



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

ROSEANE DE SIQUEIRA PINTO

**COMPORTAMENTO SILVICULTURAL
DE ESPÉCIES MADEIREIRAS PLANTADAS E DA REGENERAÇÃO NATURAL
EM CLAREIRAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL
NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

**BELÉM
2017**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

ROSEANE DE SIQUEIRA PINTO

**COMPORTAMENTO SILVICULTURAL
DE ESPÉCIES MADEIREIRAS PLANTADAS E DA REGENERAÇÃO NATURAL
EM CLAREIRAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL
NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para obtenção do título de mestre.

**Orientador:
Dr. João Olegário Pereira de Carvalho**

**Co-Orientador:
Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim**

**BELÉM
2017**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

ROSEANE DE SIQUEIRA PINTO

**COMPORTAMENTO SILVICULTURAL
DE ESPÉCIES MADEIREIRAS PLANTADAS E DA REGENERAÇÃO NATURAL
EM CLAREIRAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL
NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais na área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para obtenção do título de mestre.
Orientador João Olegário Pereira de Carvalho.

BANCA EXAMINADORA

João Olegário Pereira de Carvalho – Presidente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

José Natalino Macedo Silva – 1º Examinador
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa

Ademir Roberto Ruschel – 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

Rodrigo Vale da Silva – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

Vanda Maria Sales de Andrade - Suplente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS.....	9
1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	11
1.1 Questão científica.....	12
1.2 Hipótese.....	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Geral.....	13
1.3.2 Específicos.....	13
2 COMPORTAMENTO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS PLANTADAS E DA REGENERAÇÃO NATURAL EM CLAREIRAS CAUSADAS PELA EXPLORAÇÃO FLORESTAL DE IMPACTO REDUZIDO NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS..	14
2.1 Introdução.....	14
2.2 Material e métodos.....	16
2.2.1 Área de estudo.....	16
2.2.3 Delineamento experimental e tratamentos.....	16
2.2.4 Seleção das espécies para plantio e procedimentos em campo.....	17
2.2.5 Seleção das espécies de regeneração natural.....	19
2.2.6 Amostragem e coleta de dados.....	22
2.2.7 Cálculos e análise dos dados.....	23
2.2.8 Características das espécies selecionadas (pesquisa em andamento na internet e herbários Embrapa e Museu Goeldi).....	23
2.3 RESULTADOS.....	24
2.3.1 Mudanças plantadas.....	24
2.3.1.1 <i>Carapa guianensis</i> (Andiroba).....	24
2.3.1.2 <i>Dipteryx odorata</i> (Cumaru).....	26
2.3.1.3 <i>Handroanthus serratifolius</i> (Ipê-amarelo).....	27
2.3.1.4 <i>Hymenaea courbaril</i> (Jatobá).....	29
2.3.1.5 <i>Swietenia macrophylla</i> (Mogno).....	31
2.3.2 Mudanças da regeneração natural.....	33
2.3.2.1 <i>Carapa guianensis</i> (Andiroba).....	33
2.3.2.2 <i>Goupia glabra</i> (Cupiúba).....	35
2.3.2.3 <i>Jacaranda copaia</i> (Paraporá).....	36

2.3.2.4 <i>Laetia procera</i> (Pau-jacaré)	38
2.3.2.5 <i>Couratari stellata</i> (Tauari).....	39
REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de <i>C. guianensis</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	27
Figura 2 – Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de <i>C. guianensis</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	28
Figura 3 – Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de <i>C. guianensis</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	28
Figura 4 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de <i>D. odorata</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	29
Figura 5 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de <i>D. odorata</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	30
Figura 6 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de <i>D. odorata</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	30
Figura 7 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de <i>H. serratifolius</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	31
Figura 8 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de <i>H. serratifolius</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	32
Figura 9 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de <i>H. serratifolius</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	32
Figura 10 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de <i>H. courbaril</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	33
Figura 11 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de <i>H. courbaril</i> em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....	33

- Figura 12 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *H. courbaril* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....34
- Figura 13 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de *S. macrophylla* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....35
- Figura 14 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de *S. macrophylla* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....36
- Figura 15 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *S. macrophylla* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....36
- Figura 16 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....38
- Figura 17 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....38
- Figura 18 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *G. glabra* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....40
- Figura 19 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *G. glabra* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....41
- Figura 20 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *J. copaia* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....42
- Figura 21 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *J. copaia* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....43
- Figura 22 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *L. procera* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....44
- Figura 23 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *L. procera* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....45

Figura 24 - Incremento corrente anual em diâmetro (ICAd) de indivíduos da regeneração natural de *L. procera* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....46

Figura 25 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *C. stellata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....46

Figura 26 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *C. stellata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....47

Figura 27 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos da regeneração natural de *C. stellata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.....48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de mudas plantadas por espécie nas clareiras Pequenas. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 1 + repetição 04 = clareira 104).....	19
Tabela 2: Quantidade de mudas plantadas por espécie nas clareiras Médias. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 2 + repetição 06 = clareira 206).....	20
Tabela 3: Quantidade de mudas plantadas por espécie nas clareiras Grandes. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 3 + repetição 06 = clareira 306).....	20
Tabela 4: Quantidade de mudas plantadas por espécie por classe de tamanho de clareira.....	20
Tabela 5: Distribuição do número mudas identificadas na regeneração natural por espécie, em ordem crescente de número de indivíduos por espécie.....	21
Tabela 6: Número de mudas da regeneração natural conduzidas por espécie por classe de tamanho de clareira.....	22
Tabela 7: Número de clareiras por classe de tamanho por espécie.....	22
Tabela 8: Quantidade de mudas da regeneração natural por espécie nas clareiras Pequenas. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 1 + repetição 01 = clareira 101).....	22
Tabela 9: Quantidade de mudas da regeneração natural por espécie nas clareiras Médias. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 2 + repetição 01 = clareira 201).....	22
Tabela 10: Quantidade de mudas da regeneração natural por espécie nas clareiras Grandes. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 3 + repetição 01 = clareira 301).....	23
Tabela 11: Quantidade de mudas da regeneração natural por espécie por classe de tamanho de clareira.....	23
Tabela 12: Quantidade de mudas plantadas e da regeneração natural em clareiras Pequenas. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 1 + repetição 01 = clareira 101).....	23
Tabela 13: Quantidade de mudas plantadas e da regeneração natural em clareiras Médias. O número da careira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 2 + repetição 01 = clareira 201).....	24

Tabela 14: Quantidade de mudas plantadas e da regeneração natural em clareiras Grandes. O número da carreira é formado pela combinação do Tratamento + número da repetição (Tratamento 3 + repetição 01 = clareira 301).....	24
Tabela 15: Quantidade geral de repetições por Tratamento e suas respectivas classes de tamanho.....	25
Tabela 16: Quantidade de repetições (clareiras) por Tratamento para mudas plantadas.....	25
Tabela 17: Quantidade de repetições (clareiras) por Tratamento para mudas da regeneração natural.....	25

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Muito se fala sobre a sustentabilidade dos recursos naturais da Amazônia, principalmente nos seus recursos florestais. A floresta amazônica distingue-se não só por sua extensão territorial, mas pela alta biodiversidade, pelo elevado potencial econômico e pela rápida destruição de extensas áreas, por fatores antrópicos, como o extrativismo vegetal e a agricultura de subsistência (RABELO *et al.*, 2002).

Conciliar a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento econômico é um dos grandes desafios que fomentam as pesquisas na área do desenvolvimento sustentável (GOMES *et al.*, 2010). Nesse contexto, o manejo sustentável da floresta amazônica torna-se o único meio de garantir a utilização dos recursos florestais, sem ameaçar a sua biodiversidade, que atualmente sofre grandes perdas devido à utilização inadequada da floresta. No entanto, a sustentabilidade das atividades florestais, principalmente madeireira, requer métodos de exploração cada vez mais eficientes para garantir a produção contínua e ecologicamente viável (HIGUCHI, 1994).

A Amazônia é a principal produtora de madeira tropical do mundo. A exploração seletiva de algumas espécies mais procuradas pelo mercado poderá provocar, do ponto de vista genético, a perda irreversível de muitas espécies florestais (LENTINI *et al.*, 2005). Portanto, é necessário encontrar meios que permitam a manutenção dessas espécies nos ecossistemas florestais.

As atividades de manejo florestal envolvem três etapas: pré-exploração, exploração e pós-exploração. As atividades de pós-exploração, como os tratamentos silviculturais tem a finalidade de acelerar o crescimento das árvores, e assim ter-se a possibilidade de diminuir o ciclo de colheita em uma mesma área de floresta. Com o uso de técnicas silviculturais é possível elevar o potencial produtivo da floresta e, ao mesmo tempo, garantir a sustentabilidade do ecossistema (CASTRO *et al.*, 2013).

Os principais tratamentos realizados em florestas tropicais são: corte de cipós, liberação de copas para maior captação de luz, condução da regeneração natural e o enriquecimento em clareiras (GOMES *et al.*, 2010). Schwartz *et al.* (2017) enfatizam o enriquecimento de clareiras como uma atividade viável para a silvicultura de pós colheita, com o intuito de aumentar a produtividade da floresta. A condução da regeneração natural também apresenta-se como uma alternativa viável, quando há presença de indivíduos disponíveis para monitoramento (SCHWARTZ *et al.*, 2013). Ambas são técnicas que devem

ser monitoradas a longo prazo. No entanto, ainda existem poucos estudos sobre a conservação da regeneração natural e o plantio de determinadas espécies comerciais e potenciais em clareiras de florestas tropicais, formadas pela exploração, devido, principalmente, não se conhecer o comportamento de determinadas espécies em diferentes ambientes proporcionados pela entrada da radiação solar (SILVA, 2013)

Por esse motivo, esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Projeto Silvicultura Pós-Colheita na Amazônia Brasileira (CNPq), que possui experimentos instalados em duas áreas no estado do Pará: uma no leste, na região de Paragominas, e a outra no oeste, na região do Tapajós. No experimento de Paragominas Nestes experimentos foram testados métodos de liberação de copas de árvores para maior captação de luz e comportamento de mudas plantadas e da regeneração natural em clareiras criadas pela colheita de madeira.

Esta pesquisa tem como objetivo conhecer o comportamento silvicultural de algumas espécies arbóreas madeireiras plantadas e presentes na regeneração natural, em clareiras de diferentes tamanhos formadas pela exploração de impacto reduzido, no intuito de se obter a indicação das espécies promissoras e assim colaborar para formulação de diretrizes de silvicultura de pós-colheita na Amazônia brasileira.

1.1 Questão científica

Os diferentes tamanhos das clareiras criadas pela exploração de impacto reduzido influenciam na sobrevivência e no crescimento das mudas que nelas se desenvolvem após a colheita?

A sobrevivência e o crescimento de mudas de espécies arbóreas comerciais são influenciados pelo tamanho das clareiras de exploração florestal de impacto reduzido?

1.2 Hipótese

Se a luz solar é fator chave para o crescimento de árvores, então o tamanho da clareira exerce influência na sobrevivência e crescimento das espécies madeireiras plantadas e presentes na regeneração natural nessas clareiras.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Descrever os padrões de comportamento silvicultural de espécies arbóreas madeireiras plantadas e presentes na regeneração natural em clareiras, de diferentes tamanhos, criadas pela exploração florestal.

1.3.2 Específicos

- ✓ Determinar as taxas de sobrevivência e crescimento de cinco espécies arbóreas plantadas em clareiras de diferentes tamanhos criadas pela exploração de impacto reduzido;

- ✓ Determinar as taxas de sobrevivência e crescimento de cinco espécies arbóreas da regeneração natural conduzidas em clareiras de diferentes tamanhos criadas pela exploração de impacto reduzido;

2 COMPORTAMENTO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES MADEIREIRAS PLANTADAS E DA REGENERAÇÃO NATURAL EM CLAREIRAS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

2.1 Introdução

As atividades de exploração florestal de impacto reduzido permitem que a floresta tenha a capacidade de se recuperar até a próxima colheita, uma vez que são deixadas árvores em pé e é realizado o planejamento para redução dos danos na vegetação, inclusive à regeneração natural, apresentando papel fundamental para a conservação das florestas (HIRAI *et al.*, 2012).

Após a colheita da madeira, a floresta inicia um processo de reconstrução da sua comunidade, que, dependendo da intensidade de colheita (metros cúbicos de madeira retirados por hectare), pode ser muito longo. As atividades de pós-exploração, como o plantio de enriquecimento e o monitoramento da regeneração natural em clareiras, conduzidas a longo prazo na área, permite o acompanhamento desse processo reconstutivo, e assim favorece um diagnóstico preciso sobre as previsões de futuras colheitas.

Enriquecer clareiras formadas após a exploração madeireira com espécies comerciais aumenta o valor econômico da floresta, a diversidade de espécies e ainda acelera o processo sucessional (GOMES *et al.*, 2010; SCHWARTZ *et al.*, 2017). Essa atividade deve ser realizada quando o número de indivíduos com valor econômico é insuficiente ou inexistente após a exploração (LAMPRECHT, 1990). Além disso, segundo Oliveira *et al.* (2006), a ausência da regeneração natural de espécies comerciais depois da colheita e a elevada competição dos indivíduos remanescentes com espécies sem valor de mercado são alguns dos fatores que põem em risco a sustentabilidade do manejo em florestas tropicais.

O plantio de enriquecimento, por outro lado, apresenta algumas limitações. Para Yared (1996), uma dessas limitações é a dificuldade em fazer a sua manutenção, em virtude dos custos elevados das práticas operacionais, como o preparo das mudas e as limpezas anuais a serem realizadas nas clareiras. A manutenção do plantio com limpezas é essencial, pelo menos nos três primeiros anos, caso contrário, as espécies competidoras irão impedir o crescimento da espécie plantada. Após esse período, as limpezas podem ser menos frequentes, apenas para remover os cipós entrelaçados nas espécies comerciais (KEEFE *et al.*, 2009).

A prática do monitoramento da regeneração natural em clareiras também é uma alternativa para aumentar a produtividade de espécies arbóreas comerciais, pois utiliza indivíduos da própria clareira, sem a necessidade de plantio, e o acompanhamento aumenta as chances de sobrevivência das mudas. Sendo assim, o monitoramento e a condução dos indivíduos pré-selecionados de espécies comerciais são importantes para assegurar maior produtividade da floresta, garantindo o estoque destas espécies para futuros cortes. Segundo Carvalho (1982), o estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área.

Em qualquer uma dessas práticas, uma vez que as mudas estão inseridas em clareiras de diferentes tamanhos, as espécies apresentarão comportamentos distintos, dependendo do tamanho do ambiente. Esses tamanhos podem variar de acordo com o porte da árvore que caiu, o tipo de queda, a sua orientação e o número de árvores derrubadas (BROKAW, 1982; RUNKLE, 1990).

Para Bazzaz e Picket (1980), pequenas clareiras favorecem o crescimento de regeneração natural avançada, como é o caso de plântulas ou mudas já estabelecidas antes da formação da clareira. No entanto, muitas espécies comuns às grandes áreas alteradas são raras em simples clareiras, sugerindo que o tamanho da clareira pode ser uma importante variável que afeta a germinação de sementes e sobrevivência de plântulas (ORIAN, 1982).

O plantio de enriquecimento em clareiras é uma alternativa viável para promover e aumentar a abundância de espécies de valor comercial, entretanto, para utilizar esse tratamento silvicultural é necessário saber como essas espécies se comportam em relação às clareiras (QUADROS *et al.*, 2013).

Sejam as espécies plantadas, ou conduzidas na regeneração natural, existe a necessidade de conhecer o seu comportamento em diferentes ambientes da floresta, de acordo com suas exigências por radiação solar, para que se possa aplicar um tratamento silvicultural adequado à espécie ou ao grupo de espécies em questão (JARDIM e SOARES, 2010). Assim, para intervir na floresta por meio de técnicas de silvicultura pós-colheita é necessário conhecer as características ecológicas das espécies que compõem a área, nos diferentes ambientes proporcionados pela abertura de clareiras (SILVA, 2013).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada na Floresta Nacional do Tapajós (Flona do Tapajós), município de Belterra, Pará, mais precisamente à altura do km 83 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá, entre as coordenadas 2° 40' – 4°10' de Latitude e 54° 45'- 55° 30' de Longitude. O estudo teve início em 2012 e faz parte da segunda etapa do Projeto Silvicultura Pós-Colheita na Amazônia Brasileira (CNPq).

Segundo Köppen, o clima da região é do tipo “Am”, caracterizado como tropical úmido, com temperatura média anual entre 25° e 26°C, e a umidade relativa do ar em gira em torno de 86%. A precipitação média anual é de aproximadamente 2.000 mm, com distribuição irregular durante o ano, com o período mais chuvoso entre dezembro e junho (EMBRAPA, 1983).

A vegetação é classificada como floresta ombrófila densa (IBGE, 2012). Segundo Oliveira Júnior e Corrêa (2001), nessa região predominam os latossolos amarelos distróficos e argissolos amarelos distróficos.

2.2.3 Delineamento experimental e tratamentos

A área experimental está localizada na Área de Manejo Florestal (AMF) Anambé, de acordo com o Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) de uso múltiplo (produtos madeireiros e não-madeireiros) da Cooperativa Mista Flona Tapajós Verde (COOMFLONA). A AMF possui 31 mil ha e sua área de produção está prevista para ser colhida em um ciclo de 30 anos. Por isso está dividida em 30 unidades de produção anual (UPA). A primeira UPA foi colhida em 2005, utilizando-se técnicas de exploração de impacto reduzido. O presente experimento foi instalado na UPA 5, cuja madeira foi colhida em 2010, que possui 1.000 ha, divididos em 11 unidades de trabalho (UT), sendo nove de 100 ha (1.000 m x 1.000 m) e duas de 50 ha (1.000 m x 500 m). Entre essas 11 unidades de trabalho, duas foram selecionadas (UT 2 e UT 3), ambas com 100 ha, para compor a área experimental. Nessas duas UT foram colhidas 245 árvores (1,23 árvoreha⁻¹), equivalendo a 2.182 m³ de madeira (10,9 m³ha⁻¹).

As 245 árvores colhidas deram origem, conseqüentemente, a 245 clareiras. Para avaliar as mudas plantadas, foram selecionadas 33 clareiras, divididas em três classes de tamanho: pequenas, médias e grandes, sendo 11 para cada classe de tamanho. Para a condução das mudas da regeneração natural, foram selecionadas 28 clareiras, também divididas em três

classes de tamanho, sendo oito pequenas, 10 médias e 10 grandes. As clareiras pequenas (P) tem área de 200 a 400 m²; as clareiras médias (M), área de 401 a 600 m²; e as grandes (G), área $\geq 601\text{m}^2$.

Cada tamanho de clareira constituiu um tratamento. Para cada categoria de mudas, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo para mudas plantadas: três tratamentos (clareiras pequenas – T1; clareiras médias – T2; clareiras grandes – T3), com 11 repetições para cada tratamento, e para as mudas da regeneração natural: três tratamentos (clareiras pequenas – T1; clareiras médias – T2; clareiras grandes – T3), com oito repetições para o tratamento T1 e 10 repetições para os tratamentos T2 e T3.

2.2.4 Seleção das espécies para plantio e procedimentos em campo

Com base nos resultados da primeira etapa deste Projeto, que foi realizada na Fazenda Rio Capim, no município de Paragominas, Pará (GOMES *et. al.*, 2010), foram selecionadas quatro das cinco espécies escolhidas para serem plantadas. Foram selecionadas espécies que apresentaram as maiores taxas de sobrevivência e crescimento, de acordo com Gomes *et al.* (2010): *Carapa guianensis* (andiroba), *Dipteryx odorata* (cumaru), *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) e *Hymenaea courbaril* (jatobá). Uma espécie que não fazia parte da primeira etapa do Projeto e que foi inserida neste estudo foi *Swietenia macrophylla* (mogno), pelo fato de existir na porção sul da Flona do Tapajós, mas não na porção norte da Unidade, e por seu alto valor comercial.

As mudas foram produzidas em um viveiro no município de Belterra, e tiveram como substrato apenas terra preta. Foram levadas para plantio na área experimental com altura média de 45 cm. Das 48 clareiras selecionadas, 33 foram destinadas ao plantio das mudas, sendo 11 clareiras de cada tamanho. Para a abertura das covas foram utilizadas dragas, e as mudas foram retiradas das embalagens de polietileno com auxílio de estiletes. Foram plantadas 655 mudas, sendo 131 mudas de cada espécie (Tabela 4). O número de mudas nas clareiras pequenas (Tabela 1), médias (Tabela 2) e grandes (Tabela 3) variou de 10 a 50, dependendo da área da clareira, no entanto foram distribuídas em quantidades iguais para cada espécie.

As cinco espécies foram plantadas nas 33 clareiras, de forma aleatória e sempre obedecendo a um espaçamento de cerca de 4 m entre mudas. Ao lado de cada muda plantada foi fixado um piquete de PVC, com a extremidade pintada com tinta à base de óleo amarela, onde foi pintado o número da planta em tinta vermelha, que variou de 1 ao número máximo

Tabela 3: Quantidade de mudas plantadas por espécie nas clareiras grandes G ($\geq 601 \text{ m}^2$). O número da clareira é formado pela combinação do Tratamento + Número da repetição (Tratamento 3 + Repetição 01 = Clareira 301).

#	Clareiras G Nº da clareira	<i>Carapa guianensis</i>	<i>Dipteryx odorata</i>	<i>Handroanthus serratifolius</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	Total/ clareira
1	301	5	5	5	5	5	25
2	302	4	4	4	4	4	20
3	303	4	4	4	4	4	20
4	304	4	4	4	4	4	20
5	305	3	3	3	3	3	15
6	306	4	4	4	4	4	20
7	307	5	5	5	5	5	25
8	308	7	7	7	7	7	35
9	309	10	10	10	10	10	50
10	310	6	6	6	6	6	30
11	311	5	5	5	5	5	25
Total/espécie		57	57	57	57	57	285

Tabela 4: Quantidade de mudas plantadas por espécie por classe de tamanho de clareira (P - pequenas; M - médias; G - grandes).

Classe de tamanho de clareira	<i>Carapa guianensis</i>	<i>Dipteryx odorata</i>	<i>Handroanthus serratifolius</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	Total/ clareira
P (200 – 400 m ²)	33	33	33	33	33	165
M (401 – 600 m ²)	41	41	41	41	41	205
G ($\geq 601 \text{ m}^2$)	57	57	57	57	57	285
Total	131	131	131	131	131	655

2.2.5 Seleção das espécies de regeneração natural

O critério para a escolha das espécies da regeneração natural a serem conduzidas nas clareiras foi diferente das espécies plantadas. Em 2012, primeiramente foram identificadas botanicamente 202 mudas, pertencentes 28 espécies (Tabela 5), distribuídas em 48 clareiras, sendo 16 de cada tamanho.

Para serem selecionadas, as mudas deveriam estar vivas, em pé, ter valor comercial e altura $\geq 30 \text{ cm}$. O mesmo procedimento para localização das mudas plantadas foi aplicado às mudas da regeneração natural, com a diferença que, para estas, a extremidade do piquete foi pintada com tinta vermelha, e a numeração foi feita com tinta amarela. As clareiras também foram identificadas com piquetes contendo numeração composta por três algarismos.

Das 28 espécies identificadas foram escolhidas as cinco mais abundantes (Tabela 6), mais bem distribuídas na área do experimento e que ocorressem em pelo menos duas clareiras de cada classe de tamanho (Tabela 7): *Carapa guianensis* (andiroba), *Couratari stellata* (tauarí), *Goupia glabra* (cupiúba), *Jacaranda copaia* (parapará) e *Laetia procera* (pau-jacaré). Essas espécies reuniram 127 dos 202 indivíduos identificados, e estavam distribuídos em 28 clareiras, sendo oito pequenas (Tabela 8), dez médias (Tabela 9) e dez grandes (Tabela 10). O número de espécies por clareira e de mudas por espécie em cada clareira variou devido à

irregularidade da distribuição natural das mesmas (Tabela 11). A espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, apesar de conter mais indivíduos que *G. glabra*, não atendeu ao requisito de ocorrer em pelo menos duas clareiras de cada classe de tamanho, ao passo que *G. glabra*, mesmo com um indivíduo a menos, atendeu ao referido requisito.

Tabela 5: Distribuição do número mudas identificadas na regeneração natural por espécie, em ordem crescente de número de indivíduos por espécie.

#	Nome científico	Nome comum	Família	Grupo ecológico	Quantidade de indivíduos
1	<i>Couratari stellata</i> A.C.Sm	Tauari stellata	Lecythidaceae	Tolerante	47
2	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Parapará	Bignoniaceae	Intolerante	28
3	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	Meliaceae	Tolerante	21
4	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Pau-jacaré	Salicaceae	Intolerante	20
5	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	Paricá	Fabaceae	Intolerante	12
6	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba	Goupiaceae	Intolerante	11
7	<i>Ocotea nigrescens</i> Vicent.	Louro-preto	Lauraceae	Tolerante	11
8	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiá	Caryocaraceae	Intolerante	6
9	<i>Tachigali</i> sp.	Tachí-pitomba	Fabaceae	Intolerante	5
10	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fava-arara-tucupí	Fabaceae	Intolerante	4
11	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Morototó	Araliaceae	Intolerante	4
12	<i>Lecythis lurida</i> (Miers.) S.A.Mori	Jarana	Lecythidaceae	Tolerante	3
13	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba	Moraceae	Intolerante	3
14	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Ananí	Clusiaceae	Intolerante	2
15	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-da-mata	Fabaceae	Tolerante	2
16	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	Angelim-rajado	Fabaceae	Tolerante	2
17	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Copaíba	Fabaceae	Tolerante	2
18	<i>Parkia</i> sp.	Fava-tucupí	Fabaceae	Intolerante	2
19	<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Freijó-cinza	Boraginaceae	Intolerante	3
20	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Guariúba	Moraceae	Tolerante	2
21	<i>Licaria rigida</i> (Kosterm.) Kosterm.	Louro-amarelo	Lauraceae	Tolerante	2
22	<i>Manilkara elata</i> (Alemão ex Miq.) Monach.	Maçaranduba	Sapotaceae	Tolerante	2
23	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá	Simaroubaceae	Intolerante	2
24	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Tauari	Lecythidaceae	Tolerante	2
25	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Fava-bolota	Fabaceae	Intolerante	1
26	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	Jutaí-mirim	Fabaceae	Tolerante	1
27	<i>Manilkara paraenses</i> (Huber) Standl.	Maparajuba	Sapotaceae	Tolerante	1
28	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara	Anacardiaceae	Tolerante	1
Total					202

Tabela 6: Número de mudas da regeneração natural e número de clareiras por espécie e por classe de tamanho de clareira (P - pequenas; M - médias; G - grandes).

Espécie	P (200 - 400 m ²)		M (401 - 600 m ²)		G (≥ 600 m ²)		Total mudas	Total clareiras
	Nº mudas	Nº clareiras	Nº mudas	Nº clareiras	Nº mudas	Nº clareiras		
<i>Carapa guianensis</i>	5	3	11	5	5	5	21	13
<i>Goupia glabra</i>	4	2	3	2	4	3	11	7
<i>Jacaranda copaia</i>	2	2	11	4	15	5	28	11
<i>Laetia procera</i>	5	4	7	6	8	4	20	14
<i>Couratari stellata</i>	8	4	14	6	25	9	47	19
Total	24		46		57		127	

Tabela 7: Quantidade de mudas da regeneração natural por espécie nas clareiras pequenas P (200 – 400 m²). O número da clareira é formado pela combinação do Tratamento + Número da repetição (Tratamento 1 + Repetição 01 = Clareira 101).

Nº de cada repetição (clareira) em cada tratamento			<i>Carapa guianensis</i>			<i>Goupia glabra</i>			<i>Jacaranda copaia</i>			<i>Laetia procera</i>			<i>Couratari stellata</i>			Nº de mudas em cada clareira, em cada tratamento		
T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
101	201	301				3		2	1			1	1	4		2		5	3	6
102	202	302			1	1		1		2	1		1				3	1	3	6
103	203	303	1	1						1	2		1	2	1	3		5	2	5
104	204	304		2	1				1				2		4		2	5	4	3
105	205	305						1		1	1	1	1			2	3	1	4	5
106	206	306	2									1			1	7	1	4	7	1
107	207	307		5	1									1	1		9	1	5	11
108	208	308	2	2	1		1		4	8		1	1		1	2	2	9	12	
	209	309		1											1	1		2	1	
	210	310			1		2		4	4		1	1			1		7	7	
Total mudas por tratamento			5	11	5	4	3	4	2	11	15	5	7	8	8	14	25	24	46	57
Total mudas por espécie			21			11			28			20			47			127		

.2.6 Amostragem e coleta de dados

Os dados desta pesquisa foram coletados de uma amostra de 46 clareiras, divididas em tamanho Pequena (P), Média (M) e Grande (G), constituindo, respectivamente, os Tratamentos 1, 2 e 3. A Tabela 14 mostra as dimensões de cada Tratamento e a quantidade total de clareiras por Tratamento, sendo que cada clareira constitui uma repetição. No entanto, no presente estudo, cada grupo de mudas será tratado separadamente, ou seja, o grupo das mudas plantadas será avaliado em 33 clareiras (Tabela 15), e o grupo da regeneração natural será avaliado em 28 clareiras (Tabela 16).

Tabela 15: Quantidade geral de repetições por Tratamento e suas respectivas classes de tamanho.

Tratamento	Nº de repetições (clareiras)	Tamanho da clareira (m ²)	Tamanho mínimo encontrado (m ²)	Tamanho máximo encontrado (m ²)
T1 (P)	14	200 - 400	201	377
T2 (M)	16	401 - 600	415	597
T3 (G)	16	≥ 601	622	1.791

Tabela 16: Quantidade de repetições (clareiras) por Tratamento para mudas plantadas.

Espécie	Nº de repetições por Tratamento			Nº total de repetições
	T1	T2	T3	
<i>Carapa guianensis</i>	11	11	11	33
<i>Dipteryx odorata</i>	11	11	11	33
<i>Handroanthus serratifolius</i>	11	11	11	33
<i>Hymenaea courbaril</i>	11	11	11	33
<i>Swietenia macrophylla</i>	11	11	11	33
Total geral	-	-	-	33

Tabela 17: Quantidade de repetições (clareiras) por Tratamento para mudas da regeneração natural.

Espécie	Nº de repetições por Tratamento			Nº total de repetições
	T1	T2	T3	
<i>Carapa guianensis</i>	3	5	5	13
<i>Goupia glabra</i>	2	2	3	7
<i>Jacaranda copaia</i>	2	4	5	11
<i>Laetia procera</i>	4	6	4	15
<i>Couratari stellata</i>	4	6	9	19
Total geral	-	-	-	28

De 2012 a 2015 foram realizadas 4 medições em altura de todas as mudas, plantadas e da regeneração natural, e em diâmetro daquelas que apresentavam DAP ≥ 2 cm. Também a cada avaliação, todos os indivíduos foram identificados como vivos ou mortos. Todas as medições foram realizadas no mês de maio. Na ocasião da primeira medição, foi realizada a limpeza no entorno de todas as mudas, para reduzir a competição por luz e nutrientes pelo menos nos primeiros meses.

2.2.7 Cálculos e análise dos dados

Avaliou-se, para o grupo das mudas plantadas, Taxa de Sobrevivência (TS), Incremento Corrente Anual em altura (ICAh), Incremento Médio Anual em altura (IMA_h) e Incremento Corrente Anual em diâmetro (ICAd), em três períodos de monitoramento: 2012-2012; 2013-2014 e 2014-2015. Para o grupo das mudas da regeneração natural, foram avaliados os mesmos parâmetros, com exceção do Incremento Médio Anual em altura (IMA_h), uma vez que não se sabia a idade dessas mudas. Para as mudas plantadas, o momento do plantio foi considerado o ano zero. Cada parâmetro foi calculado por meio das seguintes fórmulas:

- *Taxa de Sobrevivência:*

$$TS (\%) = (A_f * 100) / A_i$$

Onde: TS (%): Taxa de sobrevivência; A_f: Número de indivíduos vivos na última medição; e A_i: Número de indivíduos plantados ou presentes na regeneração natural na primeira medição.

- *Incremento Corrente Anual em altura (ICAh):*

$$ICAh = (H_f - H_o) (m) / \text{Tempo (anos)}$$

Onde: H_f: Altura da última medição; e H_o: Altura da medição anterior.

- *Incremento Médio Anual em altura (IMA_h):*

$$IMA_h = (H_f - H_o) (m) / \text{idade da muda plantada (anos)}$$

Onde: H_f: Altura do último ano de medição; e H_o: Altura do primeiro ano de medição.

- *Incremento Corrente Anual em diâmetro (ICAd):*

$$ICAd = (D_f - D_o) (cm) / \text{Tempo (anos)}$$

Onde: D_f: Diâmetro da última medição; e D_o: Diâmetro da primeira medição.

A análise estatística será realizada pelo programa SPSS. A existência ou não de diferença significativa entre os tratamentos para cada parâmetro em cada grupo de mudas será comprovada por uma análise de variância, e o teste de Bonferroni irá determinar quais os tratamentos diferem significativamente.

2.2.8 Características das espécies selecionadas (pesquisa em andamento na internet e herbários Embrapa e Museu Goeldi)

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Mudanças plantadas

2.3.1.1 *Carapa guianensis* (Andiroba)

- Sobrevivência

Durante o período de avaliação, morreram 9 indivíduos de *C. guianensis*, sendo 1 no tamanho de clareira pequena, 3 na média e 5 na grande. Nas clareiras pequenas houve mortalidade apenas no segundo período (2013-2014), de um indivíduo. Nas clareiras médias morreram três indivíduos, sendo um em cada período, e nas grandes, morreram 5 indivíduos, 2 no primeiro período e 3 no terceiro. Em todas as classes de tamanho de clareira a taxa de sobrevivência foi superior a 99% (Figura 1).

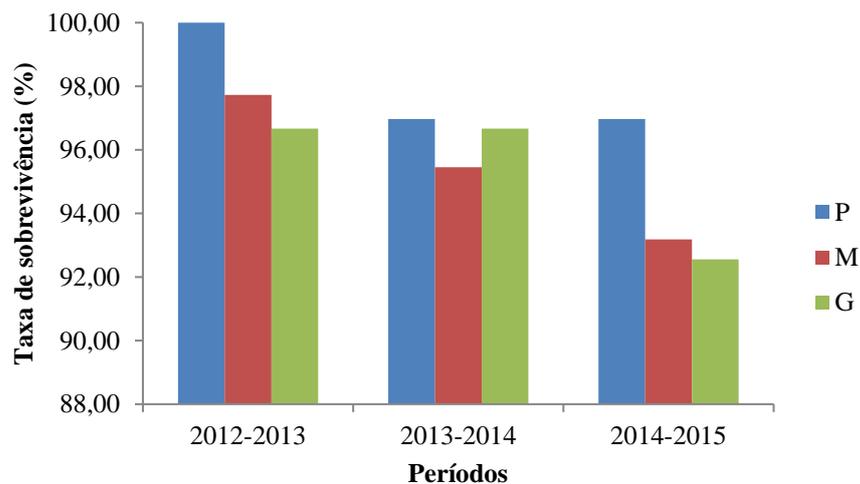


Figura 1 – Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICA_h)

No primeiro período, os maiores valores de incremento corrente anual foram observados nas clareiras médias e grandes, 46,20 cm.ano⁻¹ e 38,99 cm.ano⁻¹, respectivamente. Nas clareiras pequenas e grandes houve aumento do ICA_h no segundo período, e queda no terceiro. Nas clareiras médias houve queda constante. Nas três classes de tamanho o ICA_h reduziu drasticamente no último período (Figura 2).

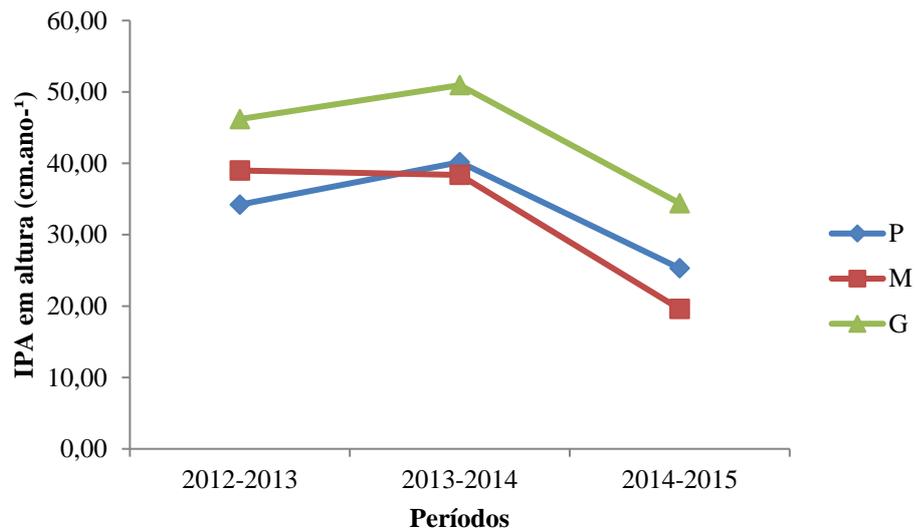


Figura 2 – Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento médio anual em altura (IMAh)

O maior incremento médio anual (IMAh) foi observado nas clareiras grandes (45,71 cm.ano⁻¹), seguido pelas médias e pequenas (Figura 3).

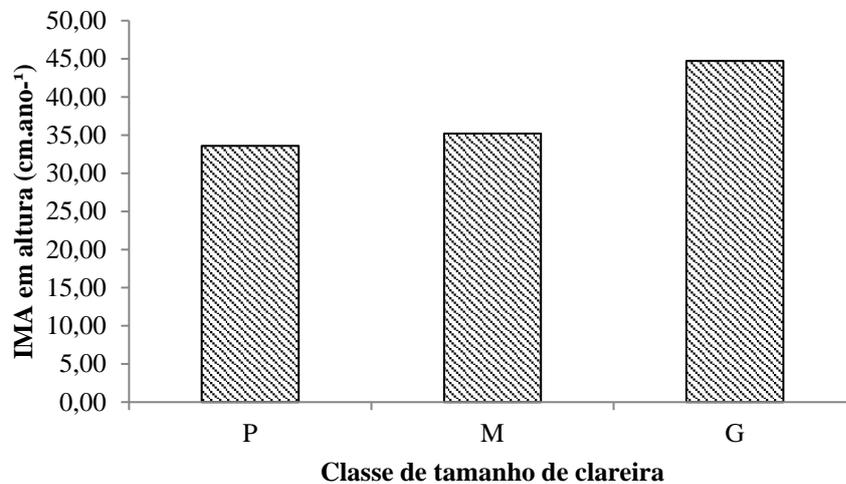


Figura 3 – Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

Esses atingiram diâmetro de 6 cm a partir do segundo período, e somente nas clareiras médias e grandes. Nessas classes o ICd aumentou no período seguinte, sendo que o ICAd das clareiras médias foi 0,95 cm.ano⁻¹, e nas clareiras grandes foi 0,60 cm.ano⁻¹. Somente no último período foi observado ICd nas clareiras pequenas (ICd=0,07cm).

2.3.1.2 *Dipteryx odorata* (Cumaru)

- Sobrevivência

Das 131 mudas plantadas de *D. odorata*, 116 sobreviveram (TS=88,55%). Morreram 3 mudas nas clareiras pequenas, 7 nas médias e 5 nas grandes. No primeiro período as clareiras grandes tiveram a maior taxa de sobrevivência (99,09%). No período seguinte houve estabilidade nas clareiras grandes, e diminuição nas médias e pequenas. No terceiro período as clareiras pequenas e médias mantiveram sua taxa de sobrevivência, ao passo que esta diminuiu nas grandes (Figura 4).

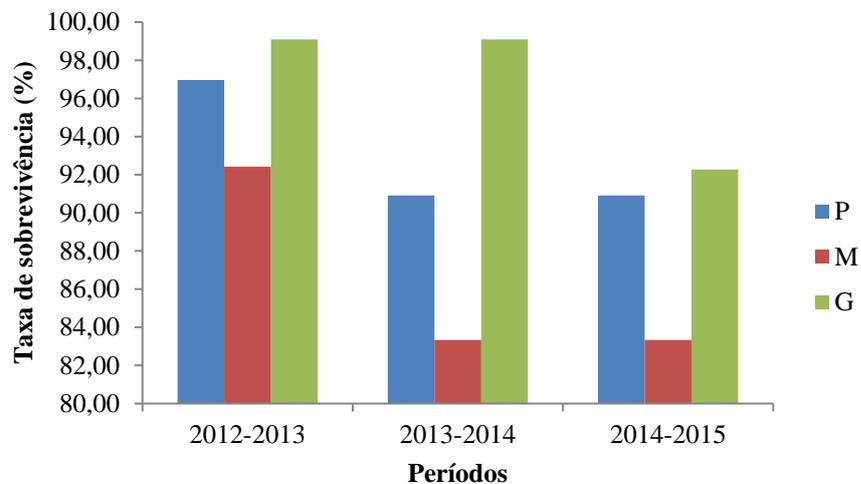


Figura 4 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de *D. odorata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

O incremento corrente anual em altura (ICAh) das mudas de *D. odorata*, foi o mais baixo do grupo de mudas plantadas. No primeiro período as clareiras grandes apresentaram o maior valor, de 20,68 cm.ano⁻¹, e no período seguinte o ICAh aumentou nas três classes. No terceiro período, nas clareiras médias o incremento aumentou, enquanto nas pequenas e grandes, diminuiu (Figura 5).

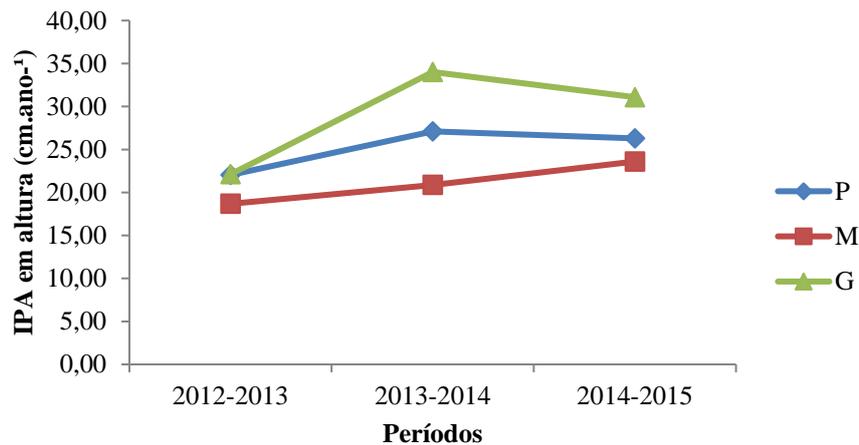


Figura 5 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de *D. odorata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento médio anual em altura (IMAh)

O IMAh do *D. odorata*, também foi o menor entre as espécies avaliadas. Foi maior nas clareiras grandes (27,70 cm.ano⁻¹), nas clareiras pequenas e médias foi respectivamente, 23,58 e 20,44 cm.ano⁻¹ (Figura 6).

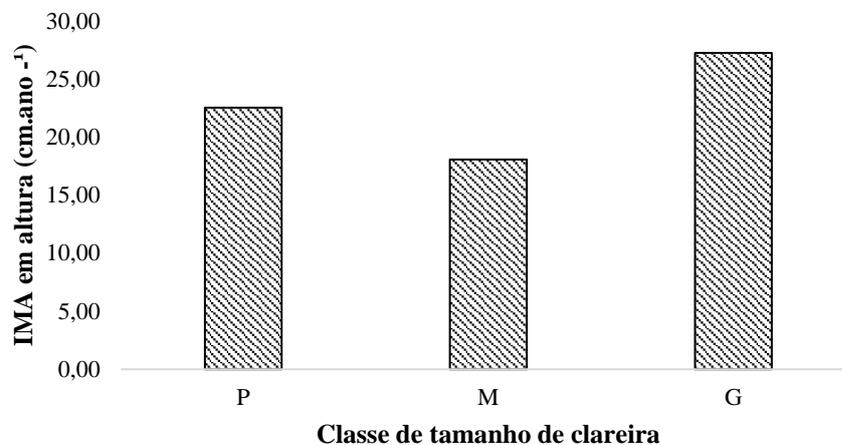


Figura 6 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *D. odorata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

As mudas de *D. odorata*, crescem muito lentamente em diâmetro. Somente na última medição havia um único indivíduo com diâmetro mensurável.

2.3.1.3 *Handroanthus serratifolius* (Ipê-amarelo)

- Sobrevivência

Nas clareiras pequenas 100% das mudas sobreviveram nos três períodos. Nas clareiras médias morreram apenas um indivíduo em cada período, e nas clareiras grandes somente no primeiro período não houve morte, no segundo morreram 2 e no terceiro, 1 indivíduo (Figura 7). Considerando todo o período, morreram 6 mudas de *H. serratifolius*.

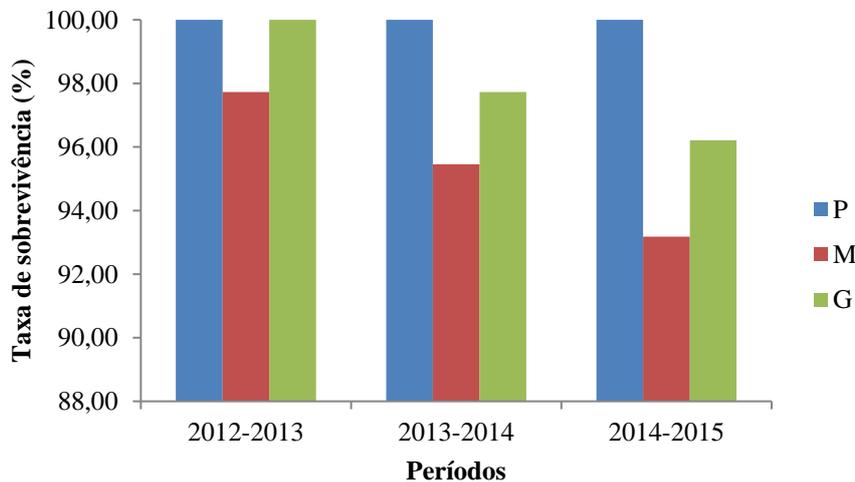


Figura 7 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de *H. serratifolius* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

Quanto ao ICAh, todas as classes apresentaram os menores valores no primeiro período. No período seguinte, o ICAh aumentou, e somente nas clareiras grandes diminuiu no terceiro período (Figura 8).

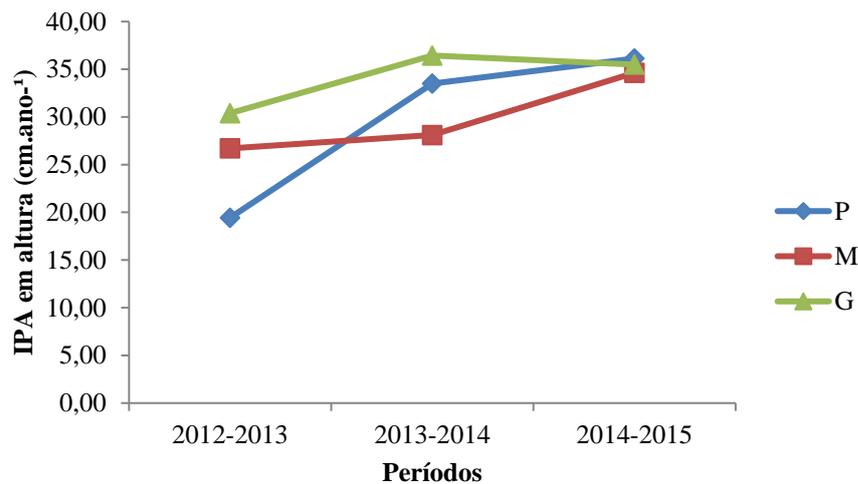


Figura 8 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de *H. serratifolius* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento médio anual em altura (IMAh)

Similarmente ao ocorrido com o *D. odorata*, o IMAh do *H. serratifolius* foi maior nas clareiras grandes, 33,47 cm.ano⁻¹, e nas demais classes de tamanho o IMAh foi muito parecido (Figura 9).

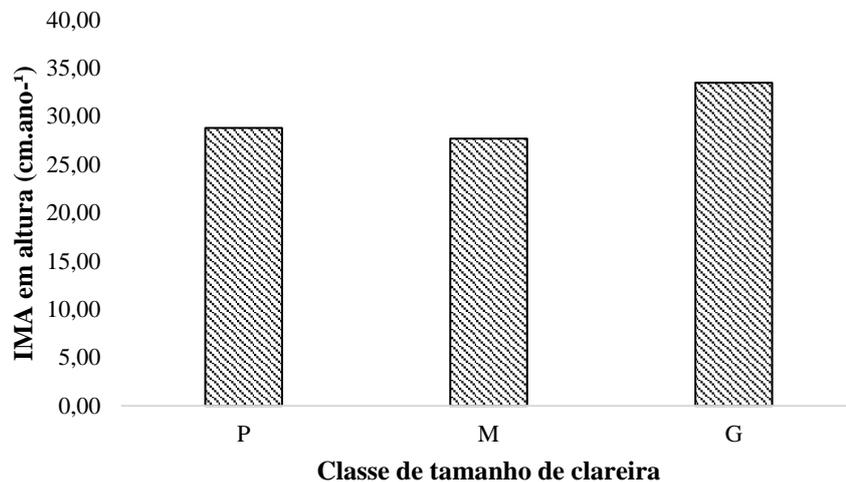


Figura 9 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *H. serratifolius* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

H. serratifolius também cresce muito lentamente em diâmetro. Somente nas clareiras grandes, e na última medição, havia indivíduos com diâmetro mensurável.

2.3.1.4 *Hymenaea courbaril* (Jatobá)

- Sobrevivência

Houve perda de 12 mudas de *H. courbaril* (TS=90,84%), sendo 3 nas clareiras pequenas, 2 nas médias e 7 nas grandes. No primeiro período todas as classes perderam mudas, e no segundo, as pequenas e médias se mantiveram estável. No terceiro período a maior queda foi observada nas clareiras grandes, com taxa de sobrevivência de 87,42%. Nesse mesmo período, apenas 1 indivíduo morreu nas clareiras médias e pequenas (Figura 10).

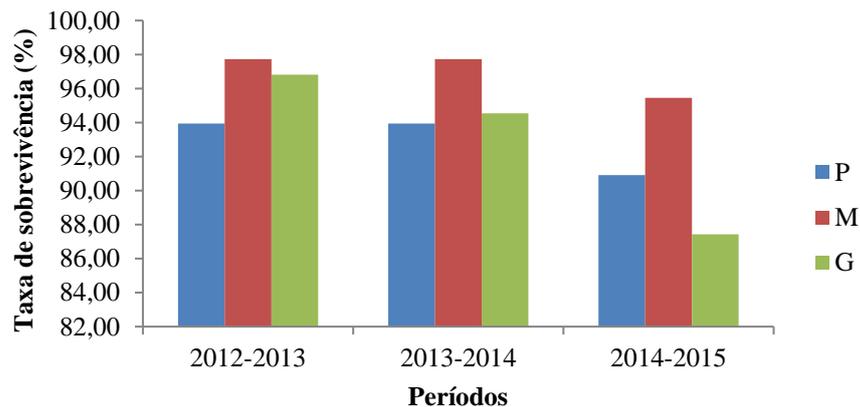


Figura 10 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de *H. courbaril* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

O *H. courbaril* apresentou os maiores valores de ICAh, entre as espécies do grupo, no primeiro período. As clareiras médias tiveram ICAh=58,15 cm.ano⁻¹, seguidas pelas grandes (52,02 cm.ano⁻¹) e pequenas (45,68 cm.ano⁻¹). No segundo período houve queda em todas as classes, no entanto, houve um elevado aumento no ICAh no terceiro período (Figura 11).

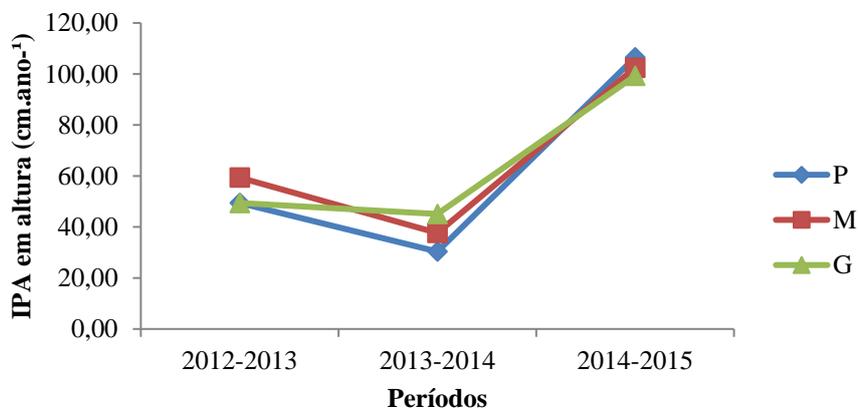


Figura 11 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de *H. courbaril* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento médio anual em altura (IMAh)

O IMA das mudas de *H. courbaril* mostrou-se o maior entre as espécies plantadas. Nas clareiras grandes o valor observado foi 60,42 cm.ano⁻¹. As clareiras médias e pequenas apresentaram, respectivamente, 60,58 e 60,90 cm.ano⁻¹ (Figura 12).

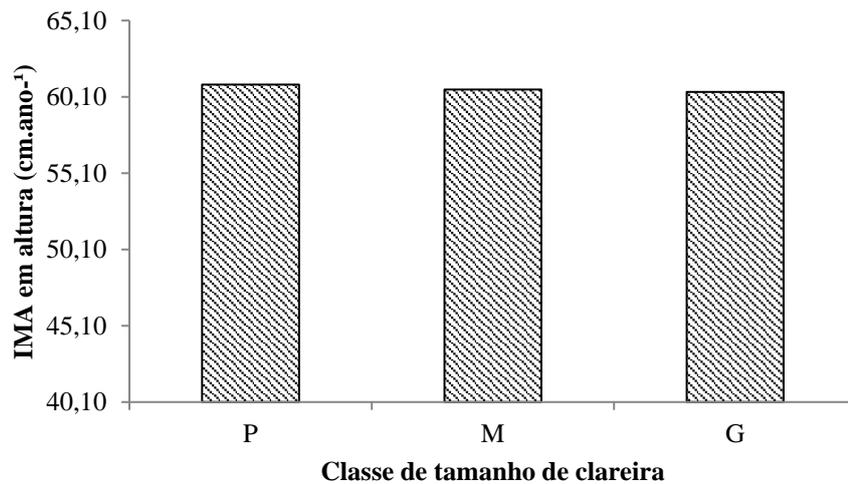


Figura 12 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *H. courbaril* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

Apenas na segunda medição, e nas clareiras grandes e médias, houve coleta de dados em diâmetro, e esta foi a mais elevada, em relação às outras espécies. No último período, o ICAd nas clareiras grandes e médias foi de 0,94 e 0,25 cm.ano⁻¹, respectivamente.

2.3.1.5 *Swietenia macrophylla* (Mogno)

- Sobrevivência

Essa espécie foi a que apresentou a menor TS total, de 54,20%, com 60 indivíduos mortos, sendo 14 nas clareiras pequenas, 21 nas médias e 25 nas grandes. O primeiro período foi o que apresentou os maiores valores de TS nas três classes, e nos períodos seguintes, houve queda contínua. As clareiras pequenas e grandes tiveram comportamento semelhante, e as médias apresentaram o menor valor de TS no último período (46,97 %) (Figura 13).

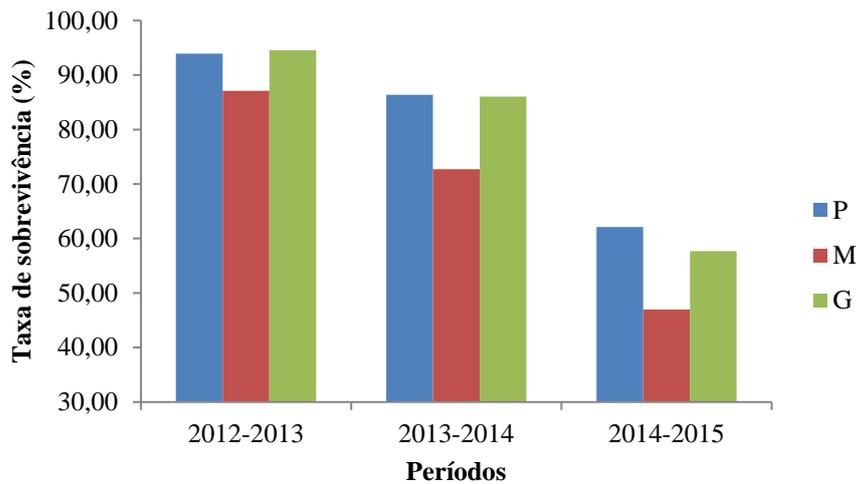


Figura 13 - Taxa de sobrevivência de indivíduos plantados de *S. macrophylla* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

O ICAh foi maior no primeiro período, nas três classes de tamanho de clareira, sendo maior na grande (36,64 cm.ano⁻¹). Depois houve queda contínua, com exceção das clareiras médias, que elevaram muito discretamente no último período, e as clareiras grandes apresentaram o menor valor de ICAh no último período, de 15,47 cm.ano⁻¹ (Figura 14).

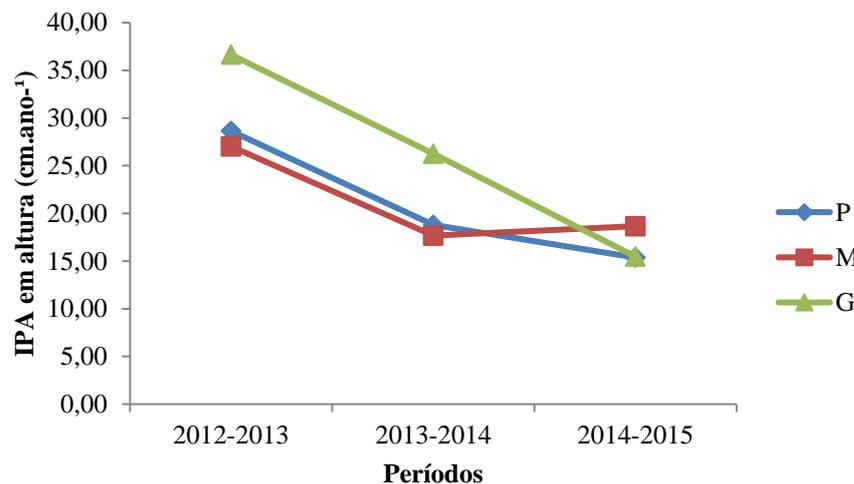


Figura 14- Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos plantados de *S. macrophylla* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento médio anual em altura (IMAh)

Nas clareiras grandes o IMAh encontrado foi 28,15 cm.ano⁻¹, sendo o maior valor. Nas clareiras pequenas e médias os valores de IMAh foram muito parecidos (Figura 15).

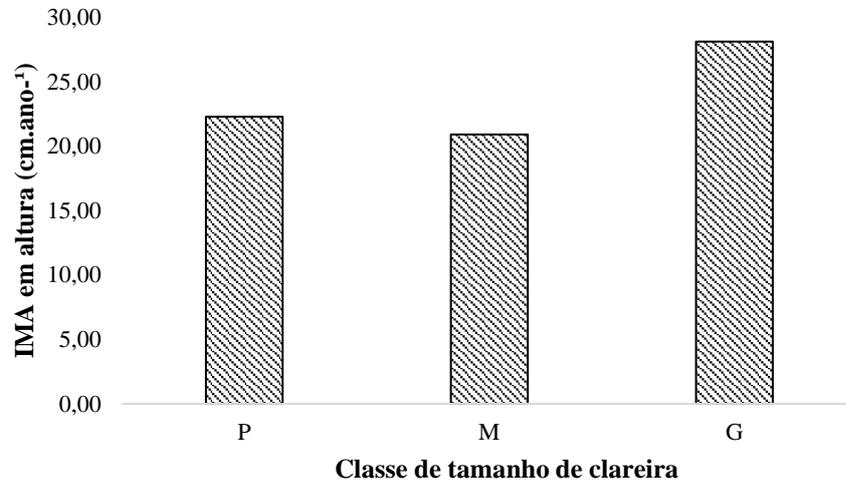


Figura 15 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos plantados de *S. macrophylla* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

Quanto ao ICAd, as mudas não apresentaram diâmetro mensurável nas clareiras pequenas e médias. O ICAd se manifestou nas clareiras grandes, no terceiro período, sendo de 0,68 cm.ano⁻¹

2.3.2 Mudanças da regeneração natural

2.3.2.1 *Carapa guianensis* (Andiroba)

- Sobrevivência

Dos 21 indivíduos de *C. guianensis* monitorados, 4 morreram (TS=80,95%), sendo 1 nas clareiras pequenas e 3 nas médias. Nas clareiras grandes não houve mortalidade. Nas médias e pequenas também não houve mortalidade no primeiro período, enquanto no segundo houve queda na taxa de sobrevivência. No terceiro período, as clareiras pequenas se mantiveram estáveis, e as médias reduziram sua TS, que foi o menor valor das três classes, em todos os períodos (82%). Nesse período, as clareiras pequenas e grandes tiveram TS=100% e as médias, 90,91% (Figura 16).

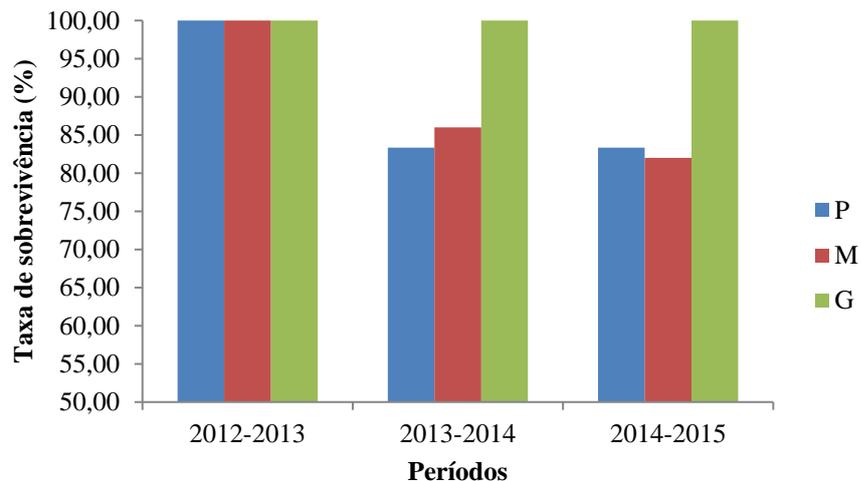


Figura 16 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

No primeiro período, o ICAh foi maior nas clareiras grandes (45 cm.ano^{-1}), seguido pelas pequenas e médias, com 31 , 67 e $30,72 \text{ cm.ano}^{-1}$, respectivamente. O período seguinte, o ICAh aumentou nas clareiras grandes, mas diminuiu nas médias e pequenas. No terceiro período somente nas clareiras pequenas houve aumento do ICAh, que foi de $35,83 \text{ cm.ano}^{-1}$, destacando-se como o maior valor (Figura 17).

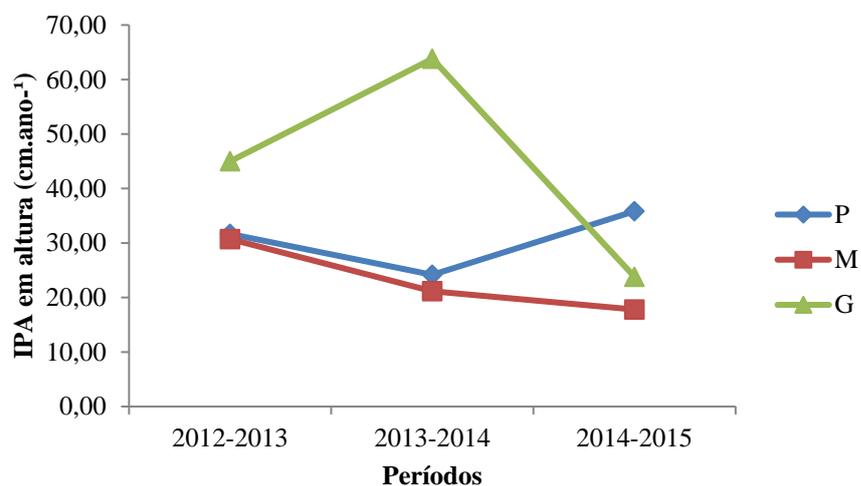


Figura 17 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *C. guianensis* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

As mudas de *C. guianensis* apresentaram crescimento em diâmetro apenas nas clareiras grandes, no último período, que foi de $0,48 \text{ cm.ano}^{-1}$

2.3.2.2 *Goupia glabra* (Cupiúba)

- Sobrevivência

Houve mortalidade apenas no terceiro período, em uma clareira grande, na qual morreu apenas 1 indivíduo. Ao todo, foram monitoradas 11 mudas de *G. glabra*. A taxa de sobrevivência dessa espécie foi, portanto, de 90,91% (Figura 18).

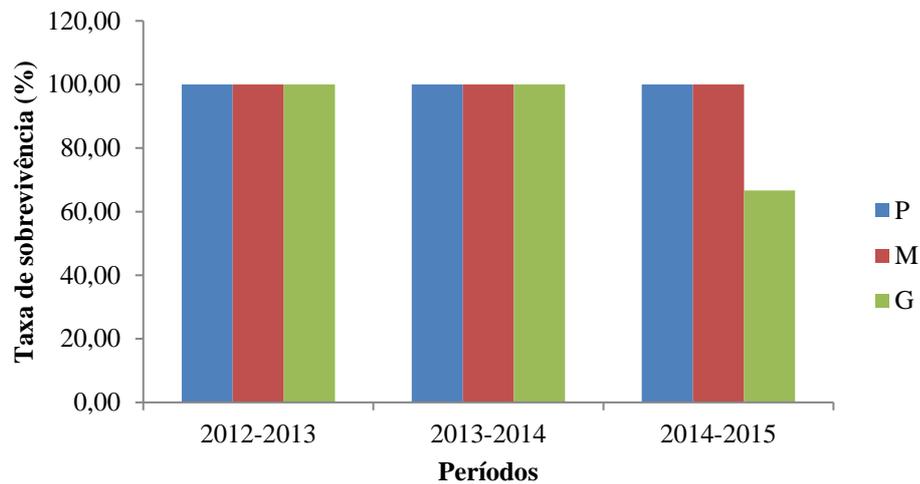


Figura 18 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *G. glabra* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

As clareiras grandes apresentaram o maior valor de ICAh ($73,00 \text{ cm.ano}^{-1}$) no primeiro período. As pequenas e médias apresentaram $45,72$ e $72,00 \text{ cm.ano}^{-1}$, respectivamente. No segundo período as clareiras grandes ($186,50 \text{ cm.ano}^{-1}$) e médias ($111,00 \text{ cm.ano}^{-1}$) aumentaram seus ICAh's. Estas diminuíram seus ICAh's no período seguinte, ao passo que nas clareiras pequenas aumentou. Nesse período, o maior ICAh foi observado nas clareiras grandes ($130,00 \text{ cm.ano}^{-1}$) (Figura 25).

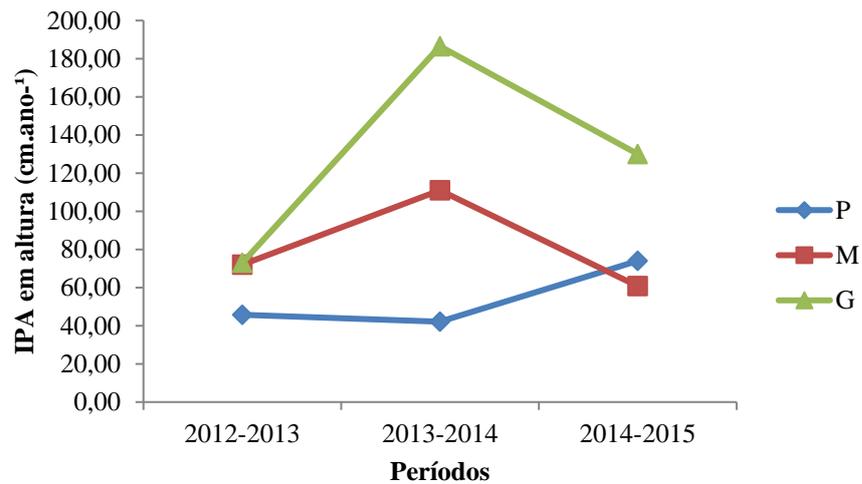


Figura 19 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *G. glabra* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

As mudas de *G. glabra* apresentaram diâmetro mensurável na terceira e quarta medição, e, no terceiro período, o ICAd dessa espécie foi de 0,35 cm.ano⁻¹

2.3.2.3 *Jacaranda copaia* (Parapará)

- Sobrevivência

Entre as mudas de *J. copaia* não houve mortalidade. Foram conduzidas 28 mudas de *J. copaia*. A taxa de sobrevivência dessa espécie foi, portanto, de 100% (Figura 20).

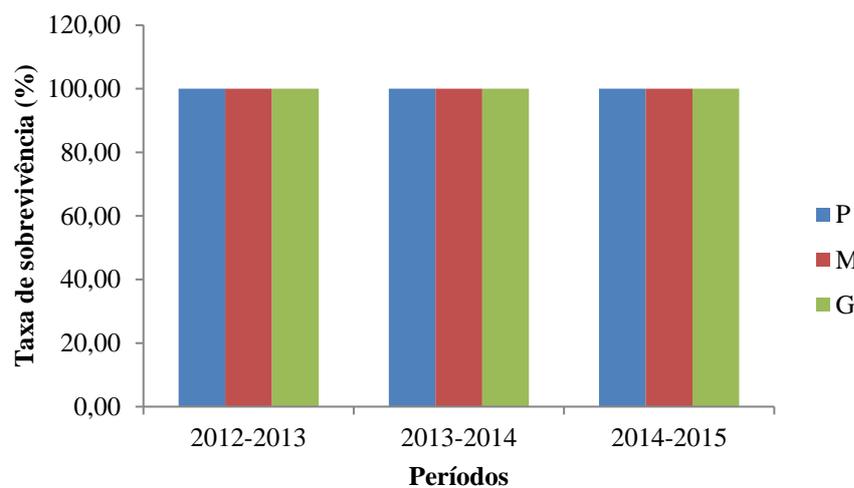


Figura 20 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *J. copaia* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

Nas três classes o primeiro período foi representado pelos menores ICAh, sendo maior nas clareiras pequenas (105 cm.ano⁻¹) e menor nas grandes (83,37 cm.ano⁻¹). No segundo período todos os ICAh's aumentaram, com destaque para as clareiras pequenas, que saltaram para 201 cm.ano⁻¹. No período seguinte o ICAh diminuiu nas pequenas e médias, e aumentou nas grandes, mas as pequenas continuaram com o maior ICAh, 169,5 cm.ano⁻¹ (Figura 21).

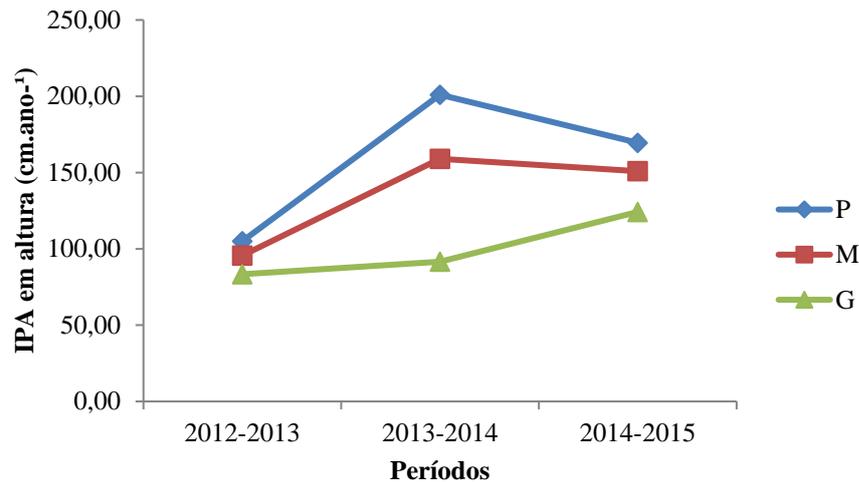


Figura 21 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *J. copaia* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

O *J. copaia* também foi a segunda espécie a apresentar os maiores ICAd, no primeiro período já apresentou diâmetro mensurável, nas clareiras médias e grandes (ICAd=0,93 e 0,76 cm.ano⁻¹, respectivamente). As clareiras pequenas manifestaram ICAd no último período, que foi o maior (1,27 cm.ano⁻¹). No segundo período as clareiras médias e grandes aumentaram em ICAd, mas caíram muito no terceiro, principalmente nas grandes. (Figura 22).

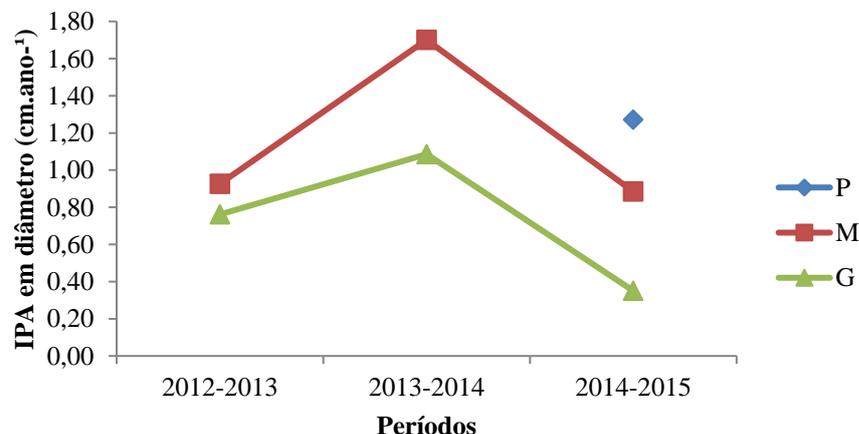


Figura 22 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos da regeneração natural de *J. copaia* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

2.3.2.4 *Laetia procera* (Pau-jacaré)

- Sobrevivência

Esta espécie apresentou taxa de sobrevivência de 100% (Figura 23). Foram conduzidas 20 mudas dessa espécie.

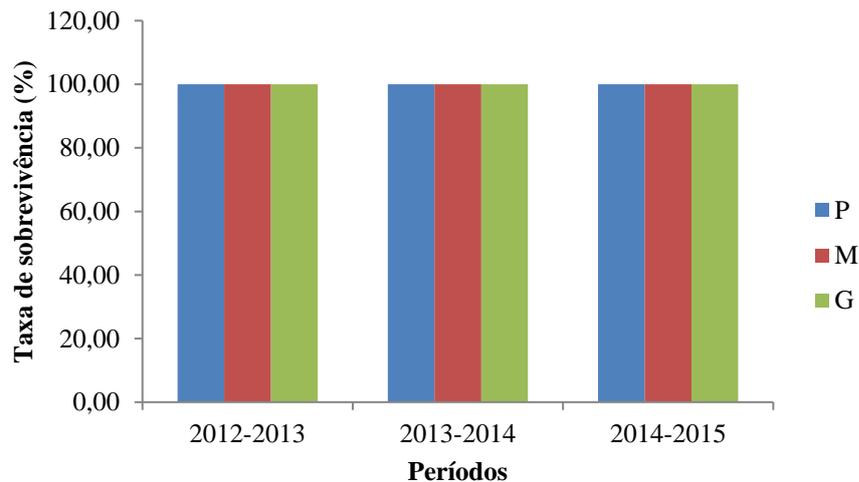


Figura 23 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *L. procera* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICAh)

Em relação ao ICAh, no primeiro período as clareiras médias apresentaram o maior valor, de 132,50 cm.ano⁻¹. No período seguinte o ICAh diminuiu somente nas pequenas, e aumentou nas médias e pequenas. No terceiro período as clareiras pequenas e grandes diminuíram seu ICAh, e as médias elevaram em 215,50 cm.ano⁻¹ (Figura 24).

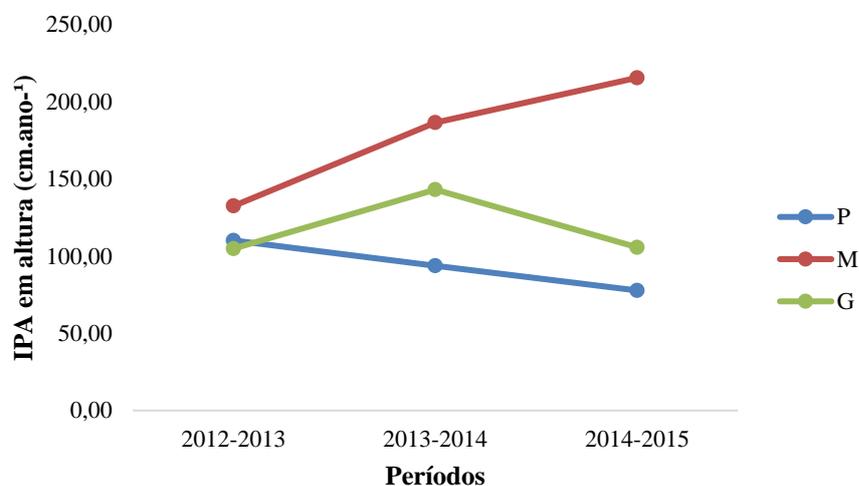


Figura 24 - Incremento corrente anual em altura (ICAh) de indivíduos da regeneração natural de *L. procera* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICAd)

As mudas apresentaram diâmetro mensurável nas clareiras médias e grandes desde o primeiro período. O maior ICAd, no primeiro período, foi verificado nas clareiras grandes, de 0,76 cm.ano⁻¹. Nas médias foi de 0,11 cm.ano⁻¹. No segundo período ambas permaneceram muito semelhantes, no terceiro período, o ICAd das clareiras grandes diminuiu, enquanto o das médias aumentou. Nesse último período, as clareiras pequenas manifestaram ICAd, que se assemelhou ao ICAd das outras classes (Figura 25).

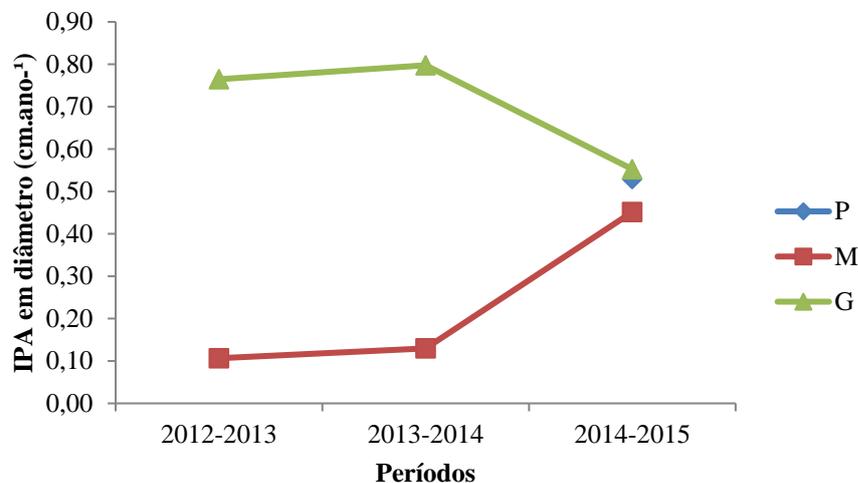


Figura 25 - Incremento médio anual em altura (IMAh) de indivíduos da regeneração natural de *L. procera* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

2.3.2.5 *Couratari stellata* (Tauari)

- Sobrevivência

Nas clareiras pequenas a taxa de sobrevivência foi de 100%. Nas médias e grandes morreu um indivíduo em cada no terceiro período (TS médias=92,86%; TS grandes=96%) (Figura 26). Ao todo foram conduzidas 47 mudas de *C. stellata*, e considerando a perda dessas duas mudas, a TS dessa espécie foi 95,74%.

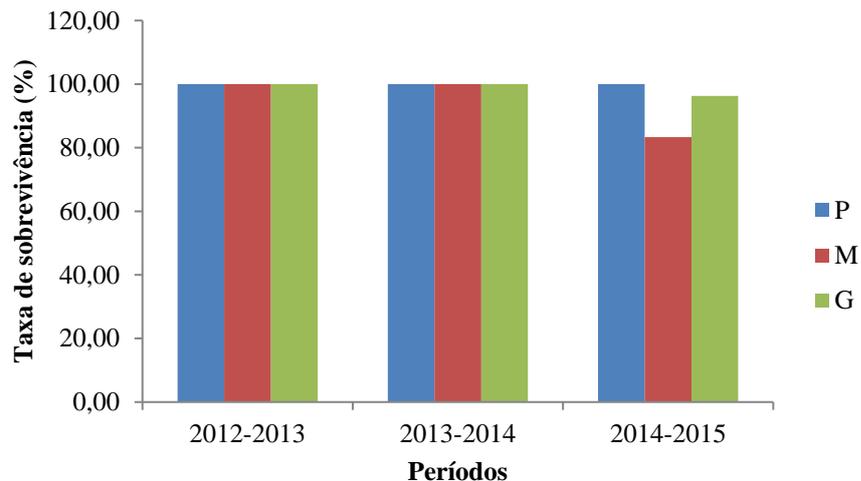


Figura 26 - Taxa de sobrevivência de indivíduos da regeneração natural de *C. stellata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente anual em altura (ICA_h)

As clareiras grandes apresentaram o maior ICA_h no primeiro período, e as médias, o menor (54,90 e 35,75 cm.ano⁻¹, respectivamente). No segundo período somente as médias elevaram o ICA_h, e o inverso ocorreu nas outras duas classes. No terceiro período os ICA_h's das clareiras médias e grandes voltaram a aumentar, sendo o maior valor o ICA_d das clareiras médias (83,19 cm.ano⁻¹) (Figura 27).

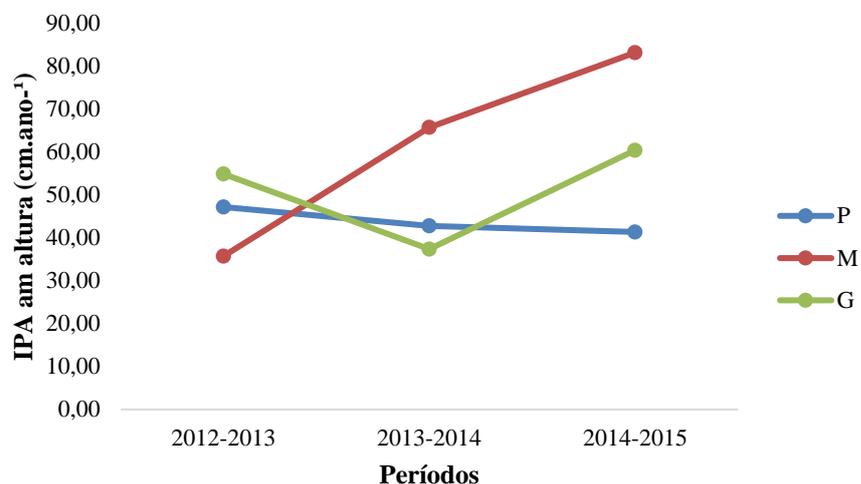


Figura 27 - Incremento corrente anual em altura (ICA_h) de indivíduos da regeneração natural de *C. stellata* em clareiras pequenas (P), médias (M) e grandes (G), causadas pela exploração de impacto reduzido, na Flona do Tapajós, Belterra, Pará.

- Incremento corrente em diâmetro (ICA_d)

As três classes de tamanho as mudas apresentaram diâmetro mensurável apenas no último período, sendo maior (0,46 cm.ano⁻¹) nas médias e menor (0,00 cm.ano⁻¹) nas pequenas.

REFERÊNCIAS

- BAZZAZ, F. A.; PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, New York, vol. 11, p. 287 – 310, 1980.
- BROKAW, N. V. L. The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics. **Biotropica**, vol. 14, n. 2, p. 158-60, 1982.
- CARVALHO, J. O. P. Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Florestal**). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1982.
- CARVALHO, J. O. P. Changes in the floristic composition of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonian over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, p. 277-291, 2002
- CASTRO, T. da C.; CARVALHO, J. O. P. de; GOMES, J. M. O tamanho da clareira não influencia no comportamento de mudas de *Manilkara huberi* plantada após a colheita de madeira. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 56, n. 2, p. 120-124, 2013.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do pólo Tapajós**. Rio de Janeiro, Embrapa, Boletim de Pesquisa n. 20, 284p, 1983.
- GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P. de; SILVA, M. G. da; NOBRE, D. V.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J. E. R.; SANTOS, R. N. J. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, vol. 40, n. 1, p. 171-178, 2010.
- HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazônica**, vol. 24, n. 4, p. 275-288, 1994.

HIRAI, E. H.; CARVALHO, C. J. R de.; SILVA, J.N. M.; CARVALHO, J. O. P de.; QUEIROZ, W. T de. Efeito da exploração florestal de impacto reduzido sobre a regeneração natural em uma floresta densa de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. *Scientia Forestalis*, vol. 40, n. 95, p. 306-315, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: DEDIT/CDDI, 92p, 2012.

JARDIM, F. C. S.; SOARES, M. S. Dinâmica da regeneração natural de *Rinorea guianensis* Aublet, em uma floresta tropical primária explorada seletivamente, Moju (PA). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 45, p. 121 – 134, 2006.

KEEFE K., SCHULZE M.D., PINHEIRO C., ZWEEDE J.C., ZARIN D. Enrichment planting as a silvicultural option in the eastern Amazon: Case study of Fazenda Cauaxi. *Forest Ecology and Management*, vol. 258, n. 9, p. 1950-1959, 2009.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 343 p, 1990.

LENTINI, M. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém, PA: IMAZON, 142 p., 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; CORRÊA, J. R. V. **Caracterização dos solos do município de Belterra, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Documento n. 88, p. 1 – 39, 2001.

OLIVEIRA, L. C. de; COUTO, T. Z. do; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de. Exploração florestal e eficiência dos tratamentos silviculturais realizados em uma Área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra – Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 46, p. 195-213, 2006.

ORIAN, G. H.. The influence of tree-falls in tropical forests in tree species richness. **Tropical Ecology**, New York, vol. 23, n. 2, p. 255 – 279, 1982.

QUADROS, L. C. L.; CARVALHO, J. O. P. de; GOMES, J. M.; TAFFAREL, M.; SILVA, J. C. F. S. Sobrevivência e crescimento de mudas de regeneração natural de *Astronium gracile* Engl. em clareiras causadas pela exploração florestal na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, vol. 23, n. 3. P. 411 – 416, 2013.

RABELO, F. G.; ZARIN, D. J.; OLIVEIRA, F. A.; JARDIM, F. C. J.; Diversidade, composição florística e distribuição diamétrica do povoamento com DAP ≥ 5 cm em região de estuário no Amapá. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 37, p. 91-112, 2002.

RUNKLE, J. R. Gap dynamics of Ohio-*Fagus* forest and speculations on the geography of disturbance. Canadian. **Journal of Forest Research**, n. 20, p. 632-642, 1990.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J. C. L.; MOHREN, G. M. J.; PEÑA-CLAROS, M. Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. **Forest Ecology and Management**, n. 293, p. 57-64, 2013.

SCHWARTZ, G.; FALKOWSKI, V.; PEÑA-CLAROS, M. Natural regeneration of tree species in the Eastern Amazon: Short-term responses after reduced-impact logging. **Forest Ecology and Management**, n. 385, p. 97-103, 2017.

SILVA, J. C. F. da. Sobrevivência e crescimento da regeneração natural de espécies arbóreas após exploração de impacto reduzido, na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)**. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2013

YARED, J. A. G. Efeitos de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundárias e primárias na Amazônia Oriental. 1996. **Tese (Doutorado em Ciências Florestais)**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

