto, novos estudos relacionados ao crescimento e produção do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* ainda precisam ser realizados para se ter embasamento teórico mais concreto para o estabelecimento de plantios da espécie nessas regiões.



## REFERÊNCIAS

- ALDEA, J.; BRAVO, F.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; RUÍZ-PEINADO, R.; DEL RÍO, M.. Differences in stem radial variation between *Pinus pinaster* Ait. and *Quercus pyrenaica* Willd. may release inter-specific competition. **Forest Ecology and Management**, v.481, p.118779, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118779>
- ANDRADE, V. H. F.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; BOTOSSO, P. C.; MIRANDA, B. P.; SCHÖNGART, J.. Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.438, p.215-223, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.030>
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; MELO, F. P. L.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BONGERS, F.; CHAZDON, R. L.; MEAVE, J. A.; TABARELLI, M.. Multiple successional pathways in human modified landscapes: new insights from forest succession. **Biological Reviews**, v.92, n.1, p.326-340, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1111/brv.12231>
- ATANAZIO, K. A.; VUADEN, E.; KREFTA, S. M.; KLEIN, D. R.; SCHORR, L. P.; CUCHI, T.; PEREIRA, H. M. L.. Fator de forma artificial para *Pinus taeda* L. em um povoamento localizado em Enéas Marques, PR. **Acta Biológica Catarinense**, v.5, n.1, p.65-71, 2018.
- ÁVILA, D. T.; POSADAS, H. M. S.; MARTÍNEZ, A. V.; URIAS, J. C. T.. Ahusamiento y volumen comercial de pinos tropicales en plantaciones forestales de Veracruz, México. **Madera y Bosques**, v.26, n.3, 2020. DOI: <http://doi.org/10.21829/myb.2020.2631890>
- BEBBER, D. P.; THOMAS, S. C.; COLE, W. G.; BALSILLIE, D.. Diameter increment in mature eastern white pine *Pinus strobus* L. following partial harvest of old-growth stands in Ontario, Canada. **Trees**, v.18, n.1, p.29-34, 2004. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00468-003-0274-y>
- BEZERRA, T. G.; RUSCHEL, A. R.; EMMERT, F.; NASCIMENTO, R. G. M.. Changes caused by forest logging in structure and floristic diversity of natural regeneration: Relationship between climate variables and forest dynamics in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.482, p.118862, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118862>
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G.. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 5 ed. Viçosa: UFV, 2017.
- CASTRO, T. C. C.; CARVALHO, J. O. P.; SCHWARTZ, G.; SILVA, J. N. M.; RUSCHEL, A. R.; FREITAS, L. J. M.; GOMES, J. M.; PINTO, R. S.. The continuous timber production over cutting cycles in the Brazilian Amazon depends on volumes of species not harvested in previous cuts. **Forest Ecology and Management**, v.490, p.119124, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119124>
- CUSATIS, A. C.; TRAZZI, A. P.; DOBNER JUNIOR M.; HIGA, R. A.. Dendroecologia de *Cedrela fissilis* na Floresta Ombrófila Mista. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.75, p.287-297, 2013. DOI: <http://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.75.474>
- LIMA, I. L.; OLIVEIRA, I. R.; BARBOSA, J. A.; RANZINI, M.. Variação em propriedades da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus tecunumanii*. **Advances in Forestry Science**, v.7, n.4, p.1231-1240, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v7i4.10262>
- DRESCHER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; QUEIROZ, F. L. C.. Fator de forma artificial de *Pinus elliottii* Engelm para a região da serra do sudeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.31, p.37-42, 2001. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-84782001000100006>
- DYMOND, S. F.; D'AMATO, A. W.; KOLKA, R. K.; BOLSTAD, P. V.; SEBESTYEN, S. D.; BRADFORD, J. B.. Growth-climate relationships across topographic gradients in the northern Great Lakes. **Ecohydrology**, v.9, n.6, p918-929, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1002/eco.1700>
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A.. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, v.5, n.19, p.2952, 2014. DOI: <http://doi.org/10.4236/am.2014.519280>
- FINGER, C. A. G.. **Biometria Florestal**. Santa Maria: CEPEF, 2006.
- FRITTS, H. C.; LOFGREN, G. R.; GORDON, G. A.. Variations in climate since 1602 as reconstructed from tree rings. **Quaternary Research**, v.12, n.1, p.18-46, 1979. DOI: [http://doi.org/10.1016/0033-5894\(79\)90090-5](http://doi.org/10.1016/0033-5894(79)90090-5)
- HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSHAW JUNIOR, J. A.. **Forest mensuration**. 4 ed. New Jersey: Hoboken, 2003.
- HUY, B.; NAM, L. C.; POUDEL, K. P.; TEMESGEN, H.. Individual tree diameter growth modeling system for Dalat pine (*Pinus dalatensis* Ferré) of the upland mixed tropical forests. **Forest Ecology and Management**, v.480, p.118612, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118612>
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual Ibá 2020**. São Paulo: Café Art, 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. IBGE, 2020.
- KARIUKI, M.. Height estimation in complete stem analysis using annual radial growth measurements. **Forestry**, v.75, n.1, p63-74, 2002. DOI: <http://doi.org/10.1093/forestry/75.1.63>
- KERSHAW, J. A.; DUCEY, M. J.; BEERS, T. W.; HUSCH, B.. **Forest mensuration**. 5 ed. Wiley-Blackwell, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1002/9781118902028>
- LEÃO, F. M.; NASCIMENTO, R. G. M.; EMMERT, F.; SANTOS, G. G. A.; CALDEIRA, N. A. M.; MIRANDA, I. S.. How many trees are necessary to fit an accurate volume model for the Amazon forest? A site-dependent analysis. **Forest Ecology and Management**, v.48, p.118652, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118652>
- MELO, L. C.; BARRETO, P. A. B.; OLIVEIRA, F. G. R. B.; NOVAES, A. B.. Estimativas volumétricas em povoamento de

*Pinus caribaea* var. *hondurensis* no sudoeste da Bahia.

**Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.76, 2013. DOI: <http://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.76.459>

MOREIRA, R. C. S.; QUADROS, N. K.; ALVES, V. S.. Análise do mercado de goma resina no cone sul de Rondônia no ano de 2016. **Revista Diálogos: Economia e Sociedade**, v.2, n.1, p.108-122, 2018.

NUNES, S.; GASTAUER, M.; CAVALCANTE, R. B. L.; RAMOS, S. J.; CALDEIRA, C. F.; SILVA, D.; RODRIGUES, R. R.; SALOMÃO, R.; OLIVEIRA, M.; SOUZA FILHO, P. W. M.; SIQUEIRA, J. O.. Challenges and opportunities for large-scale reforestation in the Eastern Amazon using native species. **Forest Ecology and Management**, v.466, p.118120, 2020.

PELISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. R.; DRESCHER, R.. Modelos volumétricos para *Pinus* tropicais, em povoamento homogêneo, no Estado de Rondônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, n.67, p.173-173, 2011. DOI: <http://doi.org/10.4336/2011.pfb.31.67.173>

PRIYA, P. B.; BHAT, K. M.. False ring formation in teak (*Tectona grandis* L.) and the influence of environmental factors. **Forest Ecology and Management**, v.108, n.3, p.215-222, 1998. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00227-8](http://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00227-8)

R CORE TEAM. R: Uma Linguagem e Ambiente para Computação Estatística R Foundation for Statistical Computing. Viena, 2021.

SANTOS, M. F. D.; GAMA, J. R. V.; FIGUEIREDO, A.; COSTA, D. L. D.; RETSLAFF, F. A. D. S.; SILVA-RIBEIRO, R. B. D.; RODE, R.. Conicity and yield for lumber from commercial species from the Amazon. **Cerne**, v.25, p.439-450, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1590/01047760201925042648>

SCOLFORO, J. R. S.. **Biometria florestal**: modelos de crescimento e produção florestal. Lavras: UFLA, 2006.

SILVA, V. E.; SILVA, P. R. T. D.; MONTANARI, R.; LISBOA, S. D. D. S.; BATELLO, E. R. B.; AGUILAR, J. V.; ALBERTINI, M. M.. Produtividade de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e suas relações com atributos químicos dos solos em região de Cerrado brasileiro. **Ciência Florestal**, v.29, p.292-306, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5902/1980509829367>

STABILE, M. C.; GUIMARÃES, A. L.; SILVA, D. S.; RIBEIRO, V.; MACEDO, M. N.; COE, M. T.; ALENCAR, A.. Solving Brazil's land use puzzle: Increasing production and slowing Amazon deforestation. **Land Use Policy**, v.91, p.104362, 2020.

SUDAM. Serviço Público Federal. **Relatório geral sobre o desbaste realizado nas parcelas do plantio de Pinus na Estação Experimental de Curuá-Una**. Belém: SUDAM, 1978.

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme na região de Curuá-Una**. Belém. SUDAM; IBDF: PRODEPEF, 1978.

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Informações preliminares de Pinus caribaea var. *hondurensis* no Baixo Amazonas. Belém: SUDAM, Assessoria de Programação e Coordenação, Divisão de Documentação, 1971.**

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. **Relatório final sobre o estado atual e a importância regional dos experimentos silviculturais da Estação Experimental de Curuá-Una (EECU) e Reserva Florestal do Palhão (RFP) como base para um plano operacional para o projeto SUDAM-CTM/GTZ**. Santarém: SUDAM, 1996.

SY, V.; HEROLD, M.; ACHARD, F.; AVITABILE, V.; BACCINI, A.; CARTER, S.; VERCHOT, L.. Tropical deforestation drivers and associated carbon emission factors derived from remote sensing data. **Environmental Research Letters**, v.14, n.9, p.094022, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3dc6>

WORBES, M.; HERAWATI, H.; MARTIUS, C.. Tree growth rings in tropical peat swamp forests of Kalimantan, Indonesia. **Forests**, v.8, n.9, 2017. DOI: <http://doi.org/10.3390/f8090336>

WREGGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; GARRASTAZU, M. C.; FRITZSONS, E.; PARTALA, A.; CHRISTENSEN, G. L.. Plantios florestais com *Pinus* no Estado do Paraná e os novos cenários definidos pelas mudanças climáticas globais. **Revista do Instituto Florestal**, v.28, n.2, p.159-175, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.24278/2178-5031.201628206>

WREGGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SHIMIZU, J. Y.; DE AGUIAR, A. V.; CARAMORI, P. H.. *Pinus* tropical com potencial para uso em plantios comerciais no Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.26, n.2, p.137-145, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rif.2014.010>

YARED, J. A. G.; COUTO, L.; LEITE, H. G.. Diversidade de espécies em florestas secundárias e primárias sob efeito de diferentes sistemas silviculturais na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.83-90, 2000.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenera Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.