

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**DISTRIBUIÇÃO DOS INCREMENTOS DIAMÉTRICOS ANUAIS EM FLORESTA
AMAZÔNICA**

Kelly Dayanne Moreira

Diamantina
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DISTRIBUIÇÃO DOS INCREMENTOS DIAMÉTRICOS ANUAIS EM FLORESTA
AMAZÔNICA**

Kelly Dayanne Moreira

Orientador(a):

Eric Bastos Gorgens

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal, como parte dos
requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Diamantina
2018

DISTRIBUIÇÃO DOS INCREMENTOS DIAMÉTRICOS ANUAIS EM FLORESTA AMAZÔNICA

Kelly Dayanne Moreira

Orientador(a):

Eric Bastos Gorgens

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Florestal, como parte
dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

APROVADO em ... / ... / ...

Prof. Dr. Evandro Luiz Mendonça Machado- UFVJM

Mestranda Raquel Silva Pereira - UFVJM

Prof^ª Dr^ª Eric Bastos Gorgens– UFVJM

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 6 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 11 |
| 4.1 Posição Sociológica | 13 |
| 4.2 Grupos ecológicos | 14 |
| 4.3 Classes diamétricas | 16 |
| 5 CONCLUSÕES | 18 |
| REFERÊNCIAS | 20 |
| ANEXOS | 23 |
| Anexo A - Localização do município de Paragominas no estado do Pará - BR | 23 |
| Anexo B - Scripts utilizados para a realização do estudo. | 24 |
| AUTORIZAÇÃO | 46 |

1 INTRODUÇÃO

Boa parte das florestas tropicais nativas da Amazônia têm sido exploradas de maneira não sustentável, ocasionando perda da biodiversidade e da cobertura florestal, em muitos casos, antes mesmo que se saiba da existência de tais riquezas naturais. Nas décadas de 70 a 90, estima-se que a região da Amazônia Legal brasileira perdeu 44,9 milhões de hectares pelo desmatamento (INPE). Estados como Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia mesmo representando apenas 52% da área de floresta amazônica, foram responsáveis por 86% do desmatamento que ocorreu nesta região, principalmente em virtude da expansão agropecuária. Para o período de 2007/2008, a taxa de desmatamento estimada pelo INPE, foi de 11.968 km², o que representa um aumento de 3,8% em relação à taxa de 2006/2007, de 11.532 km².

O aproveitamento das florestas de forma sustentável ainda é um desafio à ciência florestal, pois se trata de um ecossistema complexo, que pode ter seu equilíbrio facilmente alterado (Maciel et al. 2003). O que nos leva ao questionamento: pensando na complexidade e fragilidade de seus ecossistemas, será que mesmo sob adequado manejo florestal, a sustentabilidade estaria garantida?

Sendo assim, conhecer o crescimento das florestas nativas é fundamental para o planejamento e para a realização do manejo florestal apropriado. Para estabelecer ações de manejo é importante obter estimativas precisas da produção, seja ela de madeira ou não.

O objetivo deste estudo é analisar o padrão do crescimento em diâmetro de uma floresta nativa em uma área localizada na Fazenda Cauaxi, em Paragominas, Pará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A dinâmica é o mecanismo por meio do qual a floresta mantém sua estrutura e composição ao longo do tempo (Colpini et al.). A dinâmica de uma floresta é composta pela interação de vários processos, sendo eles o crescimento, a mortalidade e o ingresso.

A falta de informações acerca do crescimento florestal oriundo de florestas nativas e do comportamento da estrutura diamétrica no tempo tem sido um fator limitante para o

manejador florestal (Sanquetta et al., 1996, 1999). O monitoramento da floresta, por meio do inventário florestal contínuo consiste numa das principais ferramentas para implementação do manejo sustentável. Por meio dele é possível conhecer as mudanças que ocorrem ao longo do tempo, sejam por eventos naturais ou por intervenções humanas.

Maciel et al. 2003 afirma que grupos ecológicos são criados respeitando o comportamento das espécies florestais nos processos dinâmicos de sucessão natural. Esses processos se dão essencialmente no surgimento de clareiras na floresta tropical seja por queda ou por morte de árvores. Tal mecanismo é responsável pela cicatrização de locais perturbados que surgem descontinuamente dispersos pela floresta.

A estrutura diamétrica de uma floresta descreve importantes características de um povoamento e probabilidades de projeção através do tempo, podendo até servir de base para a avaliação do comportamento de espécies, tendo em vista os vários fatores que possam interferir em sua estrutura (Bartoszeck et al., 2004). Além disso, sob o ponto de vista produtivo, a distribuição diamétrica permite caracterizar e indicar o estoque de madeira disponível e fornecer informações que auxiliem na tomada de decisões sobre a necessidade de reposição florestal (Scolforo et al., 1998; Pulz et al., 1999).

Campos et al. (1983), utilizaram dados de inventário florestal realizados em uma área de floresta latifoliada semidecídua tropical, denominada Reserva Florestal do Morro do Diabo, situada no município de Theodoro Sampaio, a sudoeste de São Paulo. O objetivo foi determinar os ciclos de corte mais adequados a serem utilizados, considerando a taxa de incremento apresentada após realização de cortes parciais. Determinaram a intensidade de corte descrevendo um método, cujo sucesso está relacionado a assertiva sobre valores de área basal remanescente, diâmetro máximo alcançado e da frequência por classe de diâmetro por hectare, além da escolha correta dos indivíduos a serem removidos.

d'Oliveira e Braz (2006), desenvolveram um estudo, durante um período de cinco anos, onde foram alocadas parcelas permanentes dentro das áreas de manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto, situado no Estado do Acre na Amazônia Ocidental. O PC Peixoto abriga em torno de 3000 famílias de pequenos produtores rurais, com

vegetação predominante de floresta tropical semi-perenifólia, com formações de floresta aberta e floresta densa. O objetivo foi avaliar o crescimento, danos em virtude da exploração, mortalidade, ingresso e composição florística das florestas nas áreas manejadas, de acordo com um sistema que prescreve ciclo de corte de 10 anos e taxa de corte de 10 m³.ha⁻¹ e tração animal para o arraste.

Braga e Rezende (2007), consideraram as variáveis mortalidade, recrutamento e incremento em diâmetro para avaliar mudanças na estrutura e composição florística da vegetação arbórea da mata de galeria do Catetinho, Brasília-DF. Para isso, no ano de 2005, foi feito um novo levantamento nas mesmas parcelas anteriormente implantadas na área entre julho e setembro de 1994. Com base no número de indivíduos amostrados em cada época monitorada, foram calculadas as taxas de mortalidade e recrutamento por espécie e para a comunidade. Assim observaram elevada taxa de mortalidade e baixa taxa de recrutamento, o que causa um desbalanço na mata do Catetinho neste intervalo de onze anos.

Teixeira et al. (2007), demonstraram em sua pesquisa, que os fatores que envolvem os processos da dinâmica da floresta possuem influência sobre a biodiversidade e, portanto, sobre a qualidade da floresta. O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (EEST/INPA), distante aproximadamente 90 km de Manaus- AM. A vegetação da área é uma floresta tropical úmida densa de terra-firme amazônica. Foram realizados levantamentos em 2000, onde se mediu DAP de todos os indivíduos, e em 2004, onde além do DAP dos indivíduos mensurados anteriormente, consideraram ingresso e mortalidade, com o objetivo de saber se esta floresta não explorada pode ser avaliada, fazendo previsões futuras com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov, que trata das probabilidades de transição de um indivíduo durante um intervalo de tempo.

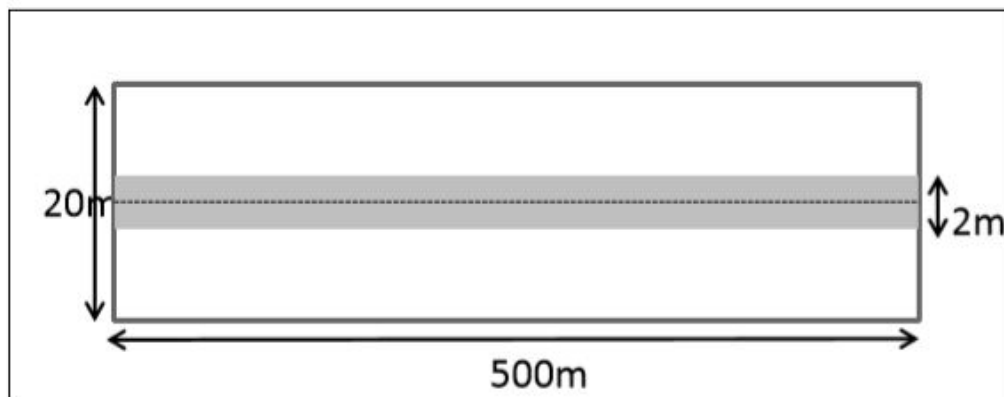
3 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na Fazenda Cauaxi, no município de Paragominas, na região nordeste do Pará, a 320 quilômetros da cidade de Belém (2° 59' 51" de latitude sul e 47° 21' 13" de longitude oeste). O município de Paragominas possui clima do tipo tropical chuvoso com estação seca bem definida, segundo a classificação de Koppen, com temperatura média anual de 26,3 °C e umidade relativa média do ar de 80%. A pluviosidade média anual é de 1.802 milímetros, em que o período chuvoso ocorre entre os meses de dezembro a maio, já o seco ocorre entre junho e novembro (Embrapa, 2003). O tipo de solo predominante é o latossolo amarelo distrófico.

A área encontra-se na região de Floresta Equatorial Densa e as principais espécies que compõem os seus estratos são *Dinizia excelsa* D., *Hymenaea palustris* (Y.T.Lee & Langenh), *Manilkara huberi* D., *Protium sp.* Aubl., *Pouteria sp. S.*, entre outras.

Através dos dados de inventário contínuo, realizados nos anos de 2012 e 2014, estudou-se o incremento diamétrico anual dos indivíduos dessa área de floresta amazônica. Foram alocadas 22 parcelas multiníveis em que a dimensão de 20x500 metros foi destinada para indivíduos arbóreos com DAP ≥ 35 cm e a dimensão de 2x500 metros foi destinada para indivíduos com DAP ≥ 10 cm e < 35 cm (Figura 1).

Figura 1. Representação da parcela multinível de 20x500m e 2x500m (área cinza).



Fonte: Projeto Paisagens Sustentáveis Embrapa.

Cada indivíduo registrado teve o nome comum, nome científico e família botânica identificados, bem como DAP, altura total, altura comercial e posição sociológica determinados. Inicialmente, para a modelagem do incremento diamétrico (ID), as árvores mortas ou ingressantes foram removidas. Considerando apenas as árvores vivas e com medições sucessivas de diâmetro, calculou-se o incremento diamétrico dos indivíduos, pela diferença entre o DAP medido em 2014 e o DAP medido em 2012 ($ID = DAP_{2014} - DAP_{2012}$).

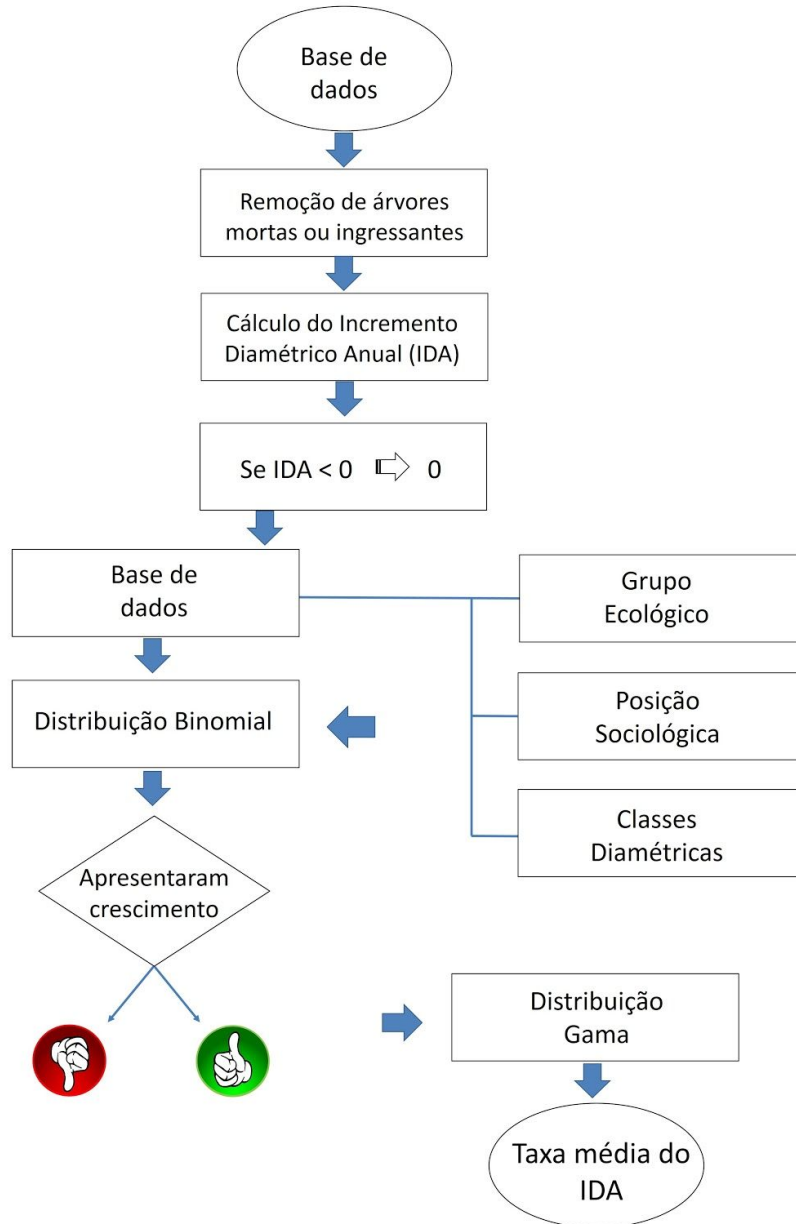
O incremento diamétrico foi anualizado (IDA) dividindo o incremento pelo tempo (2 anos) entre as medições sucessivas ($IDA = ID/2$). As árvores que apresentaram IDA negativo foram convertidas para $IDA = 0$. A distribuição do IDA foi modelada considerando a função densidade de probabilidade binomial (considerando apresentar crescimento = 1 não apresentar crescimento = 0). As árvores que apresentaram crescimento foram então modeladas por meio de uma função densidade de probabilidade gama. A estimativa do crescimento de uma determinada árvore é realizada em duas etapas: primeiro calcula-se a probabilidade da árvore crescer de acordo com a distribuição binomial, caso a probabilidade indicar crescimento, obtém-se um valor aleatório para o incremento diamétrico anual de acordo com a distribuição gama modelada.

Com base na posição sociológica os indivíduos foram classificados em: emergentes (E), suprimidas (S) e dossel (C). Indivíduos emergentes estão localizados acima das copas das árvores circundantes. Os indivíduos suprimidos estão localizados abaixo da altura da camada dominante da copa. Os indivíduos do dossel estão na mesma altura do dossel da floresta principal. Considerando cada grupo, foi ajustada a distribuição binomial e gama para o incremento diamétrico anual. Os indivíduos que não possuíam esta informação registrada na base de dados, foram removidos desta análise.

Utilizando os critérios estabelecidos por Macpherson (2007), as espécies presentes na área estudada foram divididas em: pioneiras (*pioneer*), exigentes de luz (*light-demanding*), intermediárias (*intermediate*), tolerantes à sombra (*shade-tolerant*) e

emergentes (*emergent*). Em seguida, considerando os indivíduos de cada espécie e seus grupos ecológicos foram aplicadas as funções densidade de probabilidade binomial e gama para cada grupo ecológico. Os indivíduos cujas espécies não estavam presentes no agrupamento ecológico proposto por Macpherson (2007) foram excluídos da análise.

Os indivíduos foram ainda agrupados quanto a classe diamétrica. Em seguida, a distribuição binomial e gama de cada classe foram ajustadas. Foram consideradas classes com 5 cm de intervalo.

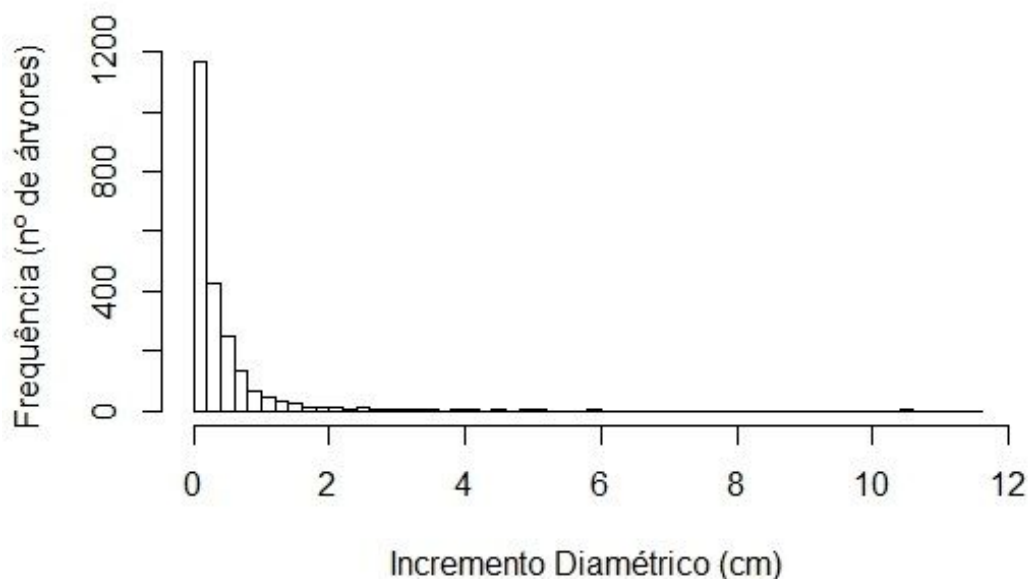


4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a remoção das árvores mortas e ingressantes, obteve-se um número de 2239 indivíduos. A partir do IDA calculado, obteve-se a distribuição dos incrementos anuais, que demonstrou uma forma de J-invertido. A maioria dos valores ficaram próximos a zero, com redução exponencial dos valores observados à medida que se distancia da origem (Figura

2). Além, da diversidade de espécies, o acesso à luminosidade e ou porto dos indivíduos podem influenciar na distribuição dos incrementos diamétricos .

Figura 2: Gráfico da distribuição dos incrementos diamétricos anuais.



Fonte: autora

Ao modelar o IDA dos indivíduos da área, a função binomial indica que aproximadamente 20% das árvores não apresentaram crescimento ao longo de um ano (coeficiente = 0,8066). Já as árvore que apresentaram crescimento, os fizeram a uma taxa média de 0,5312 cm/ ano.

Combinando as distribuições, o valor de incremento diamétrico médio apresentado para a área foi de 0,4284 cm/ano.

Vidal et al. (2002), ao avaliar indivíduos com diâmetro mínimo acima de 10 cm, em Paragominas, Pará, numa área onde não havia sido realizado prática de manejo, encontraram incremento diamétrico anual de 0,37 cm/ano. Ao compararem com uma área submetida ao manejo florestal, a média foi de 0,63 cm/ano. Vieira (2003) encontrou um

IDA de 0,39 cm/ano na região de Rio Branco. No entanto, em Santarém, este mesmo autor, observou um IDA médio de 0,31 cm/ano e em Manaus um IDA de 0,172 cm/ano, esses locais abrangem um transecto leste-oeste da bacia amazônica com diferentes durações de estação seca. Os resultados mostraram que as maiores taxas de crescimento acontecem na estação chuvosa e as menores na estação seca. Em estudo feito por Higuchi et al. (2012) analisando a dinâmica de uma floresta primária na região de Manaus, foi observado um incremento médio de 0,21 cm/ano no período compreendido entre 2005 e 2007 e 0,13 cm/ano de 2007 a 2010, indicando que provavelmente a floresta estudada não esteve em equilíbrio neste período.

4.1 Posição Sociológica

A análise da posição sociológica de cada indivíduo na comunidade fornece uma ideia sobre a influência do acesso à luminosidade e sobre o incremento diamétrico anual. Os estratos são formados por várias espécies de árvores com diferentes capacidades de ocupação, resultantes de uma resposta adaptativa às diferentes condições de luz. Para estudar o crescimento de acordo com a posição ocupada na estrutura vertical da floresta, foram utilizados um total de 2233 indivíduos cuja posição sociológica foi medida em campo.

Tabela 1 - Coeficientes gerados pelas distribuições binomial e gama para estrutura vertical.

| Estrut. vertical | Nº de obs. | Binom | LI | LS | Gama | LI | LS | IDA médio |
|-------------------------|-------------------|--------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|------------------|
| ALL | 2239 | 0,8066 | 0,7897 | 0,8224 | 0,5312 | 0,4928 | 0,5724 | 0,4284 |
| E | 277 | 0,7985 | 0,7468 | 0,8419 | 0,8337 | 0,6897 | 1,008 | 0,6657 |
| S | 1183 | 0,8014 | 0,7776 | 0,8231 | 0,3715 | 0,3374 | 0,4091 | 0,2977 |
| C | 773 | 0,8210 | 0,7923 | 0,8465 | 0,6669 | 0,5909 | 0,7527 | 0,5475 |

Fonte: autora. **ALL** - base de dados total; **S** - Suprimidas; **C** - de copa; **E** - Emergentes; **Li** - Limite inferior; **Ls** - Limite Superior.

Os indivíduos identificados como emergentes apareceram em menor quantidade, seguido pelos indivíduos na posição de dossel e depois pela posição suprimidas. Por outro lado, os indivíduos emergentes apresentaram IDA superior, atingindo entre os indivíduos que cresceram, um incremento médio de 0,83 cm/ano. Este é um comportamento típico de espécies emergentes, que se caracterizam por serem mais altas, com acesso exclusivo à luz. Os indivíduos do dossel apresentaram incremento diamétrico de 0,66 cm/ano, seguido pelos indivíduos suprimidos que apresentaram incremento de 0,37 cm/ano.

No geral, as classes apresentaram comportamento esperado, em que as árvores suprimidas crescem, em média, menos que as outras e as espécies consideradas de copa representam basicamente a média de crescimento esperado, já que essas árvores formam o dossel da floresta principal.

4.2 Grupos ecológicos

Dentre os 2239 indivíduos do banco de dados, 432 não foram identificados ou encontrados na literatura utilizada. A probabilidade dos indivíduos crescerem, indica que assim como na estrutura vertical, o comportamento dos indivíduos de espécies identificadas como emergentes (*emergent*) apresentaram o menor percentual de árvores com crescimento. Quanto aos indivíduos com crescimento, as espécies emergentes atingiram um incremento médio de 1,22 cm/ano. Além do fato de haver poucos indivíduos, esta situação pode ser explicada pela mínima influência exercida pela competição por recursos sobre as árvores deste grupo, que é composto por espécies mais densas e localizadas no extrato mais alto da floresta, o que facilitaria seu ganho em diâmetro. As pioneiras (*pionners*) apresentaram maior percentual de árvores com crescimento, além do incremento médio de 0,58 cm/ano. Pode ser explicado pelas características gerais dessas espécies, que possuem

sementes pequenas, reprodução precoce, colonização agressiva e crescimento rápido (Macpherson, 2007).

Tabela 2 - Coeficientes gerados pelas distribuições binomial e gama para os grupos ecológicos.

| Grupo Eco. | Nº de obs. | Binom | LI | LS | Gama | LI | LS | IDA médio |
|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| ALL | 2239 | 0,8066 | 0,7897 | 0,8224 | 0,5312 | 0,4928 | 0,5724 | 0,4284 |
| P | 69 | 0,8985 | 0,8021 | 0,9508 | 0,5766 | 0,4595 | 0,7235 | 0,5181 |
| LD | 87 | 0,8276 | 0,7335 | 0,8933 | 0,5215 | 0,3959 | 0,6869 | 0,4316 |
| I | 322 | 0,8074 | 0,7607 | 0,8469 | 0,6523 | 0,5381 | 0,7906 | 0,5267 |
| ST | 1287 | 0,8003 | 0,7776 | 0,8212 | 0,4764 | 0,4291 | 0,5290 | 0,3813 |
| E | 42 | 0,6428 | 0,4892 | 0,7719 | 1,2259 | 0,6137 | 2,4488 | 0,7881 |

Fonte: autora. P - *Pioneers*; LD - *Light-demanding*; I - *Intermediate*; ST - *Shade-tolerant*; E - *Emergent*; Li - Limite inferior; Ls - Limite superior.

Segundo Macpherson, 2007, o grupo das intermediárias (*intermediate*), composto por espécies de pouca regeneração no sub-bosque da floresta em relação às espécies tolerantes à sombra (*shade-tolerant*), possuem geralmente menor densidade da madeira e taxas de crescimento médio e máximo mais alto. Isto se confirma neste estudo, onde obteve-se incremento de 0,65 cm/ano. As espécies características deste grupo são: muiracatiara (*Astronium lecointei*) e louro preto (*Ocotea caudata*). De fato são os coeficientes mais altos, depois do grupo das emergentes que em geral apresentam árvores mais altas e densas.

As espécies intolerantes à sombra (*light-demanding*) e que necessitam de luz para se desenvolver, como freijó branco (*Cordia bicolor*) e ingá (*Inga capitata*), quando sob alta luz, são capazes de rápido crescimento mas sem características pioneiras clássicas, como alta taxa de produção precoce de sementes. O percentual de árvores que cresceram e o IDA

médio deste grupo são os que mais se assemelham aos coeficientes obtidos para todos os indivíduos.

Espécies como matá-matá (*Eschweilera pedicelata*) e maçaranduba (*Manilkara huberi*), tolerantes à sombra (*Shade-tolerant*), tem como principal característica a capacidade de sobrevivência à pouca ou nenhuma presença de luz. De acordo com Macpherson, 2007, são espécies de alta densidade e baixas taxas de crescimento médio e máximo. Ao analisar o percentual de árvores que cresceram, viu-se que depois das emergentes, as espécies tolerantes à sombra são as que possuem o menor percentual de árvores que crescem. O valor esperado de incremento foi de 0,47 cm/ano . Estas espécies germinam e sobrevivem na sombra, crescendo lentamente até atingirem o dossel.

É importante ressaltar que, as espécies de todos os outros grupos somadas não alcançam metade dos indivíduos presentes no grupo das espécies tolerantes à sombra, o que pode tornar este grupo o grande responsável por determinar a dinâmica de crescimento desta floresta.

4.3 Classes diamétricas

O crescimentos em uma floresta num determinado período de tempo é composto pelo incremento individual da árvore e o ingresso de novas árvores em tamanhos mensuráveis de acordo com os parâmetros estabelecidos. Isto, aliado a mortalidade compõem a dinâmica da floresta. Ao separar os indivíduos da base de dados em classes de diâmetro, com intervalos de 5 centímetros, mantendo um número mínimo de 30 árvores em cada uma delas, foram obtidas 14 classes, cujo número de observações, probabilidade das árvores crescerem e incremento diamétrico são apresentados a seguir (Tabela 3).

Tabela 3 - Coeficientes gerados pelas distribuições binomial e gama de acordo com a classe diamétrica.

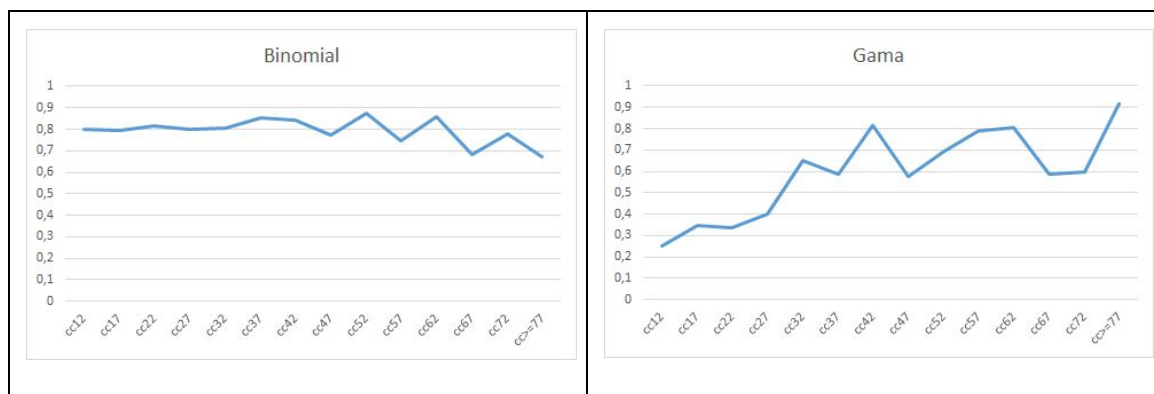
| Classes DAP | Nº de obs. | Binom | LI | LS | Gama | LI | LS | IDA médio |
|----------------|---------------|-------|----|----|------|----|----|--------------|
|----------------|---------------|-------|----|----|------|----|----|--------------|

| | | | | | | | | |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ALL | 2239 | 0,8066 | 0,7897 | 0,8224 | 0,5312 | 0,4928 | 0,5724 | 0,4284 |
| 10-15 | 443 | 0,8014 | 0,7616 | 0,8359 | 0,2521 | 0,2202 | 0,2887 | 0,2020 |
| 15-20 | 248 | 0,7943 | 0,7395 | 0,8401 | 0,3469 | 0,3019 | 0,3986 | 0,2756 |
| 20-25 | 163 | 0,8159 | 0,7489 | 0,8682 | 0,3365 | 0,2634 | 0,4298 | 0,2745 |
| 25-30 | 86 | 0,8023 | 0,7048 | 0,8734 | 0,4014 | 0,2641 | 0,6103 | 0,3221 |
| 30-35 | 61 | 0,8033 | 0,6847 | 0,8847 | 0,6520 | 0,3719 | 1,1432 | 0,5237 |
| 35-40 | 322 | 0,8509 | 0,8077 | 0,8858 | 0,5870 | 0,4954 | 0,6956 | 0,4995 |
| 40-45 | 251 | 0,8406 | 0,7900 | 0,8809 | 0,8185 | 0,6699 | 0,9999 | 0,6881 |
| 45-50 | 181 | 0,7735 | 0,7068 | 0,8286 | 0,5771 | 0,4736 | 0,7033 | 0,4464 |
| 50-55 | 159 | 0,8742 | 0,8131 | 0,9174 | 0,6946 | 0,5531 | 0,8722 | 0,6072 |
| 55-60 | 103 | 0,7476 | 0,6550 | 0,8220 | 0,7889 | 0,5967 | 1,043 | 0,5898 |
| 60-65 | 49 | 0,8571 | 0,7294 | 0,9303 | 0,8048 | 0,4136 | 1,5660 | 0,6898 |
| 65-70 | 47 | 0,6808 | 0,5360 | 0,7975 | 0,5891 | 0,3894 | 0,8910 | 0,4011 |
| 70-75 | 32 | 0,7813 | 0,6070 | 0,8919 | 0,6 | 0,4547 | 0,7918 | 0,4687 |
| 75>= | 94 | 0,6702 | 0,5693 | 0,7575 | 0,9159 | 0,6151 | 1,3636 | 0,6138 |

Fonte: autora. LI - Limite inferior; LS - Limite superior.

Pode-se observar que o percentual de árvores que cresceram se mantém constante até a classe de 42,5 cm. A medida que o centro de classe aumenta começa a ocorrer oscilações, porém com uma tendência de decréscimo em direção ao 0,7. Já o incremento diamétrico é crescente, ou seja, a medida que o DAP aumenta o incremento também aumenta (Figura 3). Aliado a isso, na Tabela 5 nota-se que a partir de 30 centímetros o IDA médio aumenta consideravelmente, demonstrando assim que, nesta floresta as árvores com maior diâmetro tendem a apresentar maior incremento diamétrico que as demais.

Figura 3 - Gráficos da distribuição dos coeficientes das funções binomial e gama de acordo com as classes diamétricas.



Fonte: autora.

5 CONCLUSÕES

O ambiente natural apresenta um grau de competição muito elevado, mostrado pelo baixo incremento diamétrico médio anual e pelo percentual de árvores que não apresentaram crescimento.

Em razão da predominância de plantas na posição de suprimidas, esta área demonstra um grande potencial sucessional, ou seja, a sua regeneração não está sendo comprometida, além disso a estrutura vertical permite definir as espécies mais promissoras a compor os seus estratos superiores futuramente.

Nos grupos onde há maior quantidade de espécies é muito provável que as árvores cresçam, porém, apresentando pouco crescimento em relação aos grupos onde há menor número de espécies, em que a probabilidade de crescimento é um pouco menor e o incremento diamétrico é mais acentuado. Foi possível perceber que, em meio a este crescimento desordenado das espécies em seus devidos grupos ecológicos, ainda assim há uma estrutura definida, que no fim culmina em torno do valor médio de crescimento esperado.

Quanto às classes diamétricas, há um grande número de indivíduos nas menores classes, o que caracteriza o potencial de recomposição da área. Além disso, a partir das classes intermediárias há um aumento gradual na taxa de incremento diamétrico que

permanece até as classes de maior diâmetro, o que indica que com um manejo adequado estas classes com árvores maiores, mais densas e provavelmente com bastante idade, podem ser exploradas e recompostas comercial e ecologicamente pelas árvores das classes anteriores, sem comprometer a dinâmica de crescimento da floresta.

O conhecimento da estrutura e das taxas de crescimento das espécies, aliados a escolha do sistema e a intensidade de exploração em uma área juntamente aos métodos silviculturais a serem adotados, são a base para o seu manejo, ou seja, a compreensão da dinâmica florestal é essencial para um adequado planejamento e prognose da exploração florestal. Faz-se necessário compreender a dinâmica em nível de espécie.

REFERÊNCIAS

- BARTOSZECK, A. C. de P, et al. A distribuição diamétrica para bracatingais em diferentes idades, sítios e densidades na região metropolitana de Curitiba. **Floresta**, v. 34, n. 3, 2004.
- BRAGA, F. M. S.; REZENDE A. V. Dinâmica da vegetação arbórea da mata de galeria do Catetinho, Brasília-DF. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 138-148, abr./jun. 2007.
- CAMPOS, J.C.C.; RIBEIRO, J.C. & COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de corte em matas nativas submetidas ao sistema de seleção. **Revista Árvore** v.7, n.2, p. 110-122, 1983.
- CARVALHO, J. O. P. de; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A. Growth rate of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 209-217, 2004.
- COLPINI, C.; et al. Determination of bark percentage and volume of individual trees in an Open Ombrophylous Forest in northwest Mato Grosso. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 97-104, 2009.
- COLPINI, C.; et al. Increment, entry and mortality in a open/seasonal ombrophilous contact forest into Marcelândia, Mato Grosso State, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 549-555, 2010.
- D'OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. Forest dynamics study of the managed forest of the PC Peixoto Communit forest management project in western Amazon. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 2, p. 177-182, 2006.

GUILHERME, F. A. G.; MORELLATO, L. P. C.; ASSIS, M. A. Horizontal and vertical tree community structure in a lowland Atlantic Rain Forest, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 27, n. 4, p. 725-737, 2004.

HIGUCHI, N. et al. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazônia**. vol.42 no.4, 2012.

INPE. Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, julho de 2018. Disponível no site <http://www.inpe.br>.

LIMA, J. P. da C.; LEÃO, J. R. A. Dynamics of growth and diameter distribution of fragments of native and planted forests in southwestern Amazon. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

MACIEL, M. de N. M. et al. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 1, n. 2, p. 69-78, 2003.

MACPHERSON, A. J.. Following the rules: a bioeconomic policy simulation of a Brazilian forest concession. 2007. **Tese de Doutorado**. University of Florida.

RODRIGUES, T. E. et al. Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2003.

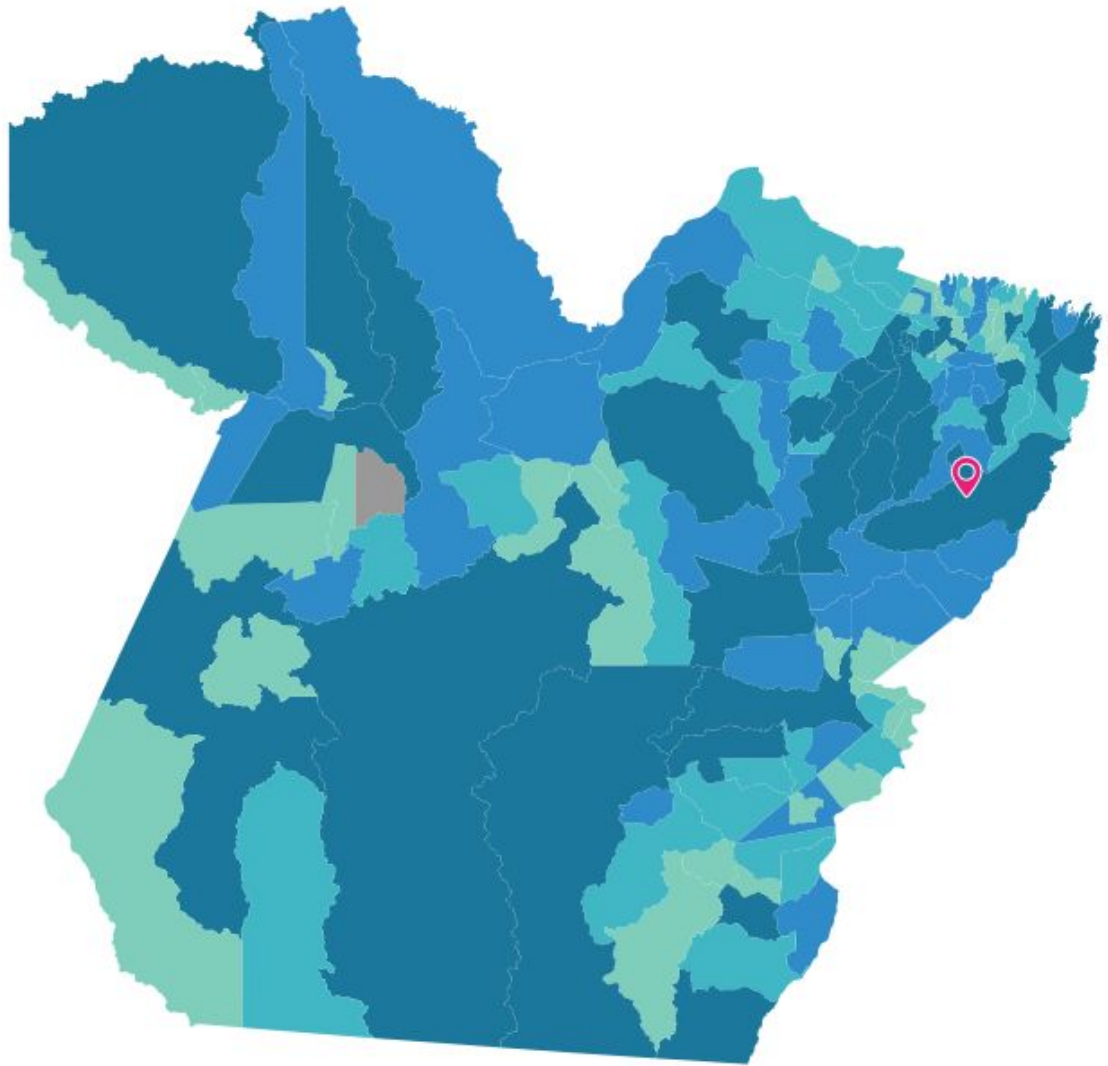
Sanquetta CR, Brena DA, Angelo H, Mendes JB. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Ciência Florestal** 1996; 6(1): 65-78.

TEIXEIRA, L. M. et al. Dynamics of the Terra-firme primary forest in Manaus-AM region using the Markov probabilistic transition matrix. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 377-384, 2007.

VIDAL, E.; VIANA, V.M.; BATISTA, J.L.F. 2002. Regrowth of a tropical rain forest in Eastern Amazonia three years after planned and unplanned logging. **Scientia Forestalis**, (61): 133 -143.

ANEXOS

Anexo A - Localização do município de Paragominas no estado do Pará - BR



Fonte: IBGE.

Anexo B - Scripts utilizados para a realização do estudo.

```
# Análise Distribuição diamétrica
```

```
# Preparar ambiente
```

```
require(MASS)
```

```
require(fitdistrplus)
```

```
# Importar base de dados
```

```
cau = read.csv("Kelly Cauaxi.csv")
```

```
cau = filter(cau, dap2012 >= 10)
```

```
cau = filter(cau, dap2014 >= 10)
```

```
IC = 5
```

```
cau$cc2012 = as.integer(cau$dap2012 / IC) * IC + (IC/2)
```

```
cau$cc2014 = as.integer(cau$dap2014 / IC) * IC + (IC/2)
```

```
cau = cau[cau$comum != 'morta',]
```

```
cau = cau[!is.na(cau$dap2014),]
```

```
cau$idp = cau$dap2014 - cau$dap2012
```

```
cau$ida = cau$idp / 2
```

```
cau$ida <- ifelse(cau$ida > 0, cau$ida, 0)
```

```
cau$non_zero <- ifelse(cau$ida > 0, 1, 0)
```



```
## Para todos os dados -----
```

```
hist(cau$ida, breaks = 50, main = "Todos os dados", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
```

```
m1 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança
```

```
binCoef = plogis(coef(m1)[[1]])
```

```
binCoef_IC <- predict(m1, se = TRUE, type = "link")
```

```
plogis(binCoef_IC$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
```

```
m2 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
```

```
gammaCoef = exp(coef(m2)[[1]])
```

```
gammaCoef_IC <- predict(m2, se = TRUE, type = "link")
```

```
exp(gammaCoef_IC$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
```

```
ida_mean = exp(log(binCoef) + log(gammaCoef))
```

```
## Para Vertical == "S" -----
```

```
cau = cau[!is.na(cau$vertical),]
```

```
cauS = cau[cau$vertical == "S",]
```

```
hist(cauS$ida, breaks = 50, main = "Vertical = S", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer  
m1S <- glm(non_zero ~ 1, data = cauS, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança  
binCoefS = plogis(coef(m1S)[[1]])  
binCoef_ICS <- predict(m1S, se = TRUE, type = "link")  
plogis(binCoef_ICS$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICS$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual  
m2S <- glm(ida ~ 1, data = subset(cauS, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)  
gammaCoefS = exp(coef(m2S)[[1]])  
gammaCoef_ICS <- predict(m2S, se = TRUE, type = "link")  
exp(gammaCoef_ICS$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICS$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições  
ida_meanS = exp(log(binCoefS) + log(gammaCoefS))
```

```
## Para Vertical == "C" -----
```

```
cauC = cau[cau$vertical == "C",]  
hist(cauC$ida, breaks = 50, main = "Vertical = C", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1C <- glm(non_zero ~ 1, data = cauC, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefC = plogis(coef(m1C)[[1]])
binCoef_ICC <- predict(m1C, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICC$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICC$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2C <- glm(ida ~ 1, data = subset(cauC, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefC = exp(coef(m2C)[[1]])
gammaCoef_ICC <- predict(m2C, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICC$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICC$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_meanC = exp(log(binCoefC) + log(gammaCoefC))

## Para Vertical == "E" -----

cauE = cau[cau$vertical == "E",]
hist(cauE$ida, breaks = 50, main = "Vertical = E", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1E <- glm(non_zero ~ 1, data = cauE, family = binomial(link = logit))

```

```

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefE = plogis(coef(m1E)[[1]])
binCoef_ICE <- predict(m1E, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICE$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICE$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2E <- glm(ida ~ 1, data = subset(cauE, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefE = exp(coef(m2E)[[1]])
gammaCoef_ICE <- predict(m2E, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICE$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICE$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_meanE = exp(log(binCoefE) + log(gammaCoefE))

## Para Grupo Ecológico == "Shade-tolerant" -----

cauST = cau[cau$`Grupo Ecológico` == "Shade-tolerant",]
hist(cauST$IDA, breaks = 50, main = "Grupo ecológico =Shade-tolerant", xlab =
"Incremento Diamétrico (cm)", ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1ST <- glm(non_zero ~ 1, data = cauST, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefST = plogis(coef(m1ST)[[1]])

```

```

binCoef_ICST <- predict(m1ST, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICST$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICST$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2ST <- glm(IDA ~ 1, data = subset(cauST, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefST = exp(coef(m2ST)[[1]])
gammaCoef_ICST <- predict(m2ST, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICST$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICST$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_meanST = exp(log(binCoefST) + log(gammaCoefST))

## Para Grupo Ecológico == "Light-demanding" -----

cauLD = cau[cau$`Grupo Ecológico` == "Light-demanding",]
hist(cauLD$IDA, breaks = 50, main = "Grupo ecológico =Light-demanding", xlab =
"Incremento Diamétrico (cm)", ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1LD <- glm(non_zero ~ 1, data = cauLD, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefLD = plogis(coef(m1LD)[[1]])
binCoef_ICLD <- predict(m1LD, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICLD$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICLD$se.fit)[1:2]

```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2LD <- glm(IDA ~ 1, data = subset(cauLD, non_zero == 1), family = Gamma(link =
log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefLD = exp(coef(m2LD)[[1]])
gammaCoef_ICLD <- predict(m2LD, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICLD$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICLD$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_meanLD = exp(log(binCoefLD) + log(gammaCoefLD))
```

```
## Para Grupo Ecológico == "Pioneer" -----
```

```
cauP = cau[cau$`Grupo Ecológico` == "Pioneer",]
hist(cauP$IDA, breaks = 50, main = "Grupo ecológico =Pioneer", xlab = "Incremento
Diamétrico (cm)", ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1P <- glm(non_zero ~ 1, data = cauP, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefP = plogis(coef(m1P)[[1]])
binCoef_ICP <- predict(m1P, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICP$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICP$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2P <- glm(IDA ~ 1, data = subset(cauP, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefP = exp(coef(m2P)[[1]])
gammaCoef_ICP <- predict(m2P, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICP$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICP$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_meanP = exp(log(binCoefP) + log(gammaCoefP))

## Para Grupo Ecológico == "Intermediate" -----

cauI = cau[cau$`Grupo Ecológico` == "Intermediate",]
hist(cauI$IDA, breaks = 50, main = "Grupo ecológico =Intermediate", xlab = "Incremento
Diamétrico (cm)", ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1I <- glm(non_zero ~ 1, data = cauI, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefI = plogis(coef(m1I)[[1]])
binCoef_ICI <- predict(m1I, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICI$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICI$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2I <- glm(IDA ~ 1, data = subset(cauI, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefI = exp(coef(m2I)[[1]])

```

```

gammaCoef_ICI <- predict(m2I, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICI$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICI$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_meanI = exp(log(binCoefI) + log(gammaCoefI))

## Para Grupo Ecológico == "Emergent" -----

cauE = cau[cau$`Grupo Ecológico` == "Emergent",]
hist(cauE$IDA, breaks = 50, main = "Grupo ecológico = Emergent", xlab = "Incremento
Diamétrico (cm)", ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m1E <- glm(non_zero ~ 1, data = cauE, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoefE = plogis(coef(m1E)[[1]])
binCoef_ICE <- predict(m1E, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_ICE$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_ICE$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m2E <- glm(IDA ~ 1, data = subset(cauE, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoefE = exp(coef(m2E)[[1]])
gammaCoef_ICE <- predict(m2E, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_ICE$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_ICE$se.fit)[1:2]

```



```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
```

```
ida_meanE = exp(log(binCoefE) + log(gammaCoefE))
```

```
## Para CC2012 == "12.5" -----
```

```
cau12 = cau[cau$cc2012 == 12.5,]
```

```
hist(cau12$sida, breaks = 50, main = "CC = 12.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
```

```
m112 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau12, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança
```

```
binCoef12 = plogis(coef(m112)[[1]])
```

```
binCoef_IC12 <- predict(m112, se = TRUE, type = "link")
```

```
plogis(binCoef_IC12$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC12$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
```

```
m212 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau12, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
```

```
gammaCoef12 = exp(coef(m212)[[1]])
```

```
gammaCoef_IC12 <- predict(m212, se = TRUE, type = "link")
```

```
exp(gammaCoef_IC12$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC12$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
```

```
ida_mean12 = exp(log(binCoef12) + log(gammaCoef12))
```

```
## Para CC2012 == "17.5" -----
```

```
cau17 = cau[cau$cc2012 == 17.5,]  
hist(cau17$sida, breaks = 50, main = "CC = 17.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer  
m117 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau17, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança  
binCoef17 = plogis(coef(m117)[[1]])  
binCoef_IC17 <- predict(m117, se = TRUE, type = "link")  
plogis(binCoef_IC17$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC17$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual  
m217 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau17, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)  
gammaCoef17 = exp(coef(m217)[[1]])  
gammaCoef_IC17 <- predict(m217, se = TRUE, type = "link")  
exp(gammaCoef_IC17$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC17$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições  
ida_mean17 = exp(log(binCoef17) + log(gammaCoef17))
```

```
## Para CC2012 == "22.5" -----
```

```

cau22 = cau[cau$cc2012 == 22.5,]
hist(cau22$ida, breaks = 50, main = "CC = 22.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m122 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau22, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef22 = plogis(coef(m122)[[1]])
binCoef_IC22 <- predict(m122, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC22$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC22$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m222 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau22, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef22 = exp(coef(m222)[[1]])
gammaCoef_IC22 <- predict(m222, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC22$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC22$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_mean22 = exp(log(binCoef22) + log(gammaCoef22))

## Para CC2012 == "27.5" -----

cau27 = cau[cau$cc2012 == 27.5,]
hist(cau27$ida, breaks = 50, main = "CC = 27.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

```

```

# Ajustar distribui  o binomial para probabilidade de crescer
m127 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau27, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef27 = plogis(coef(m127)[[1]])
binCoef_IC27 <- predict(m127, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC27$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC27$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribui  o gamma para Incremento Diamétrico Anual
m227 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau27, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribui  o gamma (média do IDA)
gammaCoef27 = exp(coef(m227)[[1]])
gammaCoef_IC27 <- predict(m227, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC27$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC27$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribui  es
ida_mean27 = exp(log(binCoef27) + log(gammaCoef27))

## Para CC2012 == "32.5" -----

cau32 = cau[cau$cc2012 == 32.5,]
hist(cau32$ida, breaks = 50, main = "CC = 32.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribui  o binomial para probabilidade de crescer
m132 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau32, family = binomial(link = logit))

```

```

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef32 = plogis(coef(m132)[[1]])
binCoef_IC32 <- predict(m132, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC32$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC32$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m232 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau32, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef32 = exp(coef(m232)[[1]])
gammaCoef_IC32 <- predict(m232, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC32$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC32$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_mean32 = exp(log(binCoef32) + log(gammaCoef32))

## Para CC2012 == "37.5" -----

cau37 = cau[cau$cc2012 == 37.5,]
hist(cau37$sida, breaks = 50, main = "CC = 37.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m137 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau37, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef37 = plogis(coef(m137)[[1]])

```

```

binCoef_IC37 <- predict(m137, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC37$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC37$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m237 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau37, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef37 = exp(coef(m237)[[1]])
gammaCoef_IC37 <- predict(m237, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC37$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC37$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_mean37 = exp(log(binCoef37) + log(gammaCoef37))

## Para CC2012 == "42.5" -----

cau42 = cau[cau$cc2012 == 42.5,]
hist(cau42$sida, breaks = 50, main = "CC = 42.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m142 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau42, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef42 = plogis(coef(m142)[[1]])
binCoef_IC42 <- predict(m142, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC42$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC42$se.fit)[1:2]

```

```

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m242 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau42, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef42 = exp(coef(m242)[[1]])
gammaCoef_IC42 <- predict(m242, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC42$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC42$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_mean42 = exp(log(binCoef42) + log(gammaCoef42))

## Para CC2012 == "47.5" -----

cau47 = cau[cau$cc2012 == 47.5,]
hist(cau47$sida, breaks = 50, main = "CC = 47.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m147 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau47, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef47 = plogis(coef(m147)[[1]])
binCoef_IC47 <- predict(m147, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC47$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC47$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m247 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau47, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

```

```

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef47 = exp(coef(m247)[[1]])
gammaCoef_IC47 <- predict(m247, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC47$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC47$se.fit)[1:2]

# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_mean47 = exp(log(binCoef47) + log(gammaCoef47))

## Para CC2012 == "52.5" -----

cau52 = cau[cau$cc2012 == 52.5,]
hist(cau52$ida, breaks = 50, main = "CC = 52.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",
ylab = "Frequência")

# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m152 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau52, family = binomial(link = logit))

# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef52 = plogis(coef(m152)[[1]])
binCoef_IC52 <- predict(m152, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC52$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC52$se.fit)[1:2]

# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m252 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau52, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))

# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef52 = exp(coef(m252)[[1]])
gammaCoef_IC52 <- predict(m252, se = TRUE, type = "link")

```



```
exp(gammaCoef_IC52$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC52$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
```

```
ida_mean52 = exp(log(binCoef52) + log(gammaCoef52))
```

```
## Para CC2012 == "57.5" -----
```

```
cau57 = cau[cau$cc2012 == 57.5,]
```

```
hist(cau57$ida, breaks = 50, main = "CC = 57.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
```

```
m157 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau57, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança
```

```
binCoef57 = plogis(coef(m157)[[1]])
```

```
binCoef_IC57 <- predict(m157, se = TRUE, type = "link")
```

```
plogis(binCoef_IC57$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC57$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
```

```
m257 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau57, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (mÃ©dia do IDA)
```

```
gammaCoef57 = exp(coef(m257)[[1]])
```

```
gammaCoef_IC57 <- predict(m257, se = TRUE, type = "link")
```

```
exp(gammaCoef_IC57$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC57$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
```

```
ida_mean57 = exp(log(binCoef57) + log(gammaCoef57))
```

```
## Para CC2012 == "62.5" -----
```

```
cau62 = cau[cau$cc2012 == 62.5,]
```

```
hist(cau62$ida, breaks = 50, main = "CC = 62.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
```

```
m162 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau62, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança
```

```
binCoef62 = plogis(coef(m162)[[1]])
```

```
binCoef_IC62 <- predict(m162, se = TRUE, type = "link")
```

```
plogis(binCoef_IC62$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC62$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
```

```
m262 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau62, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
```

```
gammaCoef62 = exp(coef(m262)[[1]])
```

```
gammaCoef_IC62 <- predict(m262, se = TRUE, type = "link")
```

```
exp(gammaCoef_IC62$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC62$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
```

```
ida_mean62 = exp(log(binCoef62) + log(gammaCoef62))
```

```
## Para CC2012 == "67.5" -----
```

```
cau67 = cau[cau$cc2012 == 67.5,]  
hist(cau67$ida, breaks = 50, main = "CC = 67.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer  
m167 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau67, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança  
binCoef67 = plogis(coef(m167)[[1]])  
binCoef_IC67 <- predict(m167, se = TRUE, type = "link")  
plogis(binCoef_IC67$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC67$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual  
m267 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau67, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)  
gammaCoef67 = exp(coef(m267)[[1]])  
gammaCoef_IC67 <- predict(m267, se = TRUE, type = "link")  
exp(gammaCoef_IC67$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC67$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições  
ida_mean67 = exp(log(binCoef67) + log(gammaCoef67))
```

```
## Para CC2012 == "72.5" -----
```

```
cau72 = cau[cau$cc2012 == 72.5,]
```

```
hist(cau72$ida, breaks = 50, main = "CC = 72.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer  
m172 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau72, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança  
binCoef72 = plogis(coef(m172)[[1]])  
binCoef_IC72 <- predict(m172, se = TRUE, type = "link")  
plogis(binCoef_IC72$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC72$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual  
m272 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau72, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)  
gammaCoef72 = exp(coef(m272)[[1]])  
gammaCoef_IC72 <- predict(m272, se = TRUE, type = "link")  
exp(gammaCoef_IC72$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC72$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições  
ida_mean72 = exp(log(binCoef72) + log(gammaCoef72))
```

```
## Para CC2012 >= "77.5" -----
```

```
cau77 = cau[cau$cc2012 >= 77.5,]  
hist(cau77$ida, breaks = 50, main = "CC >= 77.5", xlab = "Incremento Diamétrico (cm)",  
ylab = "Frequência")
```

```
# Ajustar distribuição binomial para probabilidade de crescer
m177 <- glm(non_zero ~ 1, data = cau77, family = binomial(link = logit))
```

```
# Estima probabilidade e intervalo de confiança
binCoef77 = plogis(coef(m177)[[1]])
binCoef_IC77 <- predict(m177, se = TRUE, type = "link")
plogis(binCoef_IC77$fit + c(1.96, -1.96) * binCoef_IC77$se.fit)[1:2]
```

```
# Ajustar distribuição gamma para Incremento Diamétrico Anual
m277 <- glm(ida ~ 1, data = subset(cau77, non_zero == 1), family = Gamma(link = log))
```

```
# Estima parâmetro shape da distribuição gamma (média do IDA)
gammaCoef77 = exp(coef(m277)[[1]])
gammaCoef_IC77 <- predict(m277, se = TRUE, type = "link")
exp(gammaCoef_IC77$fit + c(1.96, -1.96) * gammaCoef_IC77$se.fit)[1:2]
```

```
# Estima IDA médio combinando ambas as distribuições
ida_mean77 = exp(log(binCoef77) + log(gammaCoef77))
```

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial do presente trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Kelly Dayanne Moreira

moreiradflorestal@gmail.com

UFVM

Endereço institucional