



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS
MESTRADO PROFISSIONAL

**REFLORESTAMENTO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ-AÇU E SUA CONTRIBUIÇÃO NA
REDUÇÃO DOS GASES EFEITO ESTUFA**

Eliana da Conceição Rodrigues Veras

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Clauderino da Silva Batista

Belém

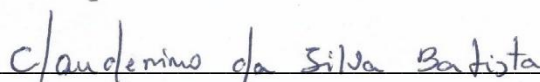
Setembro de 2020

**REFLORESTAMENTO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ-AÇU E SUA CONTRIBUIÇÃO NA
REDUÇÃO DOS GASES EFEITO ESTUFA**

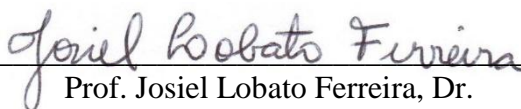
Eliana da Conceição Rodrigues Veras

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

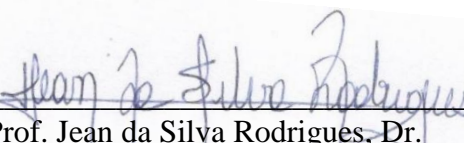
Examinada por:



Prof. Clauderino da Silva Batista Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Orientador)



Prof. Josiel Lobato Ferreira, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Membro)



Prof. Jean da Silva Rodrigues, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA - Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

SETEMBRO DE 2020

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

Veras, Eliana da Conceição Rodrigues, 1961-
Reflorestamento e recuperação de áreas degradadas na
bacia hidrográfica do Tarumã-Açu e sua contribuição na redução
dos Gases Efeito estufa / Eliana da Conceição Rodrigues Veras
- 2020.

Orientador: Clauderino da Silva Batista.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal
do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Processos, 2019.

1. Reflorestamento 2. Área degradada 3. Absorção de
carbono 4. Efeito estufa I. Título

CDD 620.

*Dedico este trabalho a todos aqueles que
contribuíram para sua realização. A meus
pais (in memoriam), meus filhos e irmãos*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela minha fé, força e persistência, sem Ele eu jamais teria chegado ao final. A meu filho do coração Eurípedes José do Amaral Veras, pela ajuda na elaboração de tabelas, formatação e impressão do trabalho. Aos meus familiares pelo apoio e compreensão.

A minha Mãe Sebastiana Rodrigues Veras (*in memoriam*) mesmo na fase terminal da doença, me incentivou a continuar os estudos.

Ao meu Pai José Ivo da Costa Veras, por entender as minhas ausências. (hoje *in memoriam*). Na época estava entre nós.

A minha filha Évellin Aparecida Veras de Assunção, pelo incentivo e compreensão de minhas ausências.

Ao Prof. Dr. Clauderino da Silva Batista, pelas orientações, incentivos e ajuda na elaboração e conclusão do trabalho.

Aos voluntários que me acompanharam em todo o processo de reflorestamento na área degradada.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde à maioria não chega, faça o que a maioria não faz...”

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**REFLORESTAMENTO E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ-AÇU E SUA CONTRIBUIÇÃO NA
REDUÇÃO DOS GASES EFEITO ESTUFA**

Eliana da Conceição Rodrigues Veras

Setembro/2020

Orientador: Clauderino da Silva Batista

Área de Concentração: Engenharia de Processos

A recuperação de áreas degradadas torna-se fator primordial na redução do aquecimento global, sendo necessário que o processo de reflorestamento passe por um planejamento de seleção de espécies com maior potencial de desenvolvimento em condições adversas. O objetivo da pesquisa é investigar o índice de sobrevivência e mortalidade das espécies frutíferas, plantadas em área degradada na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu-BHT, e a estimativa da fixação de carbono no período de 20 anos. A metodologia adotada é a observação participante, com análise de 500 mudas de espécies frutíferas de caju (*anacardium occidentale*), 500 de ingá (*ingá edulis*), 500 de buriti (*auritia flexuosa*) e 500 mudas de açaí (*euterpe oleracea*) totalizando 2000 mudas analisadas quanto ao índice de sobrevivência e mortalidade. Utilizou-se mapeamento da área através de GPS - Global Position System, registro fotográfico, revisão bibliográfica através de consulta em dissertações, teses, artigos e livros relacionados ao tema, imagens de satélite, cartas topográficas e mapas pré-existentes. Ainda como metodologia, foi definido que o percentual de mortalidade aceitável para a continuidade do processo de reflorestamento é de até 20%. A seleção e acompanhamento das mudas ocorre no período de 2015 a 2019, obtendo-se resultado de 84,8% de sobrevivência do *auritia flexuosa*, 87,2% da *euterpe*

oleracea, 87% da *Inga Edulis* e 100% do *anacardium occidentale*. Todas as espécies analisadas ficaram abaixo do percentual definido, o que equivale dizer que os objetivos propostos foram bem atendidos. Para a análise da fixação de carbono, utilizou-se o menor e o maior índice encontrado na literatura, onde os autores definem que o menor índice de fixação é de 7,1kg de CO₂ por cada árvore/ano e o maior é de 15,6 kg de CO₂, onde uma única árvore pode absorver entre 142 kg e 312 kg de CO₂ em 20 anos. O sequestro de carbono realizado pelas árvores plantadas contribui na diminuição da concentração de gases de efeito estufa.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**REFORESTATION AND RECOVERY OF DEGRADED AREAS IN THE
TARUMÃ-AÇU HYDROGRAPHIC BASIN AND ITS CONTRIBUTION IN THE
REDUCTION OF GREENHOUSE GASES**

Eliana da Conceição Rodrigues Veras

September/2020

Advisor: Clauderino da Silva Batista

Research Area: Process Engineering

The recovery of degraded areas becomes a major factor in reducing global warming, making it necessary for the reforestation process to go through a selection plan for species with the greatest potential for development in adverse conditions. The objective of the research is to investigate the survival and mortality index of fruit species, planted in a degraded area in the Tarumã-Açu-BHT Hydrographic Basin, and the estimate of carbon fixation in the period of 20 years. The methodology adopted is participant observation, with analysis of 500 seedlings of fruit species of cashew (*anacardium western*), 500 of ingá (*ingá edulis*), 500 of buriti (*mauritia flexuosa*) and 500 seedlings of açaí (*euterpe oleracea*) totaling 2000 seedlings analyzed for survival and mortality. Mapping the area through GPS - Global Position System, photographic record, bibliographic review through consultation in dissertations, theses, articles and books related to the topic, satellite images, topographic maps and pre-existing maps were used. Still as a methodology, it was defined that the percentage of mortality acceptable for the continuation of the reforestation process is up to 20%. The selection and monitoring of seedlings takes place in the period from 2015 to 2019, obtaining a result of 84.8% survival of the *mauritia flexuosa*, 87.2% of the *euterpe oleracea*, 87% of *Ingá Edulis* and 100% of the *western anacardium*. All species analyzed were below the defined percentage, which

means that the proposed objectives were well met. For the analysis of carbon fixation, the lowest and highest index found in the literature was used, where the authors define that the lowest fixation index is 7.1 kg of CO₂ for each tree / year and the highest is 15, 6 kg of CO₂, where a single tree can absorb between 142 kg and 312 kg of CO₂ in 20 years. The carbon sequestration carried out by the planted trees contributes to reducing the concentration of greenhouse gases.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	2
1.2 - OBJETIVOS.....	3
1.2.1 - Objetivo geral.....	3
1.2.2 - Objetivos específicos.....	3
1.3 - CONTRIBUIÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	4
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 - GESTÃO AMBIENTAL.....	5
2.2 - ÁREA DEGRADADA.....	6
2.3 - REFLORESTAMENTO E RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA....	8
2.4 - ESPÉCIES AVALIADAS NA PESQUISA.....	11
2.4.1 - Anacardium Occidentale.....	11
2.4.2 - Ingá Edulis.....	13
2.4.3 - Mauritia Flexuosa.....	14
2.4.4 - Euterpe Oleracea.....	15
2.5 - GASES EFEITO ESTUFA.....	16
2.5.1 - Efeito estufa.....	18
2.6 - ABSORÇÃO DE CARBONO.....	20
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	22
3.2.1 - Fluxograma da metodologia experimental.....	25
3.2.2 - Amostragem.....	27
3.2.3 - Fluxograma do processo de reflorestamento.....	27
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 - CARTILHA COMO CUIDAR DO MEIO AMBIENTE.....	34
4.2 - ANÁLISES E DESENVOLVIMENTO DAS ESPÉCIES.....	35
4.3 - CÁLCULO DE PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA E MORTE....	37
4.4 - PROBABILIDADE DE FIXAÇÃO DE CARBONO DAS ESPÉCIES EM 20 ANOS.....	40

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	48
5.1 - CONCLUSÕES.....	48
5.2 - SUGESTÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Mapa Hipsométrico da Bacia do Tarumã-Açu.....	21
Figura 3.2	Educação Ambiental e entrega de cartilhas. (a) entrega das cartilhas nas escolas. (b) Plantio com alunos.....	23
Figura 3.3	Fluxograma do processo de plantio na área degradada.....	25
Figura 3.4	Fluxograma do processo de reflorestamento na área degradada....	27
Figura 3.5	Transporte terrestre, fluvial, covas, compostagem e recebimento das mudas por via terrestre. (a), transporte terrestre das mudas (b) transporte fluvial das mudas. (c) abertura das covas pelos voluntários. (d) adubação das covas.....	29
Figura 3.6	Plantio com alunos e comunidade do entorno da BHT. (a) plantio com alunos (b) plantio com turistas. (c) plantio com a Secretária de Meio Ambiente. (d) plantio com Pajé da Aldeia Rouxinol.....	30
Figura 3.7	Área degradada. (a) delimitação da área degradada em processo de recuperação. (b) acompanhamento da plantação de caju na cheia em 2016. (c) acompanhamento do caju na seca em 2016. (d) plantação de caju.....	31
Figura 4.1	Cartilha como cuidar do meio ambiente. (a) capa da cartilha. (b) Contra capa da cartilha.....	35
Figura 4.2	Número das espécies mortas.....	37
Figura 4.3	(a-d) Área degradada em processo de recuperação.....	39
Figura 4.4	Representação dos percentuais de sobrevivência e mortalidade....	40
Figura 4.5	Fixação de carbono com 7,1kg.....	44
Figura 4.6	Fixação de carbono com 15,6 kg de CO ₂ por ano.....	46
Figura 4.7	Comparativo de fixação de CO ₂ 7,1kg e 15,6 kg.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Resultados sazonais de mortalidade das espécies na cheia.....	35
Tabela 4.2	Resultados de mortalidade no período de seca.....	36
Tabela 4.3	Resultados de sobrevivência e mortalidade no período de 2015 a 2019.....	36
Tabela 4.4	Cálculo percentual de mortalidade e sobrevivência.....	38
Tabela 4.5	Fixação de carbono, estimativa para 20 anos com o índice de 7,1 kg de CO ₂ por ano.....	41
Tabela 4.5	Fixação de carbono, estimativa para 20 anos com o índice de 15,6 kg de CO ₂ por ano.....	44
Tabela 4.6	Fixação de carbono com o índice de 15,6 por ano.....	44

NOMENCLATURA

APA	ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL
BHT	BACIA HIDROGRÁFICA DO TARUMÃ-AÇU
GEEs	GASES EFEITO ESTUFA
PRAD	PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA
RAD	RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA
SAFs	SISTEMAS AGROFLORESTAIS

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu- BHT, localiza-se na zona oeste do município de Manaus. Desde a década de 50 vem sendo ocupada por agricultores e posteriormente por extrativistas, ocorrendo grande expansão urbana, gerando especulação imobiliária no local. A alta procura de ocupação pela classe média e alta, trouxe a criação de marinas, condomínios e residências domiciliares, tipo segunda residência, para utilização nos finais de semana. Ao longo do tempo, estabeleceu-se a ocupação pelos estabelecimentos comerciais, os chamados flutuantes, ocupando toda a bacia de drenagem. Essas ocupações e a retirada desordenada de seixo e areia do local, vem ocasionado a degradação do solo e o desflorestamento da área, o que nos levou a desenvolver práticas educativas ambientais e de reflorestamento na bacia, a fim de minimizarmos os impactos gerados.

Para que pudéssemos alcançar os objetivos propostos, fez-se necessário, a conscientização/sensibilização da comunidade do entorno através da Educação Ambiental, inicialmente nas escolas com as crianças, não deixando de considerar os demais comunitários para que todos pudessem conhecer a importância da Bacia e a necessidade de conservá-la para as futuras gerações.

A Educação ambiental é um processo contínuo no desenvolvimento do trabalho de pesquisa e acompanhamento das espécies. São palestras, atividades em grupo, descarte correto dos resíduos e por fim, todos plantam uma muda de árvore.

Em decorrência da disseminação da educação ambiental na comunidade, pode-se ao final criar uma revista infantil, com imagens da fauna e flora local, numa linguagem simples e objetiva, orientando para a proteção da floresta e dos rios.

A área de recuperação e reflorestamento faz parte dos Assentamentos do Tarumã Açu – Tarumã Mirim, fazendo parte da Bacia Hidrográfica do Tarumã-açu, situada à margem esquerda do Rio Negro, possui 56.793ha, está localizada entre os paralelos 2° 41' 44" e 3° 03' 37" Latitude Sul e meridianos 60° 03' 41" e 60° 18' 27" Longitude Oeste, no município de Manaus - Estado do Amazonas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Tarumã-Açu (BHT), situada na zona norte e oeste do município de Manaus, é considerada um dos principais cursos d'água do Rio Tarumã-Açu. É um afluente do Rio Negro pela margem esquerda, tem localização muito próxima

ao perímetro urbano da cidade de Manaus. O acesso para a Bacia do Tarumã pode ser por estradas vicinais, ramais e fluvial.

Na área de desenvolvimento da pesquisa, possui vegetação de terra firme, de baixio, campinarana e a vegetação de campinas, além de epífitas como bromélias e orquídeas- Briófitas, Orchidaceae e Bromeliaceae.

Através da pesquisa em livros e artigos sobre o assunto, encontramos vários trabalhos desenvolvidos na bacia, no entanto em sua maioria voltado para a sustentabilidade dos recursos hídricos, sem que se tenha encontrado nenhum específico sobre o reflorestamento e recuperação da área degradada. No entanto, nos propomos a desenvolver a pesquisa, levando em consideração a necessidade de recuperar e reflorestar uma extensa área degradada, que efetivamente causa impacto ambiental no local.

Para isso, contamos com a população tradicional e indígena local, no planejamento e desenvolvimento do plano de recuperação da área degradada.- PRAD, além de profissionais voluntários. Assim, esperamos contribuir para que outros trabalhos de pesquisa sejam desenvolvidos, com o intuito de preservar e conservar a Bacia do Tarumã.

1.1 - MOTIVAÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu tem muita importância para a cidade de Manaus; possui uma vasta biodiversidade - flora, fauna e recursos minerais, ainda bastante preservados, mas que ao longo dos anos tem sido fortemente agredida e pressionada pela ação antrópica.

Para FLORES *et al.* (2012), dada a importância da Área de Preservação Ambiental, plantar nas áreas afetadas pelos assentamentos desordenados é extremamente importante, principalmente nas áreas de várzeas e igapó, onde ocorrem mudanças no ciclo hidrológico com cheias e secas cada vez mais extremas e severas. Já se sabe, por exemplo, que igapós são mais suscetíveis ao fogo e que possuem baixa resiliência a esse impacto.

É uma área onde a especulação imobiliária é altíssima, sendo necessário políticas públicas que contemplem a preservação e conservação da bacia, e minimizem os impactos já existentes, inibindo a criação de empreendimentos sem as qualificações necessárias para preservar e conservar o meio ambiente.

Segundo JEZINI e ALBUQUERQUE, (2002b). As estratégias de planejamento urbano para o local, preveem a implantação de empreendimentos hoteleiros e imobiliários

como forma de valorização do espaço. Todavia é factível a inexistência de uma proposta que contemple políticas de conservação e preservação dos ambientes naturais e dos recursos hídricos, uma vez que os impactos se acentuam de forma grave, seja nas condições do meio, como na qualidade de vida e bem estar social das comunidades ribeirinhas, que estão perdendo gradativamente seu território para as propriedades de alto padrão.

A motivação principal do desenvolvimento do trabalho é poder sensibilizar aos usuários da BHT, através da educação ambiental, das práticas educativas de preservação e conservação e das ações de reflorestamento, que existem alternativas para um desenvolvimento sustentável e recuperação de áreas degradadas, fazendo-se o manejo e preservando assim o entorno da Bacia, e que além de recuperar a área degradada, pode-se proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas e as futuras gerações.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Investigar o índice de mortalidade e sobrevivência das espécies frutíferas plantadas em áreas degradadas na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu e a estimativa de fixação de carbono em 20 anos.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Disseminar a educação ambiental nas comunidades do entorno da BHT, a fim de serem os atores da mudança na qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente.
- Identificar as espécies arbóreas e frutíferas com melhor adaptação na área de reflorestamento da Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu.
- Desenvolver práticas de recuperação das áreas degradadas alagáveis e proteção do solo, além da recomposição da paisagem conservando a flora e preservando a fauna da Área de Proteção Ambiental (APA) do Tarumã Açu.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

O trabalho de pesquisa contribuirá com outros projetos de recuperação de áreas degradadas na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu para a preservação da flora, fauna e dos igarapés que desaguam na Bacia.

Pretende-se, ainda, contribuir para o desenvolvimento de ações de reflorestamento, disseminando a Educação Ambiental nas escolas e na comunidade do entorno da Bacia, despertando o interesse dos fundiários residentes e exploradores do turismo e do lazer no Tarumã-Açu, no sentido de utilizar práticas de desenvolvimento sustentável.

Através da recuperação da área degradada e do reflorestamento, pode-se minimizar a emissão dos gases efeito estufa, por meio da fixação de carbono que as plantas conseguem absorver do meio ambiente.

Sendo assim, a pesquisa contribuirá ainda para a preservação e conservação do meio ambiente, através da sensibilização das pessoas, potencializando a geração de um ambiente economicamente viável, ecologicamente correto e socio ambientalmente justo.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a gestão ambiental, área degradada, reflorestamento sobre quatro 4 espécies utilizadas no reflorestamento da Bacia do Tarumã, na qual são abordados os aspectos gerais sobre um processo de reflorestamento.

No capítulo 3 apresenta os materiais e métodos utilizados na pesquisa, para planejamento de um programa de recuperação de áreas degradadas e a experiência na bacia do Tarumã-Açu.

O capítulo 4 apresenta os resultados e discussões sobre o programa de recuperação da área degradada.

O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões, com base nos resultados apresentados no capítulo 4.

E por fim, as referências bibliográficas, lidas e utilizadas na dissertação e que deram embasamentos a pesquisa.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - GESTÃO AMBIENTAL

A gestão ambiental consiste em uma estrutura, que sob a ótica sistêmica, agrega planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e processos a fim de que haja uma mobilização interna e externamente a organização para que se possa atingir a qualidade ambiental almejada. (TINOCO e KRAEMER, 2008).

O objetivo da gestão ambiental é promover o equilíbrio entre os aspectos sociais, econômicos, ambientais e políticos, inerentes a existência e ao conjunto de relações humanas, mantendo-se atentos aos normativos emanados do poder público e entidades com poder para emitir normatizações a respeito. (DIAS, 2006; FERREIRA *et al.*, 2008; BONISSONI *et al.*, 2009).

Segundo DIAS (2011), gestão ambiental é a administração do exercício de atividades econômicas e sociais de forma a utilizar de maneira racional os recursos naturais, renováveis ou não. A gestão ambiental deve visar ao uso de práticas que garantam a conservação e preservação da biodiversidade, a reciclagem das matérias-primas e a redução do impacto ambiental das atividades humanas sobre os recursos naturais.

BARBIERI (2004), coloca que a prática da gestão ambiental introduz a variável ambiental no planejamento empresarial, e quando bem aplicada, permite a redução de custos diretos pela diminuição do desperdício de matérias-primas e de recursos cada vez mais escassos e mais dispendiosos, como água e energia e de custos indiretos representados por sanções e indenizações relacionadas a danos ao meio ambiente ou à saúde.

Ainda segundo BARBIERI (2004), um exemplo prático de políticas para a inserção da gestão ambiental em empresas tem sido a criação de leis que obrigam a prática da responsabilidade pós-consumo.

Para THEODORO (2012), a definição mais geral de gestão ambiental sugere que seja um conjunto de ações que envolvam políticas públicas, o setor produtivo e a sociedade de forma a incentivar o uso racional e sustentável dos recursos ambientais. Ela

é, portanto, um processo que liga as questões da conservação e do desenvolvimento em todos os níveis.

Um sistema de gestão ambiental eficiente, segundo BACKER (1995), precisa articular diferentes áreas da organização, com destaque para os setores de marketing, produção, recursos humanos, jurídico e financeiro, de pesquisa e desenvolvimento.

Para BARBIERI (2004), tanto mecanismos de comando e de controle por parte do Estado quanto os de competição ambiental entre empresas têm um papel decisivo no avanço das estratégias de gestão ambiental em operações, sobretudo em economias como a brasileira, em que são necessários avanços em termos de universalização dos direitos socioambientais.

2.2 - ÁREA DEGRADADA

Conforme o Decreto Federal 97.632/89, o conceito de área degradada ou de paisagens degradadas pode ser compreendido como locais onde existem (ou existiram) processos causadores de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais.

AMARANTE (1988), considera que os problemas estruturais associados às formas deletérias de urbanização tem tido forte influência na deterioração ambiental, em seu sentido mais amplo, que vai desde a degradação dos recursos naturais até questões sociais mais profundas, como a própria carência das habitações e sua localização em áreas distantes da malha urbana, contrapondo-se à existência de glebas vazias em regiões urbanizadas, tendo como uma de suas causas a pouca efetividade de políticas sociais de acesso à terra e moradia.

NECKEL *et al.* (2009), explicam que o processo de expansão da cidade e a incorporação de novos espaços para edificações, altera a natureza, modificando-a cada vez mais no meio ambiente urbano o que poderia elucidar o surgimento da urbanização, da presença de construções, mas não justifica a degradação caracterizada pela eliminação desnecessária ou mal planejada da vegetação e da depauperação do solo e da água em áreas urbanas.

BOTELHO (2007), refere que um ecossistema degradado é aquele que após distúrbios, teve eliminados, com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica. Seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser bastante lento. Nesse caso, a ação antrópica é necessária para a sua regeneração em curto prazo.

Um dos principais problemas relacionados à ocupação das áreas urbanas, segundo NASCIMENTO (2007), são os impactos ambientais, quase sempre notados através das inundações, deslizamentos, desmoronamentos, produção de lixo, erosões, entre outros. Muitas vezes, o surgimento de áreas degradadas oriundas destes impactos ambientais, geralmente está relacionado à falta de planejamento urbano.

A mata ciliar é extremamente importante no processo de reflorestamento e regeneração das espécies com melhor adaptação ao tipo de solo de várzea e igapó. Por ser nativa, possui maior sobrevivência na jusante e vazante, contribuindo para a disseminação das espécies (BOTELHO, 2007).

Para NASCIMENTO (2007), a degradação ambiental é consequência das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente os fatores bióticos; afetem as condições estéticas ou sanitárias do Meio Ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

De acordo com NETO *et al.* (2004), a degradação ambiental pode estar situada nas zonas rurais, mas também em zonas urbanas. Mais de 15% dos solos do mundo encontram-se degradados ou em processo de degradação. Na região tropical, a situação é ainda pior: mais da metade dos solos tropicais possuem algum grau de degradação.

Para EMBRAPA (2004), apud NETO, *et al.*(2004), 98,8% das áreas degradadas estão relacionadas às atividades de produção e extrativismo e 1,2% a ações como mineração, construção de estradas, represas, áreas industriais, disposição do lixo urbano de forma incorreta e erradicação da mata ciliar e de galeria, entre outras, resultando em impacto imediato sobre o solo.

Para SANTOS (2015), cumpre destacar que, embora o Brasil seja signatário de inúmeros protocolos e tratados internacionais, o direito fundamental de acesso físico à água e o saneamento básico não se encontram inseridos expressamente no direito positivo brasileiro, porém, estão assegurados por força da hermenêutica constitucional.

Segundo BENTES JUNIOR (2009), o planejamento urbano recupera a razão social da cidade ao se caracterizar pela abordagem conjunta dos elementos do ambiente, pois assume que poucos processos se desenvolvam isoladamente. Desde o início, as autoridades ou setores públicos responsáveis devem se preocupar com a adequada localização das atividades e das edificações no espaço urbano, principalmente aquelas que possam representar riscos ou causas incômodas à população e ao meio físico.

ALBUQUERQUE (2007), afirma que os problemas ambientais já ocorrem há milênios: os romanos já reclamavam da poluição do ar antes de Cristo, mas o autor elucida que, mesmo que o homem tenha sempre interferido na natureza, agora ele está causando um aumento dos problemas socioambientais.

O autor afirma igualmente que o desmatamento e a exploração dos recursos florestais, nas áreas de colonização, foi obra das primeiras gerações de imigrantes, mas que a poluição em maior escala, do solo e dos recursos hídricos, ocorreu a partir das últimas gerações, com a introdução de herbicidas e agrotóxicos nas lavouras, o que alterou profundamente as propriedades físico-químicas do solo e de fontes de água.

A ampliação dos problemas ambientais, entre eles o crescimento do número de áreas degradadas, faz com que necessitemos de uma legislação que nos garanta, de acordo com ABREU e GONÇALVES (2013), um ambiente ecologicamente equilibrado, visto que é um direito fundamental, uma vez que tem por finalidade a qualidade e a manutenção da vida.

CLÁUDIO (1997), afirma que a regeneração espontânea somente será possível se a terra não estiver muito degradada, se existirem dispersores de sementes e se nas proximidades existirem remanescentes florestais que possam fornecer sementes. Neste caso, em pouco tempo, surgirá uma capoeira, que em alguns anos se transformará em uma floresta.

O desmatamento da floresta amazônica leva ao empobrecimento da biodiversidade na região, o ciclo hidrológico também é afetado podendo modificar drasticamente o transporte de umidade fornecido pela floresta para importantes regiões agrícolas do Brasil localizadas no sul e sudeste. Causando a supressão de chuvas não apenas em regiões brasileiras, mas em outras partes da América do Sul (FEARNSIDE, 2005).

2.3 - REFLORESTAMENTO E RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. Havendo a perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e a inviabilidade o desenvolvimento socioeconômico (IBAMA, 1990).

Em bacias hidrográficas o despejo de resíduos líquidos e sólidos, a retirada da vegetação, as construções irregulares nas margens dos rios, além de outros problemas como a impermeabilização, erosão e perda de solos fragilizam e causam impactos que para serem mitigados muitas vezes necessitam de grandes recursos financeiros ou mesmo um período de tempo para sua parcial ou completa recuperação (SILVA, 2009).

Pela classificação de KÖPPEN (1948) apud AGUIAR (1995), precursor da climatologia tradicional, constatou-se primeira identificação do clima Amazônico: Af: clima tropical chuvoso, tanto a temperatura como a precipitação sofrem um mínimo de variação anual e se mantêm em um nível elevado todos os meses do ano, sendo sempre superior a 18°C, as chuvas anuais se aproximam a 2000 mm contínuas por todos os meses.

NASCIMENTO (2009), diz que, o clima tropical apresenta duas variações climáticas: Af e Amw. A Af, constantemente úmida, corresponde ao clima de florestas tropicais. Tanto a temperatura quanto a precipitação sofrem mínima variação anual e mantêm-se em um nível elevado. O clima Amw caracteriza-se por apresentar umidade suficiente para sustentar a floresta do tipo tropical, embora possua uma estação seca de curta duração.

GONÇALVES (2005), muitos projetos de reflorestamento heterogêneo com espécies nativas fracassaram em decorrência dos poucos conhecimentos técnicos, principalmente sobre a biologia das espécies utilizadas, ou de seu comportamento em reflorestamentos artificiais. A falta de critérios científicos no conhecimento do comportamento da dinâmica das florestas naturais (processo pelo qual as espécies se regeneram e se desenvolvem após a queda natural das árvores, com formações de clareiras que em seguida vão sendo ocupadas por novos indivíduos de diferentes espécies), ou as tecnologias para coleta de sementes, beneficiamento e produção de mudas, são outros fatores que influenciaram o processo de recomposição florestal.

Quanto à geomorfologia e relevo, a área apresenta interflúvios tabulares e relevos do tipo aplainado, separados por vales de fundo plano e eventualmente por vales em “V”. A intensidade de aprofundamento da drenagem é fraca. A área tem origem geológica em sedimentos terciários que formam o Grupo Barreiras, caracterizado por intercalações de arenitos, argilitos e subordinadamente conglomerados (RADAMBRASIL, 1978).

De acordo com NETO *et al.* (2004), a degradação ambiental pode estar situada nas zonas rurais, mas também em zonas urbanas. Mais de 15% dos solos do mundo encontram-se degradados ou em processo de degradação. Na região tropical, a situação é ainda pior: mais da metade dos solos tropicais possuem algum grau de degradação.

Para BOTELHO (2018), um ecossistema degradado é aquele que após distúrbios, teve eliminados, com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica. Seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser bastante lento. Nesse caso, a ação antrópica é necessária para a sua regeneração em curto prazo.

GONÇALVES (2005), diz que, nos locais onde a vegetação primitiva foi eliminada é possível inverter a situação através de diversos processos de recuperação de florestas, buscando restaurar o meio biofísico local, no tocante à flora. Embora a mata recomposta dificilmente atinja a mesma diversidade da mata original, a revegetação tem a capacidade de mitigar uma série de efeitos e impactos ambientais, permitindo o restabelecimento de algumas características primitivas da área.

Ainda segundo GONÇALVES (2005), um projeto de reflorestamento é planejado para recompor as áreas exploradas pelo homem, pela degradação que ocasiona ao meio ambiente no processo de exploração da floresta. Pode-se dizer que esse processo é longo, árduo e necessita de acompanhamento para que possa atingir os objetivos e, nesse caso, a maior preocupação é minimizar a emissão dos gases efeito estufa. Quanto mais árvores plantadas, melhores as condições de qualidade de vida para as pessoas dessa e das futuras gerações.

SOUZA *et al.* (2007), afirmam que para que ocorra a regeneração espontânea é necessário deixar a natureza agir sozinha, ou seja, parar de praticar agricultura ou pecuária nestas áreas para que aconteça a regeneração espontânea e natural da floresta. Por outro lado, o processo de reflorestamento utilizando-se de espécies nativas, constitui-se numa importante etapa do processo de recuperação das áreas degradadas.

CLÁUDIO (1997), diz que o reflorestamento de áreas degradadas com espécies nativas é uma alternativa importante para a recuperação ambiental. No reflorestamento de ambientes degradados é importante selecionar espécies que sejam mais aptas a se estabelecerem e crescerem em condições de solos pobres.

MAIA (2004), esclarece que as leguminosas nativas, possuem lugar de destaque em todo e qualquer processo de reflorestamento ecologicamente elaborado, pois, são plantas que fixam o nitrogênio atmosférico no solo, enriquecendo-o e tornando-o apto para o cultivo agrícola.

Para CARPANEZZ *et al.* (1990), as leguminosas desempenham papel ecológico importante, dada a capacidade de muitas de suas espécies de fixar o nitrogênio atmosférico no solo, enriquecendo-o com esse elemento fundamental para a agricultura.

Tal processo se dá pela ação de nódulos produzidos nas raízes por bactérias simbióticas, chamadas Rhizobium, que fixam o nitrogênio com um pigmento semelhante à hemoglobina do sangue.

O rápido crescimento, a capacidade de fixar nitrogênio e a beleza das flores de muitas espécies têm determinado a opção por leguminosas nos reflorestamentos e na arborização de ruas e praças dos centros urbanos.

Segundo ALMEIDA (2019), o plantio de espécies nativas frutíferas é um modelo bem interessante para proporcionar alimento e atração da fauna silvestre. A formação de pomares de espécies frutíferas para fauna silvestre (não para o homem) permite fornecimento de alimentos para a fauna silvestre.

Ainda segundo ALMEIDA (2019), este modelo pode ser aplicado em áreas próximas a fragmentos florestais, onde se espera fomentar a migração de animais da área florestal para a área em restauração, esta migração vai trazer propágulos da floresta original para a área florestal em recuperação. Podem-se usar, neste modelo, espécies frutíferas com capacidade de alimentar vários grupos de fauna (aves, morcegos, roedores etc.) desde que tenhamos conectividade com fragmentos florestais nos quais existam estes grupos de animais.

Em recuperação de áreas degradadas um dos cuidados a ser tomado é a seleção das plantas utilizadas. Elas devem promover a maior diversidade possível de síndromes de polinização na comunidade e, ao mesmo tempo, contemplar todos os meses com floração, para manter os agentes polinizadores na área em processo de restauração (REIS e KAGEYAMA, 2003).

2.4 - ESPÉCIES AVALIADAS NA PESQUISA

2.4.1 - *Anacardium occidentale*

O cajueiro é considerado planta nativa do Brasil. Quando os colonizadores aqui chegaram já o encontraram amplamente disseminado no litoral nordestino, compondo a vegetação de praias, dunas e restingas (LIMA *et al.*, 2007).

O cajueiro é uma planta perene, de ramificação baixa (ramos próximos ao solo), apresentando porte variado (BARROS, 1995; LIMA, 1988a). Em função do porte das plantas, o cajueiro é classificado em dois tipos, o comum (gigante) e o anão-precoce (CRISÓSTOMO *et al.*, 2003).

Devido à sua dispersão, realizada pelos colonizadores desde o século 16 (entre 1563 e 1578), o cajueiro atualmente é encontrado em diversos locais do mundo, vegetando e produzindo mesmo em condições ecológicas consideradas insatisfatórias, o que lhe caracteriza como planta com grande capacidade adaptativa (PARENTE *et al.*, 1995).

A parte aérea (copa) do cajueiro-comum pode atingir até 20m de altura, sendo, por isso, também chamado de gigante. No entanto, é mais comum os cajueiros entre 8m e 15m de altura, com diâmetro (envergadura) proporcional ou superior à altura (BARROS, 1995).

Segundo OLIVEIRA e LIMA (2000), existe um consenso de que a inflorescência, o tipo de flores (perfeitas, estaminadas e anômalas), o número de flores, o padrão de florescimento e a proporção de sexos das flores estão correlacionados, em maior ou menor grau, com a produtividade do cajueiro. Em geral, o percentual de frutos formados em relação à quantidade de flores perfeitas produzidas é considerado muito baixo.

Do ponto de vista nutritivo, o caju é considerado fonte de vitamina C, vitaminas do Complexo B e Ferro, e pode ser considerado fonte relevante de compostos antioxidantes, que são necessários para a saúde humana. Assim, os pedúnculos, quando consumidos frescos, conferem benefícios diretos para a saúde humana (LOPES *et al.*, 2012).

FROTA (1988), afirma que a floração do cajueiro ocorre preferencialmente durante a estação seca, na qual predomina pouca nebulosidade e alta insolação. O autor ainda afirma que, à medida que as regiões de cultivo se afastam do Equador, a floração torna-se gradativamente mais tardia, fato ligado à insolação.

O caju faz parte dessas árvores; se o ambiente é pobre eles vão crescer devagar e dar poucas frutas, mas vão sobreviver. Se você planta eles com outras espécies que vão fertilizar o solo e umidificar o ambiente, depois de um tempo eles vão aproveitar os novos recursos (nutrientes e umidade na terra) e começar a produzir muitas frutas (LIMA, *et al.*, 2007).

Segundo PARENTE *et al.* (1991) e FROTA e PARENTE (1995), a frutificação do cajueiro ocorre normalmente na estação seca, com tendência de maior concentração de caju maduros nos meses de outubro a dezembro, com o pico ocorrendo no mês de novembro.

Em plantas frutíferas, as podas têm como finalidade estabelecer um balanço entre o crescimento vegetativo e a frutificação. Desse modo, uma poda bem feita proporciona

a obtenção de plantas adultas vigorosas e mecanicamente fortes, capazes de suportar a grande produção que delas se espera. Ademais, plantas com adequada conformação de copa facilitam os tratos culturais e os tornam menos dispendiosos, além de tenderem a apresentar melhor estado fitossanitário, com conseqüente incremento na produção e na qualidade dos frutos (MIKA, 1986; SOUSA, 2005).

O cajueiro pode ser podado, por exemplo, para facilitar a colheita das frutas ou orientar a folhagem, se precisar, e os galhos podem ser utilizados para fazer fogo. A falsa fruta pode ser utilizada para fazer sucos e a fruta (noz) pode ser processada ou vendida com um poder de conservação de aproximadamente 6 meses (LIMA, *et al.*, 2007).

2.4.2 - *Ingá edulis*

Ingá é uma espécie pioneira, pertencente à família Mimosácea, bastante utilizada na arborização de ruas e praças e muito indicada para recuperação de matas ribeirinhas de rios, lagos e reservatórios (REIS *et al.*, 2003).

Floresce durante os meses de outubro até janeiro e os frutos amadurecem a partir do mês de maio. Sua madeira é moderadamente pesada, macia, pouco durável e moderadamente resistente mecanicamente. A madeira é utilizada para caixotaria, carvão e para lenha. Seus frutos são consumidos e comercializados pelas populações da região Amazônica (LORENZI, 2002).

Segundo DURIGAN *et al.* (2002), sua madeira é recomendada para a fabricação de móveis finos, confecção de artefatos para a construção civil, moirão de cerca, postes, dormentes e outros. Da casca é obtido o tanino, largamente utilizado no curtimento de couros. É ainda uma planta melífera e com potencial para uso em arborização urbana e paisagismo, principalmente praças e parques públicos.

Conforme KAGEYAMA e GANDARA (2000) e MARTINS (2001), as espécies do gênero Ingá não devem faltar em programas de recomposição de matas ciliares, pois são espécies típicas de solos de baixada da Mata Atlântica e suportam locais com encharcamento.

SIOLI (1991), caracteriza a fixação mecânica da vegetação sob o solo amazônico na qual salienta que é apenas sobre o solo que o crescimento acontece e não provém do solo, nutrindo-se através de uma circulação fechada, em contrapartida os solos de várzea são extremamente férteis principalmente para culturas como milho e feijão, devido ser

prolongamentos da região pré-andina, constituídas e mantidas pelo transporte intermitente do solo erodido, sendo este o motivo da classificação como solos inférteis.

Ainda Segundo SIOLI (1991), as plantas para completarem seu ciclo de desenvolvimento necessitam de nutrientes em maior ou menor quantidade. Na fotossíntese as plantas obtêm carbono, oxigênio e hidrogênio através da água e gás carbônico. Porém necessitam em grande quantidade de sais minerais que são essenciais ao seu crescimento, são eles: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

2.4.3 - *Mauritia flexuosa*

O Buriti é uma espécie de palmeira de origem amazônica, também conhecida pelos nomes de buriti-do-brejo, carandá-guaçu, carandaí-guaçu, coqueiro-buriti, itá, palmeira-dos-brejos, buritizeiro, meriti, miriti, muriti, muritim, muruti. (BARROS, 2019).

Essa espécie de palmeira é encontrada em várias formações vegetais, sendo comum em solos arenosos encharcados, inundados, como em igapó, beira de rios e de igarapés, tolerando permanecer com parte do tronco submerso na água por longos períodos (MIRANDA *et al.*, 2001; VALENTE e ALMEIDA, 2001).

A recuperação de áreas degradadas visa restabelecer um ecossistema, através do plantio de espécies nativas adaptadas às condições do ambiente natural (FELFILI *et al.*, 2000).

Um aspecto fundamental neste processo é a escolha da espécie, onde deve-se considerar a adaptabilidade da espécie as condições ambientais locais, a atração de fauna, o crescimento rápido e a grande deposição de serapilheira (RODRIGUES *et al.*, 2001).

O buriti é uma planta perenifólia encontrada em áreas brejosas ou permanentemente úmidas, serve como fonte de alimento, local de abrigo e de reprodução para diversos elementos da fauna (LORENZI, 1992). Estas características indicam um grande potencial para recuperação de áreas alagáveis.

RIBEIRO *et al.* (2011), estudaram a sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual verificaram maior sobrevivência nas clareiras (53%) e menor no sub-bosque sombreado (20%).

CHADA (2004), afirma que as zonas de baixio normalmente são superfícies relativamente planas dentro da qual encontramos o igarapé. O solo é arenoso porque ao

longo de muito tempo a água da bacia hidrográfica local lentamente vai retirando a argila contida nele. O lençol freático está próximo da superfície e aflora no igarapé, entretanto, o solo não está completamente encharcado o tempo todo, especialmente nas áreas mais próximas à vertente.

Ainda segundo CHADA (2004), nos projetos de reflorestamento, a palmeira do buriti ajuda na recuperação de áreas de margens de rios e lagos. Típica da região amazônica e de algumas áreas do Cerrado, ela atrai araras, morcegos e espécies de mamíferos como cutias e capivaras. Além de servir como alimentos aos animais, seus frutos também são bem aproveitados pelo homem.

2.4.4 - Euterpe oleracea

Segundo SILVA *et al.* (2004), o plantio de açazeiro em áreas de terra firme representa excelente alternativa para a recuperação de áreas desmatadas, como também para reduzir a pressão sobre o ecossistema de várzea, muito mais frágil, evitando sua transformação em bosques homogêneos dessa palmeira.

O açazeiro se desenvolve bem nesses ecossistemas, porém, os diferentes padrões de adaptabilidade estrutural permitem pleno desenvolvimento reprodutivo em áreas de terra firme (VIÉGAS *et al.*, 2004).

Nas áreas de várzeas, açazais nativos manejados estão concentrados no estuário dos rios Tocantins, Pará e Amazonas. No município de Igarapé-Miri, Pará, esta prática começou no início da segunda metade da década de 1990, em áreas sujeitas à inundação das marés (NOGUEIRA *et al.*, 2006).

A enchente consiste na elevação gradual do nível d'água que demora um período de 6 horas e 12 minutos até atingir sua cota máxima, sendo denominada “preamar”. Neste ponto, permanece por mais ou menos 7 minutos até o início do refluxo. A vazante é, assim, o rebaixamento do nível d'água, igualmente durante um tempo aproximado de 6 horas e 12 minutos, até atingir seu nível mínimo, a “baixa-mar”. Neste momento, do mesmo modo, o nível estabiliza-se por mais 7 minutos até reiniciar o fluxo (MARQUES, 2004).

A disponibilidade de água no solo influencia no crescimento, distribuição e sobrevivência das plantas. Em condições naturais, plantas que habitam locais úmidos, como o açaí, em certas ocasiões são submetidas naturalmente ao déficit moderado de água. A capacidade de tolerar um estresse moderado é muito importante para a

propagação da espécie em ambientes diferentes do seu habitat natural (CALBO *et al.*, 2000).

As palmeiras se adaptam em diferentes ambientes como várzea, igapó e terra firme, devido sua habilidade de alocação de recursos para as folhas e raízes. A eficiência das folhas para captação de energia luminosa, a capacidade de conversão dessa energia em carboidratos, assim como o seu transporte e o metabolismo nas diversas partes das plantas são fatores que influenciam no crescimento e sobrevivência das palmeiras quando crescem em locais adversos (SCARIOT, 2001).

Para GASNIER (2007), são encontradas sementes desproporcionalmente grandes em várias espécies de árvores do igapó, de forma a garantir nutrientes na fase inicial de crescimento. Entretanto, apesar da diferença na riqueza do solo, na produtividade, e no tempo de crescimento necessário para as árvores chegarem à maturidade, o resultado é praticamente o mesmo: uma floresta exuberante resistente às enchentes.

2.5 - GASES EFEITO ESTUFA

Segundo PINTO *et al.* (2009), os gases do efeito estufa formam uma espécie de camada que envolve a Terra com constituintes gasosos, onde entram radiações solares e parte do calor gerado é eliminado para o espaço em forma de radiação infravermelha. Mas atualmente, uma grande parte dessa radiação infravermelha não está conseguindo atravessar a camada do GEE, o que acarreta uma alta preocupação, pois alguns desses gases permanecem na atmosfera por anos, retendo a radiação que deveria ser emitida para o espaço, tornando-se responsáveis pelas mudanças climáticas.(SANTOS, 2011).

A revolução industrial foi um benefício muito grande para a população, porém a poluição cresceu junto e veio com as indústrias a emissão de gases poluentes que contribuem para o aquecimento global, sendo os principais: o dióxido e monóxido de carbono. LEAL, *et al.* (2008). O aumento do dióxido de carbono, causando consequentemente o aquecimento global, ocorre principalmente pelas atividades antropogênicas, como desmatamento de florestas e queimas de combustíveis fósseis, geração de energia, entre outros. (RICKLEFS, 2012).

O desmatamento emite gás carbônico (CO₂) e outros gases de efeito estufa. Uma parte do CO₂ é reabsorvido depois através do recrescimento de florestas secundárias nas áreas desmatadas, mas os outros gases de efeito estufa, tais como metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), não são. A quantidade de carbono absorvida como CO₂ pelo recrescimento

de florestas secundárias é pequena quando comparada à emissão inicial, porque a biomassa por hectare da floresta secundária é muito mais baixa que a da floresta primária. (FEARNSIDE, 2005).

Para tentar minimizar esses impactos existe o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, um instrumento que permite quantificar emissões do GEE de uma determinada organização e a partir disso permite conhecer o perfil das emissões resultantes das atividades da mesma. O inventário possibilita avaliar dentro do contexto de mudanças climáticas, os impactos de mitigação das emissões de GEE que são administrados pela organização fornecendo assim informações necessárias para priorizar e criar estratégias para esse contexto. (SERRANO, 2013).

Quando a floresta é sujeita a períodos anormalmente secos, aumenta a probabilidade de ocorrência de queimadas que podem destruir centenas de milhares de hectares de floresta e injetar na atmosfera grandes quantidades de fumaça e aerossóis que poluem o ar em extensas áreas, afetando a população e com potencial de afetar o início da estação chuvosa e a quantidade de chuva na região (ANDREAE *et al.*, 2004).

O desmatamento gera a emissão de gases de efeito estufa como o CO₂ que ficam armazenados nas árvores, parte deste carbono armazenado é lançado na atmosfera através do desmatamento e reabsorvido pelas florestas secundárias após o crescimento da mesma, porém, este tipo de vegetação não é tão eficiente na absorção de gases como, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Esse cenário é parte integrante da dinâmica que envolve o problema do aquecimento global, uma vez que, a intensificação de fenômenos como o efeito estufa leva ao aumento da temperatura em escala global (ARTAXO *et al.*, 2005; SILVA DIAS, 2006).

A distribuição e a regularidade das chuvas no Brasil dependem, em grande parte, do clima. O ciclo anual das chuvas e de vazões no país varia entre bacias e a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos de "El Niño" e "La Niña" ou à variabilidade na temperatura da superfície do mar do atlântico tropical e sul, podem gerar anomalias climáticas, que produzem grandes secas, como em 1877, 1983 e 1998 no Nordeste, 2004-2006 no Sul do Brasil, 2001 no Centro-oeste e Sudeste, e em 1926, 1983, 1998 e 2005 na Amazônia (MARENGO, 2008).

FEARNSIDE, (2006), aponta para a importância do uso sustentável da floresta. Os impactos causados pelo desmatamento atingem diversos compartimentos da natureza, diante deste cenário o "uso sustentável" da floresta é colocado como alternativa de medida mitigadora visando à utilização dos serviços ambientais fornecidos pela floresta como

forma de manter a floresta em pé sem perdas econômicas significativas. Os serviços ambientais sugeridos pelo estudo vão desde a produção de mercadorias tradicionais por manejo florestal até a extração de produtos não madeireiros.

Ainda segundo FEARNSIDE, (2006), parte do processo de desmatamento está fora de controle do governo, o estado pode e deve exercer uma influência positiva sobre o problema do desmatamento na Amazônia auxiliando na diminuição das taxas de desmatamento, porém, é preciso deixar de lado a aplicação simbólica das legislações existentes e criar políticas de repressão mais serias e firmes, com a real intenção de controlar este grave problema ambiental a fim de evitar, os efeitos negativos sobre o ecossistema amazônico.

2.5.1 - Efeito estufa

O efeito estufa é causado, principalmente, pela emissão de CO₂, CH₄, N₂O, clorofluorcarbonos (CFCs) e vapor d'água. Entre eles, o CO₂ é o gás que mais contribui para o efeito estufa, devido à grande quantidade que é emitida – cerca de 55 % do total. Por sua vez, a quantidade de CH₄ emitida para atmosfera é bem menor, mas seu potencial de aquecimento é 23 vezes maior que o de CO₂. Embora as concentrações de N₂O e de CFCs na atmosfera sejam menores ainda, o poder de aquecimento global desses gases é muito superior, sendo, respectivamente, em torno de 298 e de 6.200 a 7.100 vezes maior que o de CO₂. (CERRI *et al.*, 2007a).

As queimadas que acompanham o desmatamento determinam as quantidades de gases emitidas não somente da parte da biomassa que queima, mas também da parte que não queima. Quando há uma queimada, além da liberação de gás carbônico (CO₂), são liberados também gases-traço como metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e nitroso de oxigênio (N₂O). A parte da biomassa que não queima na queimada inicial, que é quente, com chamas, também será oxidada. (FEARNSIDE, 2002).

A concentração de CO₂ e de outros GEE tem aumentado drasticamente desde a revolução industrial. Desde 1750, aproximadamente 35 % das emissões antrópicas de CO₂ estão diretamente relacionadas às mudanças do uso da terra. (FOLEY *et al.*, 2005).

De acordo com o FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS *et al.* (2002), as florestas são os maiores reservatórios no ciclo do carbono contendo cerca de 80% desse átomo. Os vegetais, utilizando-se de sua capacidade fotossintética, fixam o

CO₂ atmosférico, biossintetizando na forma de carboidratos, sendo por fim, depositado na parede celular, realizando dessa forma o “sequestro” de carbono.

O efeito estufa pode causar a morte da floresta amazônica diretamente, além de seu efeito provável por meio do El Niño. Médias de temperatura mais altas exigem que cada árvore use mais água para executar a mesma quantia de fotossíntese. O efeito estufa não acontece uniformemente sobre o planeta, e é esperado que a Amazônia seja um dos locais com os maiores aumentos de temperatura (STAINFORTH *et al.*, 2005).

Estimativas indicam que a taxa de desmatamento na Amazônia brasileira é de 1,1 a 2,9 Mha ano⁻¹. CERRI *et al.* (2007b). Apesar dessa elevada taxa de desmatamento, a Amazônia, no Brasil, possui ainda aproximadamente 40 % da área remanescente de floresta tropical no mundo. (LAURANCE *et al.*, 2001).

As plantas apresentam características comuns do xeromorfismo (do grego xeros, seco, e morphos, forma, aspecto) por meio da transformação das folhas em espinhos, espessamento e impermeabilidade da cutícula, caules suculentos, queda de folhas na estação seca, sistema radicular bem desenvolvido, tornando-as bem adaptadas para suportar a falta de água (NOGUEIRA, 2005).

Segundo FEARNSTIDE (2005), os impactos causados pelo desmatamento vão desde a perda de produtividade agrícola, mudanças no regime hidrológico, perda de biodiversidade e emissões de gases de efeito estufa. A compactação aliada à erosão do solo leva à escassez de nutrientes. Conforme a perda da produtividade agrícola aumenta, os produtores buscam novas alternativas de cultivo que se adaptem a atual disponibilidade de nutrientes presentes no solo impactado pelo desmatamento.

Devido ao uso da terra para agricultura, queima de combustíveis fósseis e desflorestamento, a concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera aumentou 42%, desde a Revolução Industrial (TANHUA *et al.*, 2015).

O dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e vapor d'água são os principais gases que absorvem radiação eletromagnética emitida pelos corpos terrestres, causando o fenômeno natural chamado de efeito estufa, e a concentração desses gases na atmosfera terrestre tem aumentado nas últimas décadas, em razão das atividades antrópicas (IPCC, 2007).

O controle do desmatamento é essencial para evitar os impactos da perda de floresta. Muito do processo do desmatamento está atualmente fora de controle do governo (TORRES, 2005).

2.6 - ABSORÇÃO DE CARBONO

LACERDA (2009) afirma que uma árvore fixa em média 249,6 kg de CO₂ em 20 anos e que nas piores hipóteses pode fixar até 140 kg. Transformando em números exatos, pode-se dizer que uma árvore pode fixar entre 7kg a 12,48 kg de CO₂ por ano, conforme os dados do autor.

O incentivo à redução de CO₂ na atmosfera cria expectativa para a divulgação do potencial florestal brasileiro, ainda assim, há escassez de publicações que possam demonstrar o potencial que os SAFs possuem para produção agrícola e recuperação de áreas degradadas (PAIXÃO, 2006; SILVA, 2013; KATO, 2012).

O sequestro de carbono se tornou uma alternativa viável na captura de CO₂ no controle da emissão de gases do efeito estufa e na redução dos efeitos do aquecimento global (ADUAN *et al.*, 2003).

Para ROSA (2013), uma árvore na Mata Atlântica absorve, em média, 163,14 kg de CO₂ nos primeiros 20 anos ou 8,15 kg por ano, deixando evidente que após os vinte anos a mesma árvore pode fixar mais ou menos carbono.

HEMDADEZ (2009), afirma que uma árvore pode captar cerca de 15,6 kg de CO₂ por ano, nos primeiros 20 anos e 4,4 kg após esse período. Dados que podem ser estudados posteriormente, para que se tenha informações sobre a fixação de carbono após os 20 anos de vida da árvore.

RIBEIRO *et al.* (2011), estudaram a sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual, verificaram maior sobrevivência nas clareiras (53%) e menor no sub-bosque sombreado (20%). Por outro lado, são mais frequentes a avaliação de outras famílias de plantas na recuperação de áreas degradadas.

FIDALGO *et al.* (2009), ao analisarem um plantio de 10 anos com espécies das famílias Myrtaceae, Fabaceae e Clusiaceae, em áreas de restinga degradadas pelo intenso processo de retirada da vegetação e de camadas do solo para a extração de areia até 1997, obtiveram média anual de crescimento em altura de 14,2 cm, considerada baixa pelos autores, sendo atribuída a solos pobres em nutrientes, grande incidência de luz e forte ação do vento.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de recuperação e reflorestamento onde se desenvolveu a pesquisa, está sob as coordenadas 3° 00'02" S e 60° 07' 14" W (*GOOGLE EARTH*, 2019). Localiza-se a 20 min de Manaus, com uma área de 3600 ha. O acesso ao local é por via terrestre ou fluvial, pode ser realizado em pequenas canoas ou barcos regionais de maior porte no período de cheia dos rios, sendo o acesso terrestre pelo ramal do Pau Rosa, km 21 da BR 174.

É considerada uma Área de Proteção Ambiental-APA e está localizada a margem esquerda do Rio Negro, criada através do Decreto Estadual n.º 16.498 de 02.04.95, com área de 740.750 ha (hectares), tendo como objetivo de “proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando a melhoria da qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais”.

Tem seus limites e denominação alterados através da Lei n.º 2.646 de 22.05.2001, passando a denominar-se APA da Margem Esquerda do Rio Negro – Setor Tarumã-Açu/Tarumã-Mirim e sua área foi reduzida a 56.793ha.

A Figura 3.1 mostra o mapa Hipsométrico da Bacia do Tarumã-Açu.

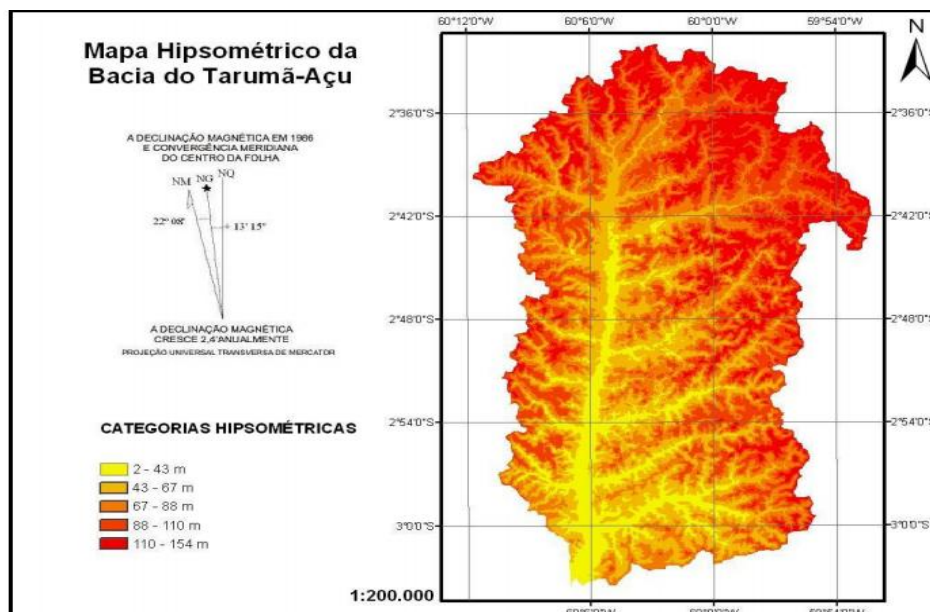


Figura 3.1 - Mapa Hipsométrico da Bacia do Tarumã-Açu.
Fonte: *GOOGLE MAPS* (2019).

A Figura 3.1 mostra o Mapa Hipsométrico da Bacia do Tarumã-açu, imagens do google maps, onde o canal principal é o Rio Tarumã-Açu que possui 13 tributários: o Igarapé Santo Antônio, o Igarapé Cabeça Branca, o Igarapé do São José, o Igarapé do Leão, o Igarapé do Mariano, o Igarapé do Branquinho, o Igarapé do Caniço, o Igarapé Argola, o Igarapé do Tiú, o Igarapé do Panermão, o Igarapé da Bolívia, o Igarapé do Gigante e o Rio Tarumã-Mirim, todos deságuam no Tarumã-açu que conseqüentemente deságua no Rio Negro.

A região do Tarumã constitui um importante espaço geográfico próximo à zona urbana da cidade de Manaus, onde as modificações da paisagem estão diretamente relacionadas com forte tendência de ocupação humana e de expansão de suas atividades essencialmente vinculadas a velocidade e ao grau de organização desta ocupação, conforme já descrito no referencial teórico.

Sofre constantemente degradação através da ação do homem pela retirada de seixo e areia para as grandes construções. Por ser próximo a cidade há um processo de invasões e aumento de áreas de lazer que corroboram para a degradação da mata ciliar na BHT. Uma das soluções para minimizar os impactos é através do plantio de árvores selecionadas com melhor adaptação ao solo adverso.

Apesar da relevância ecológica da área, as atividades antrópicas no assentamento são bastante predatórias. O desmatamento é realizado intensivamente inclusive nas áreas de encosta e matas ciliares e comumente nas áreas desmatadas não há atividades agrícolas.

Em Manaus, há duas estações bem definidas que caracterizam o clima da região: uma estação chuvosa, que se inicia praticamente no mês de novembro e vai até o mês de maio e outra, seca, que vai do mês de junho a outubro, tendo seu ápice no mês de agosto.

Na BHT encontram-se vegetações de igapó, vegetação de terra firme, de baixio e campinarana, tem a vegetação de campinas, que são as formações arbustivas agrupadas que apresentam certo grau de escleromorfismo.

3.2 - METODOLOGIA EXPERIMENTAL

O ponto de partida para a pesquisa foi a necessidade de recuperação e reflorestamento da área degradada da BHT, onde a partir da observação participativa no planejamento e desenvolvimento do Plano de Recuperação da Área Degradada-PRAD,

percebeu-se a necessidade de sensibilizar e conscientizar a comunidade do entorno quanto a preservação da fauna, flora e o rio ali existente.

Dessa forma, foi implementada a metodologia experimental utilizando 4 passos:

Primeiro passo- disseminação da educação ambiental nas escolas e comunidades tradicionais e indígenas do entorno da bacia, através de palestras, discussão e trabalhos em grupo, mutirão de ideias, debate, reflexão, imitação e exploração do ambiente local. As ações englobaram, ainda, atividades de teatro, vídeos, cartazes feitos pelas crianças, fantoches, garis da alegria, finalizando com a criação de uma cartilha ambiental, elaborada com a participação ativa da comunidade.

A disseminação da educação ambiental com os comunitários e permissionários da bacia, possibilita que tenham compromisso com o meio ambiente. As palestras e atividades desenvolvidas, demonstraram a real importância de plantar e reflorestar as áreas degradadas, além de contribuir para o meio ambiente mais agradável, ajudando a minimizar a contaminação da camada de ozônio.

Ao final das palestras e atividades, todos os envolvidos, foram levados ao local da oficina de plantio, desenvolvendo o senso de responsabilidade pelo meio ambiente, plantando uma muda, assumindo assim, o compromisso de preservar e conservar o meio ambiente para as futuras gerações, contribuindo com a minimização da emissão dos gases efeito estufa, “conforme mostrado na figura 3.2”.



Figura 3.2 - Educação Ambiental e entrega de cartilhas. (a) entrega das cartilhas nas escolas. (b) Plantio com alunos.

Na Figura 3.2 apresenta-se o processo de Educação Ambiental nas escolas, onde na figura (a) educação ambiental nas escolas e realizada a entrega de cartilhas; figura (b), é a realização do plantio com alunos.

Segundo passo- deu-se início a busca pela revisão bibliográfica, consultas em dissertações, teses, artigos científicos e livros, visando identificar o nível de aprofundamento das informações geradas a respeito da área em estudo. Executou-se a aquisição e coleta de dados pré-existentes disponíveis em meio analógico e digital, tais como: imagens de satélite, cartas topográficas, mapas pré-existentes, entre outros.

Terceiro passo- A Coleta de Dados e imagens deu se no período de 2015 a 2019, sempre nas estações de chuva e seca da região, mais precisamente nos meses de março a agosto. Estabeleceu-se como parâmetros para o índice de mortalidade 20%, percentual considerado satisfatório para a continuidade do projeto, visto as adversidades da região e do local de plantio.

Por fim, para avaliar o percentual de mortalidade das espécies, foram selecionadas 500 mudas de *Euterpe Oleracea*, 500 de *Anacardium Occidentale*, 500 de *Inga Edulis* e 500 de *Mauritia Flexuosa* com aproximadamente 50 a 60 cm de altura e com seis meses de idade.

Para os dados de probabilidade da fixação de carbono das espécies em 20 anos, levou-se em consideração trabalhos anteriores com informações sobre a quantidade de carbono que uma árvore absorve por ano e sua projeção para 20 anos, obtendo-se índices variáveis na literatura que variam de 7,1 kg à 15,6 kg por ano.

Em parceria com a Fundação Floresta Viva, foi criado um espaço na área de reflorestamento, com livros, mapas e todo material necessário para as práticas de educação ambiental e sustentabilidade. As palestras versaram sobre a biodiversidade, sua influência no contexto natural do rio negro e conseqüentemente do rio Amazonas, uma vez que a degradação da área pode ocasionar em um futuro não tão distante a contaminação dos rios.

Aprender a cuidar da natureza é necessário para que o ser humano possa compreender que os recursos naturais são finitos e o mal uso, pode afetar a sua qualidade de vida e do resto do mundo. O cuidado com o meio ambiente não é dever de todos, não é tão somente responsabilidade dos órgãos governamentais. Como cidadãos devemos ter a co-responsabilidade pelo cuidado com o meio ambiente, fiscalizando e controlando de forma responsável a degradação ambiental.

A Figura 3.3 mostra o fluxograma da metodologia experimental e seus passos, no desenvolvimento da pesquisa.

3.2.1 - Fluxograma da metodologia experimental

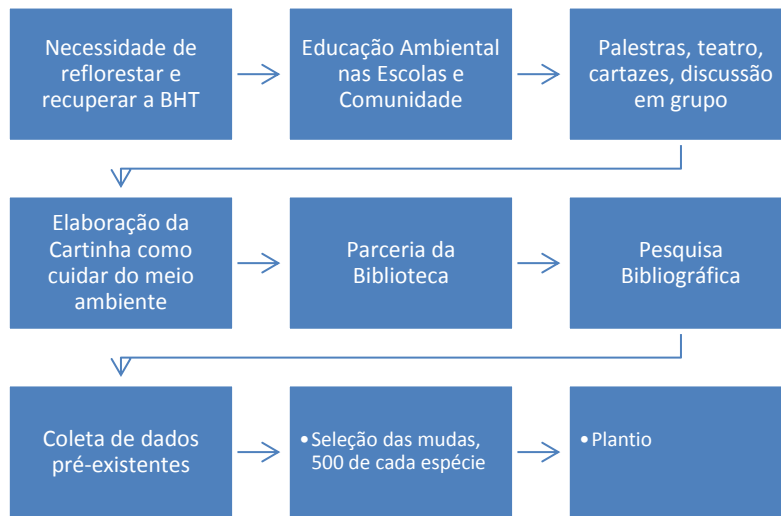


Figura 3.3 - Fluxograma do processo de plantio na área degradada.

Na Figura 3.3 apresenta-se o fluxograma do processo da metodologia experimental, onde o início é a necessidade de reflorestar e recuperar a área degradada da BHT, em seguida desenvolve-se a educação ambiental nas escolas e comunidade, através das palestras, teatro, cartazes, a partir desse processo, elaborou-se a cartilha de meio ambiente. Fez-se a parceria para a criação da biblioteca comunitária, com livros, mapas e fotos da fauna e flora da BHT, em seguida, inicia-se a busca pela pesquisa bibliográfica e coleta de dados pré-existentes, seleciona-se as mudas e finaliza com o plantio, junto com os alunos e com a comunidade.

Os dados de campo foram coletados mensalmente a partir da segunda quinzena de março até a segunda quinzena de agosto de 2019.

Para cálculo de sobrevivência, utilizou-se a Equação 3.1.

$$S = P - M \quad (3.1)$$

Sendo:

P = quantidade de mudas plantadas (un)

M = quantidade de mudas mortas (un)

S = mudas sobreviventes.(un)

Para cálculo da mortalidade, utilizou-se a Equação 3.2:

$$M = P - S \quad (3.2)$$

Sendo:

M= mudas mortas (unidades);

P= quantidade da espécie plantada (unidades);

S= quantidade de mudas que sobreviveram (unidades).

Na análise das espécies *in loco*, foram contadas as mudas vivas e subtrai-se das plantadas, assim, obtém-se o número de plantas mortas.

Ex: Mudas mortas de caju:

$$M= 500 - 500$$

Sendo:

$$P = 500$$

$$S = 500$$

$$M= 0$$

A quantidade de mudas mortas do caju é igual a zero unidades, todas as mudas estavam vivas no momento da análise *in loco*.

Utilizou-se a mesma equação para obter os resultados do ingá, buriti e do açáí.

Para cálculo da percentagem de sobrevivência e mudas mortas, utilizou-se a Equação 3.3 e 3.4.

$$\%S = (S/P)*100 \quad (3.3)$$

$$\%M = (M/P)*100 \quad (3.4)$$

Sendo

%S = porcentagem de sobrevivência

%M = porcentagem de mortas

Em agosto, período de menor pluviosidade, fez-se o mesmo levantamento, com as espécies analisadas em março, observando ser esse o período em que a espécie tem maior índice de mortalidade.

Os dados utilizados levaram em consideração o resultado das análises do período de 2015 a 2019, estabelecendo um total geral para os cálculos de percentual da mortalidade, sobrevivência, destacando a probabilidade estatística da contribuição na fixação de CO₂, em 20 anos.

As planilhas utilizadas para calcular os dados foram do Excel com a ferramenta action stat, estabelecendo parâmetros e projeções com os dados obtidos nas referências

consultadas, onde o menor índice de fixação considerado foi de 7,1 kg de CO₂ por ano e 15,6 kg como sendo o maior índice de fixação.

Para os registros utilizou-se: máquina fotográfica Kodak HD Stills, Digital IS e posteriormente celular MOTOROLA ONE, câmera dupla; um GPS, para marcar a localização da área; computador e impressora, para armazenamento e impressão da pesquisa.

3.2.2 - Amostragem

O trabalho foi realizado com dados levantados em campo no período entre 2015 a 2019, nos meses de março e agosto, períodos de chuva e seca respectivamente na região. Foram selecionadas 2000 mudas de 4 espécies de árvores frutíferas para plantio na área degradada. Como descrito anteriormente as espécies selecionadas são o Anacardium Occidentale (caju), Ingá Edulis, Ingá açúcar ou chinelo (ingá), Mauritia Flexuosa (Miriti ou Buriti) e Euterpe Oleracea (Açaí), sendo 500 mudas de cada espécie.

Durante o período de observação, foi feito o levantamento da sobrevivência e mortalidade, cujos dados serão apresentados no desenvolvimento do trabalho, além de dados estatísticos probabilísticos da fixação de CO₂ no período de 20 anos, contribuindo com a minimização dos gases efeito estufa.

3.2.3 - Fluxograma do processo de reflorestamento.

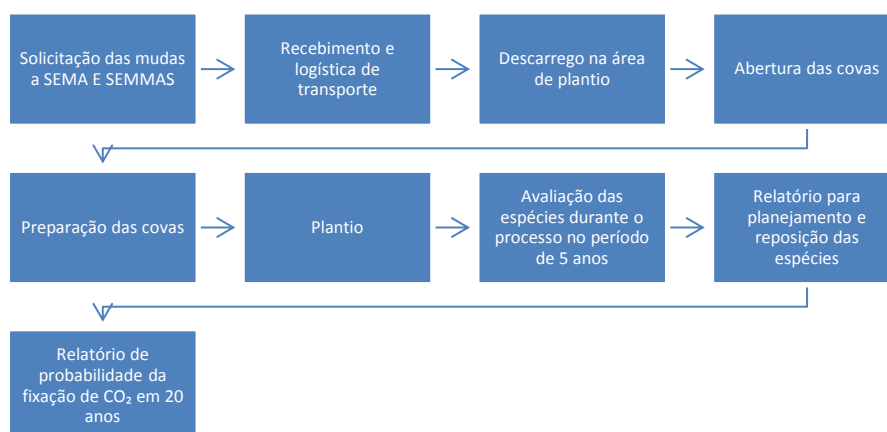


Figura 3.4 - Fluxograma do processo de reflorestamento na área degradada.

Na Figura 3.4 apresenta-se o fluxograma do processo de solicitação das mudas as Secretarias de Meio Ambiente Municipal e Estadual, locais como horto para distribuição de mudas arbóreas e frutíferas em Manaus-Am. O ofício enviado aos órgãos competentes,

solicita a espécie, o tamanho da muda e a quantidade necessária para o plantio naquele semestre.

O fluxograma demonstra todo o processo do reflorestamento a partir da solicitação das mudas até a elaboração dos relatórios. O trabalho começou com o recebimento das mudas em caminhão baú, entregue sempre em uma marina estabelecida antecipadamente e que atendia às necessidades das partes. Foram em médias 2000 mudas em cada etapa do reflorestamento, que acontece sempre em março e junho que são períodos de chuva e em alguns momentos em dezembro. Houve ao menos dois plantios por ano.

Na marina foi providenciada a logística terrestre e fluvial para o recebimento das mudas e o transporte ao local de plantio, sendo esse transporte disponibilizado por parceiros do projeto.

O desembarque aconteceu com a participação de voluntários e parceiros que se disponibilizam a contribuir no projeto doando um dia de trabalho em prol da conservação do meio ambiente. Esses mesmos voluntários descarregaram as mudas na praia do Igarapé do Panemão, área de preservação ambiental que faz parte da Bacia Hidrográfica do Tarumã-açu.

No local de plantio encontravam-se já abertas as covas com 40 cm de largura no topo, 40 cm de profundidade e 40 cm de largura do fundo, preparadas com as compostagens produzidas pelos voluntários com matéria prima do local ou adubos orgânicos, prontas para que fossem transplantadas as mudas.

As mudas chegaram em sacos plásticos e foram plantadas na seguinte sequência: Cortou-se o saco plástico e retirou-se o torrão com a muda enxertada cuidadosamente; Colocou-se o torrão com a muda enxertada na cova na posição vertical; Completou-se a cova com terra até cobrir o torrão que está com a muda enxertada e comprimiu-se levemente com os pés o solo, ao redor da muda plantada.

O replantio tem como objetivo substituir as plantas que morreram depois do plantio. Essa prática ocorreu após 60 dias do plantio, realizada da mesma maneira que foi feito o plantio. Antes de replantar a muda enxertada, deve-se arrancar da cova a planta que morreu.

Foram plantadas 500 mudas de buriti, 500 de açaí, 500 de ingá e 500 de caju, perfazendo um total de 2000 mudas. Todas foram plantadas com espaçamento de 2,00 m x 2,00 m.

O processo aconteceu com a participação da comunidade. A partir do plantio, seguiu-se o planejamento de acompanhamento das espécies, elaborando relatórios com resultados de sobrevivência, mortalidade e capacidade de fixação do CO₂.

A partir do plantio, fez-se avaliação mensal nos períodos de chuva e seca, sobre a mortalidade e sobrevivência das espécies, repondo as mortas. A reposição não entrou no cálculo de sobrevivência e mortalidade, foram consideradas apenas a quantidade de sobreviventes no decorrer da pesquisa.

O manejo foi contínuo não terminou com os relatórios. É necessário que seja feito o acompanhamento das plantas, a reposição e novas ações para recuperação e reflorestamento da área degradada, a fim de preservar a BHT. “ A Figura 3.5 mostra algumas atividades relacionadas ao manejo e transporte das mudas”.

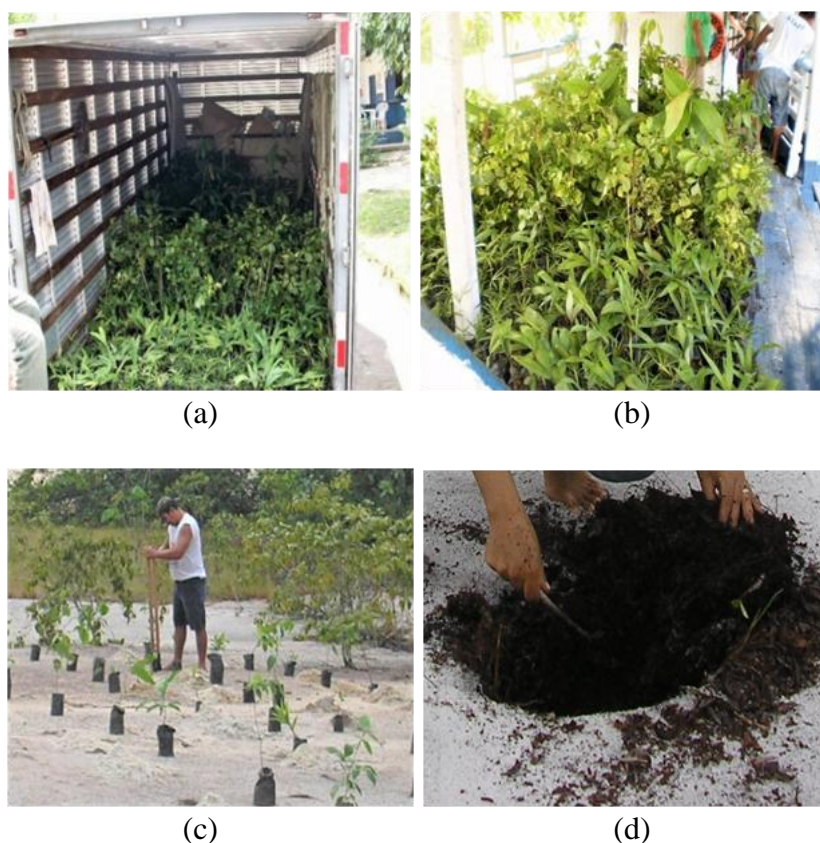


Figura 3.5 - Transporte terrestre, fluvial, covas, compostagem e recebimento das mudas por via terrestre. (a), transporte terrestre das mudas (b) transporte fluvial das mudas. (c) abertura das covas pelos voluntários. (d) adubação das covas.

A Figura 3.5 mostra o recebimento das mudas por via terrestre, quando da entrega pelas Secretarias Ambientais. Para que possamos elaborar estratégias de conservação e

preservação do meio ambiente, faz-se necessário conhecer esse meio a partir do modo de ver das populações que fazem parte dele.

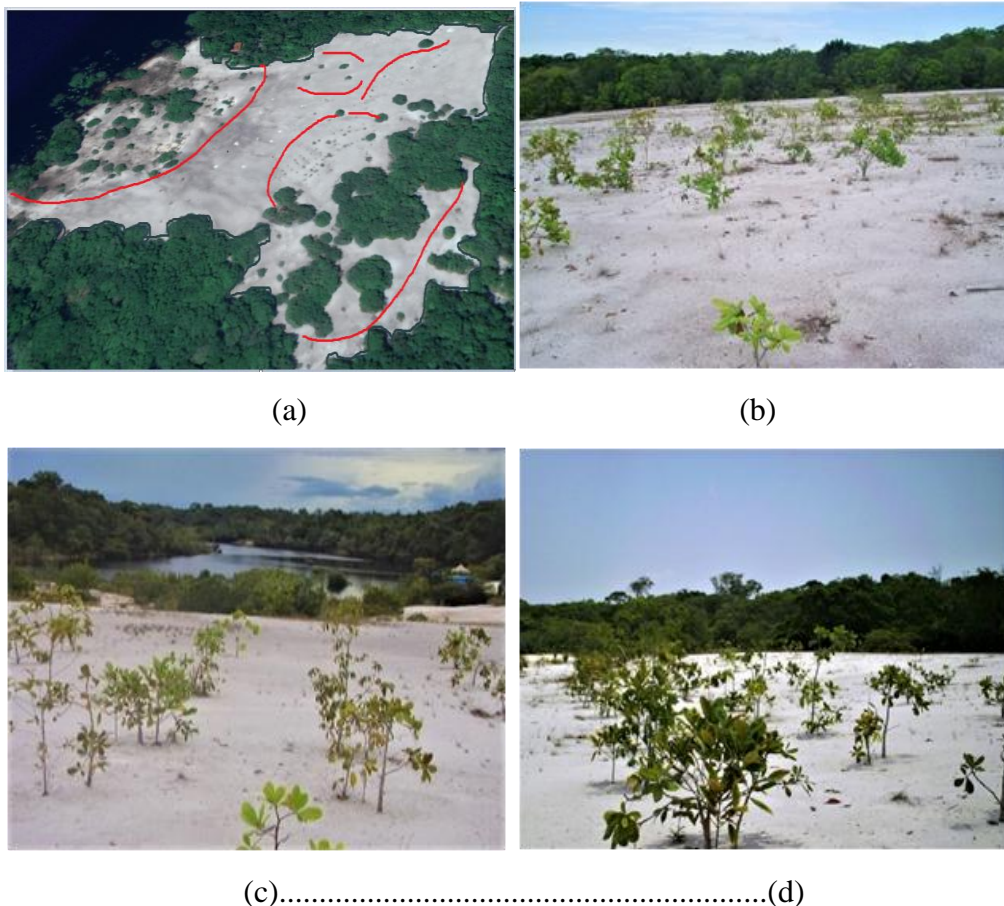
A Figura 3.6 apresenta vários momentos das ações de plantio. A comunidade se fez presente assumindo o compromisso de dar continuidade e de ser um dos atores no processo de preservação do meio ambiente. Autoridades das Secretarias de Meio Ambiente participaram ao sentir a necessidade de fazer parte e contribuir na recuperação da área degradada.



Figura 3.6 - Plantio com alunos e comunidade do entorno da BHT. (a) plantio com alunos (b) plantio com turistas. (c) plantio com a Secretária de Meio Ambiente. (d) plantio com Pajé da Aldeia Rouxinol.

O engajamento das comunidades tradicionais e indígenas, turistas e alunos na etapa de reflorestamento e recuperação da BHT, contribui para o desenvolvimento de um senso de cidadania em cada ator do processo, o que potencializa a assunção de responsabilidade que cada um desempenha ao se tornar referência e exemplo perante outro que lutam pela conservação da biodiversidade.

Na Figura 3.7 mostra-se a imagem da área de reflorestamento e plantio de cajú. O crescimento e desenvolvimento do cajueiro no período de 2015 a 2019.



(a).....(d)
 Figura 3.7 - Área degradada. (a) delimitação da área degradada em processo de recuperação. (b) acompanhamento da plantação de caju na cheia em 2016. (c) acompanhamento do caju na seca em 2016. (d) plantação de caju.

Fonte: GOOGLE EARTH 2020.

As Figuras 3.7 (a-d) mostram a área degradada onde se desenvolveu o reflorestamento. Mostra-se áreas em vermelho para áreas já plantadas, apresentado o acompanhamento do caju em 2016 e início de 2017, na cheia e na seca e seu alto índice de sobrevivência na adversidade climática.

Sua adaptação a adversidade é considerada excelente, pelo alto índice de sobrevivência da espécie, mesmo no período da seca o cajueiro é resistente, portanto, muito indicado nos projetos de reflorestamento e recuperação de áreas.

Além de contribuir com o reflorestamento, o caju é fruto apreciado pela fauna existente na Bacia Hidrográfica do Tarumã-Açu, possibilitando a preservação dela.

A substituição das mudas mortas acontece sempre aproveitando o período das chuvas, pois, o replantio na estação de seca não é eficiente devido ao período ser muito quente na região.

Para cálculo da fixação de carbono, utilizou se os números reais de sobrevivência das espécies, essa quantidade é multiplicada pelo índice de fixação de carbono e obtém-

se a estimativa anual de cada uma, em seguida, multiplicou se por 20 anos, considerando-se que a variação seja constante no período.

Utilizou-se a Equação 3.5 para a calcular a fixação de carbono por ano.

$$\text{FIX} = \text{S} \times \text{B} \quad (3.5)$$

Sendo:

FIX = quantidade de carbono que a espécie fixa por ano em kg;

S = quantidade de plantas da espécie analisada que sobreviveram;

B = índice da literatura utilizada para os cálculos.

Para estimar a fixação em 20 anos utilizou-se a Equação 3.6.

$$\text{FIX}/20 = \text{FIX} \times \text{Tempo} \quad (3.6)$$

Sendo:

FIX/20 = estimativa de quantidade de carbono que a espécie fixa em 20 anos;

FIX = quantidade de carbono que a espécie fixa por ano;

Tempo = coeficiente que relaciona ao tempo em anos.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se aqui o resultado do projeto de reflorestamento em áreas degradadas, na Bacia Hidrográfica do Tarumã-açu e a estimativa de fixação de CO₂ para a redução das emissões de gases de efeito estufa, no período de 20 anos.

Para cada espécie analisada após o plantio, durante o período de 2015 a 2019, o método utilizado foi de observação participativa, onde os envolvidos analisaram os dados in loco, registrando, através de fotos, o desenvolvimento das mudas quanto ao crescimento, mortalidade e sobrevivência de modo a substituir as mortas por outras que pudessem desempenhar as funções de proteger o meio ambiente e minimizar o processo de degradação da área.

Pode-se dizer que a gestão do processo se fez necessária devido as mudanças climáticas que ocorrem durante o ano, uma vez que o acompanhamento das espécies ocorreu em março, época de chuvas e agosto, época de verão, ou períodos distintos: cheia e seca.

A observação fez parte de todo o processo, desde o momento da solicitação das mudas até a reposição das mortas, analisando as que tem maior índice de sobrevivência e as que necessitam de um acompanhamento mais próximo, devido ao índice de mortalidade.

As taxas de crescimento, mortalidade e sobrevivência das espécies são muito variáveis. Cada espécie possui características diferentes, dessa forma, os dados encontrados, apresentam percentuais distintos para espécies plantadas na mesma área, seja de várzea ou de igapó. Em 5 anos de levantamento das espécies e dos dados, pode-se dizer que as plantas se adequam gradativamente as adversidades do solo e do clima.

O plantio das mudas no campo deve ser realizado de preferência após 30 dias do preparo das covas. O procedimento para o plantio é igual ao descrito anteriormente, necessitando retirar a embalagem que contém a muda e só então introduzi-la na cova. Em seguida, fecha-se a cova com o solo pressionando-o, para que haja maior contato entre o substrato da muda e o solo.

Como resultado do primeiro passo da metodologia experimental, com a participação da comunidade, alunos e voluntários, elaborou-se a cartilha como cuidar do meio ambiente, ilustrada pela fauna amazônica, existente na área, distribuída

gratuitamente nas escolas e comunidade, ao término de cada palestra sobre educação ambiental.

4.1 - CARTILHA COMO CUIDAR DO MEIO AMBIENTE

O programa permanente de educação ambiental ocorreu de modo a prevenir as degradações e contaminações provocadas pelo homem ao meio ambiente na BHT. A “certeza” de que os recursos naturais são inesgotáveis, faz com que o homem não tenha preocupação de que eles são finitos, e se não houver medidas para preservar e conservar, em um futuro não muito distante não haverá um meio ambiente correto para as futuras gerações.

Dessa forma para que o reflorestamento e recuperação da área degradada atingisse os objetivos propostos, fez-se necessário que toda a comunidade do entorno da BHT passasse por um processo de conhecimento da biodiversidade, conhecesse a fauna e flora e como proteger o meio ambiente.

Para a elaboração, desenvolvimento e publicação da cartilha, foi necessário buscar parcerias que pudessem contribuir com a impressão e distribuição dela, sendo uma ferramenta muito utilizada na disseminação da educação ambiental.

Foi distribuída em todas as escolas a cartilha **como cuidar do meio ambiente**, conforme já apresentado na Figura 3.1, onde as crianças tiveram conhecimento sobre o descarte correto dos resíduos sólidos, a preservação dos rios, da fauna e da flora, complementada através da apresentação de vídeos.

A chave para abordar os problemas ambientais ocasionados pelas degradações é envolver as pessoas e torná-las protagonistas do processo de recuperação do meio ambiente. O fato de que o desmatamento influencia diretamente nas mudanças climáticas deve ser apresentado de forma clara a todos os envolvidos, por isso a necessidade da educação ambiental, como forma de esclarecer.

O sucesso de um projeto de reflorestamento deve ser iniciado com as crianças e as pessoas que podem promover a mudança, através da disseminação da educação ambiental. Os problemas ambientais ocasionados pela degradação envolvem as pessoas, sendo necessário torná-las protagonistas do processo de recuperação do meio ambiente. O fato de que o desmatamento influencia diretamente nas mudanças climáticas deve ser apresentado de forma clara a todos os envolvidos.

Na Figura 4.1 apresenta-se a capa e contra capa da cartilha, com a informação de parceria e de idealizadores.



Figura 4.1 - Cartilha como cuidar do meio ambiente. (a) capa da cartilha. (b) Contra capa da cartilha.

A Figura 4.1 mostra a capa e contra capa da cartilha como cuidar do meio ambiente. O desenho gráfico apresenta uma indiazinha e a arara, para que todos se sentissem envolvidos. Já a contra capa, apresenta a parceria do projeto, idealizadores, colaboradores e o projeto gráfico.

4.2 - ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DAS ESPÉCIES

O acompanhamento das espécies quanto ao desenvolvimento, crescimento, sobrevivência, mortalidade e capacidade de fixação do CO₂, vem responder aos objetivos propostos na pesquisa.

Na Tabela 4.1, apresenta-se os dados de mortalidade das espécies durante o acompanhamento e levantamento dos dados no período de 2015 a 2019.

Tabela 4.1 - Resultados sazonais de mortalidade das espécies na cheia.

ESPÉCIE	2015(un)	2016(un)	2017 (un)	2018(un)	2019(un)
CAJU	0	0	0	0	0
INGÁ	5	6	6	5	5
BURITI	8	6	5	7	6
AÇAÍ	8	6	5	5	5

Na Tabela 4.1 percebe-se que o buriti e o açaí são os que tem um índice de mortalidade maior em relação ao ingá e ao caju. O levantamento ocorreu no mês de março de cada ano, período ainda de muita chuva na região.

Tabela 4.2 - Resultados de mortalidade no período de seca.

ESPÉCIE	2015(un)	2016(un)	2017 (un)	2018(un)	2019(un)
CAJU	0	0	0	0	0
INGÁ	10	9	7	7	5
BURITI	10	10	10	7	7
AÇAÍ	8	8	9	5	5

Na Tabela 4.2 apresenta-se os dados de mortalidade das espécies no período da seca na região. O levantamento ocorreu no mês de agosto de cada ano, o mês considerado mais quente da região. Percebe-se que o índice de mortalidade é maior em relação ao período de chuvas.

Foi percebido que à medida que as mudas vão se adaptando as adversidades, elas também passam a ser mais resistentes, diminuindo o índice de mortalidade seja nos períodos de seca ou de cheia.

Na Tabela 4.3 demonstra-se o quantitativo geral das mudas mortas de cada espécie no período de 2015 a 2019, assim como a quantidade de sobrevivência, onde a partir dessa demonstração, fez-se todos os cálculos de fixação de carbono em kg de CO₂.

Tabela 4.3 - Resultados de sobrevivência e mortalidade total de 2015 a 2019.

ESPÉCIE	QTDE MUDAS(un)	SOBREVIVÊNCIA(un)	MUDAS MORTAS(un)
CAJU	500	500	0
INGÁ	500	435	65
BURITI	500	424	76
AÇAÍ	500	436	64

A Tabela 4.3 mostra os dados em números reais de mortalidade e sobrevivência das espécies, onde o caju apresentou mortalidade zero, permanecendo com as 500 mudas plantadas. O ingá apresentou 435 mudas vivas e 65 mortas. O buriti apresentou 424 mudas vivas e 76 mortas e o açaí apresentou 436 mudas vivas e 64 mortas.

Mesmo que tenham sido substituídas as mudas mortas, os dados estudados e projetados, levaram em consideração a quantidade de mudas que sobreviveram no período da pesquisa sem considerar as plantadas para substituição das mortas.

Na Figura 4.2 apresenta-se de forma gráfica a quantidade de mudas plantadas por espécie, o total de mortas e de sobrevivência. As espécies selecionadas para o plantio, apresentaram resultados de mortalidade e sobrevivência satisfatórios em relação ao percentual definido na metodologia experimental, todas ficaram abaixo dos 20% considerados, levando-se em consideração as mudanças climáticas que ocorrem na região.

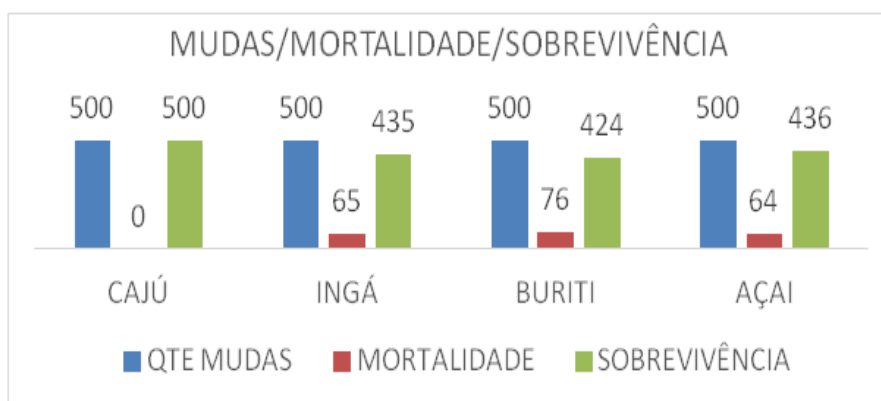


Figura 4.2 - Números das espécies mortas.

Através da Figura 4.2, pode-se perceber que as espécies escolhidas e selecionadas para a recuperação e reflorestamento da área degradada na BHT, atendem de forma satisfatória, aos objetivos propostos e definidos na metodologia experimental. São resistentes as adversidades do clima, proliferam através das sementes que de forma natural caem e pela dispersão da fauna.

O acompanhamento das espécies é contínuo a partir do plantio, a substituição das mudas mortas ocorre em até 30 dias pós o acompanhamento, sempre no período de chuvas, mas o mesmo não ocorre no período da seca, quando a reposição não é feita devido as dificuldades de transporte das mudas e as adversidades do clima seco.

4.3 - CÁLCULO DE PORCENTAGENS DE SOBREVIVENCIA E MORTE

Apresenta se os percentuais de mortalidade e sobrevivência no período de 2015 a 2019 e a estimativa de capacidade da fixação de carbono no período de 20 anos das espécies plantadas, como forma de minimizar os impactos ocasionados pelos gases efeito estufa.

Para o cálculo das porcentagens das espécies foi utilizada as Equações 3.2 e 3.3 e os resultados são apresentados a seguir.

A Tabela 4.4 apresenta-se o cálculo dos percentuais de mortalidade e sobrevivência das espécies, foram utilizados o software Excel para a obtenção dos percentuais, considerando 500 mudas plantadas.

Tabela 4.4 - Cálculo do percentual de mortalidade e sobrevivência.

ESPÉCIE	QUANT. INICIAL(un)	MORTALIDADE %	SOBREVIVÊNCIA %	QUANT. FINAL(un)
CAJU	500	0,00%	100%	500
INGÁ	500	13,00%	87,00%	435
BURITI	500	15,20%	84,80%	424
AÇAÍ	500	12,80%	87,20%	436

A Tabela 4.4 mostra o percentual de sobrevivência e mortalidade do caju, foi de 0%, não tendo havido nenhuma morte do caju durante o período da pesquisa. Já o Ingá Edulis (Ingá), percebe-se que o índice de sobrevivência foi de 87% e mortalidade de 13%, isto equivale a dizer que das 500 mudas de ingá plantadas, durante o período de 2015 a 2019, sobreviveram 435 mudas. O Buriti teve 15,20% de mortalidade e 84,80% de sobrevivência, onde se obteve 424 mudas de buriti vivas. E por fim o açaí que teve 12,80% de mortalidade e 87,20% de sobrevivência, onde das 500 plantadas de açaí, 436 sobreviveram.

O resultado apresentado levou em consideração os dados obtidos em maio e agosto de cada ano, com somatório final da quantidade de mudas que morreram e das que sobreviveram. Observou-se que o maior índice de mortalidade ocorreu nos períodos mais quentes e de poucas chuvas, onde há uma redução da pluviosidade.

Os índices de sobrevivência e mortalidade são distintos quando analisados nos períodos de chuva (alta pluviosidade) e no período de seca (baixa pluviosidade), onde as plantas sofrem mais, em virtude de pouca chuva.

O índice de mortalidade no período de chuvas não é superior a 5% das mudas plantadas, por isso, as reposições das mortas ocorrem nesse período de alta pluviosidade, o que facilita na sobrevivência e desenvolvimento das espécies.

Mesmo no período de seca, o caju consegue sobreviver com altos índices, seu poder de adequação às adversidades o torna a espécie mais utilizada no reflorestamento da área. Além de contribuir com a fixação do carbono, contribui ainda com o alimento do seu fruto para a fauna e para o homem.

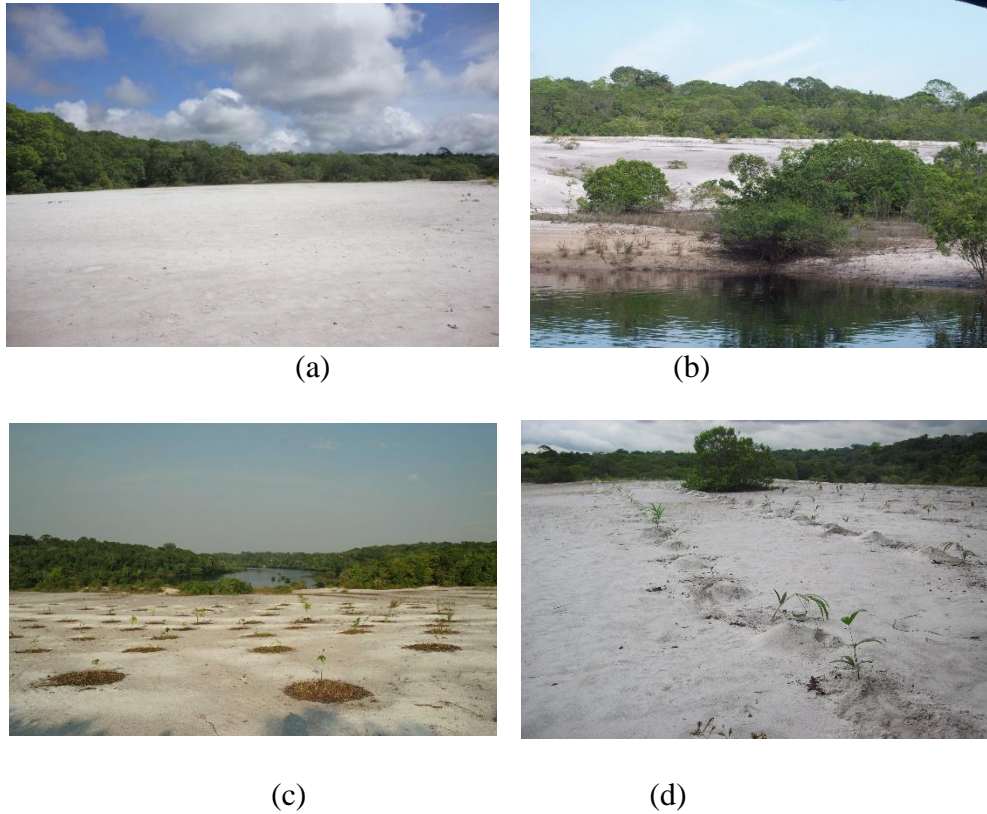


Figura 4.3 - (a-d) Área degradada em processo de recuperação.
Fonte: arquivo da Fundação Floresta Viva.

Na Figura 4.3 apresenta -se as áreas degradadas de várzea e igapó (a-b) e o processo de reflorestamento e recuperação da BHT (c-d).

As espécies de buriti, açaí e ingá que desempenharam bons resultados e adaptação para plantio na área de várzea, possuem alto índice de sobrevivência no período de cheia e conseguem ter bom desenvolvimento na época de seca, por estarem sempre próxima ao leito do igarapé, conseguem absorver bem os nutrientes da terra, não necessitando de cuidados especiais, apresentando ainda fácil reposição das mudas mortas.

Na Figura 4.4 apresenta se os percentuais de mortalidade e sobrevivência das espécies.

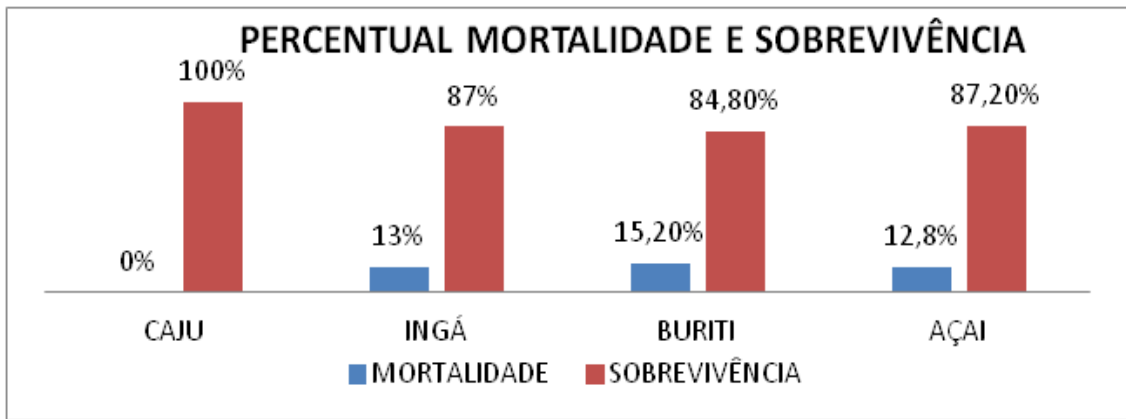


Figura 4.4 - Representação dos percentuais de sobrevivência e mortalidade.

4.4 - PROBABILIDADE DE FIXAÇÃO DE CARBONO DAS ESPÉCIES EM 20 ANOS

Os cálculos foram realizados na planilha de Excel, através da ferramenta Action Stat, de forma simples e objetiva. Calculando-se a fixação de CO₂ por 7,1 kg considerado o menor índice de fixação por ano e posteriormente por 15,6 kg, considerado o maior índice de fixação encontrado no referencial teórico.

Com a utilização dos dados obtidos na literatura, fez-se uma probabilidade da fixação de carbono das espécies, que variam conforme a quantidade e o índice adotado. Dessa forma, apresenta-se a quantidade de fixação de carbono por espécie, por ano e em 20 anos.

As tabelas e figuras gráficas foram elaboradas considerando os valores de fixação de carbono encontrado na literatura. É possível fazer os cálculos utilizando fórmulas e resultados de pesquisas de laboratórios que identifiquem quanto cada muda e espécie fixa de carbono, no entanto, um dos objetivos da pesquisa é analisar e quantificar o índice de mortalidade e sobrevivência de quatro espécies plantadas na Bacia Hidrográfica do Tarumã-açu-BHT e a fixação de carbono em 20 anos, por isto, optou-se em utilizar os dados da literatura, considerando 7,1 kg como menor índice e 15,6 kg como o mais alto.

Não foi encontrado na literatura pesquisada, uma variação no índice de fixação de carbono pela idade das plantas, o que se encontra são autores que relatam as experiências das plantas após os 20 anos, onde os dados encontrados apresentaram resultados de absorção inferior ao alcançado nos primeiros 20 anos.

Na Tabela 4.5 apresenta-se os dados referentes a estimativa de fixação de carbono das espécies analisadas, levando-se em consideração o menor índice de fixação por ano, usando 7,1 kg de CO₂.

Tabela 4.5 - Fixação de carbono estimada para 20 anos com o índice de 7,1 kg de CO₂.

Espécie	Plantadas(un)	Sobreviventes(un)	CO ₂ / kg (ano)	CO ₂ /kg (20 anos)
CAJU	500	500	3550,0	71000
INGÁ	500	435	3088,5	61770
BURITI	500	424	3010,4	60208
AÇAÍ	500	436	3095,6	61912

A Tabela 4.5 mostra a quantidade de CO₂ que o quantitativo de árvores sobreviventes n o período de 2015 a 2019, conseguem absorver por ano e em 20 anos de vida.

Para o cálculo da fixação de carbono, a quantidade de plantas sobreviventes da espécie foi multiplicada pelo o índice de 7,1 kg de CO₂ e obtém-se a estimativa anual de cada uma, em seguida, multiplicou se por 20 anos, considerando que a variação seja constante no período.

Para o cálculo de fixação de carbono do caju por ano, utilizou-se a Equação 3.4.

$$FIX = S \times B$$

$$FIX = 500 \times 7,1$$

$$FIX/\text{ano} = 3.550 \text{ kg de } CO_2$$

As 500 plantas de cajueiro fixam um total de 3.550 kg de CO₂ por ano, se considerarmos a variação constante de mortalidade durante o período de absorção. Foi considerado as 500 plantas de caju, porque não houve mortalidade da espécie durante o período do trabalho de pesquisa.

Para calcular a fixação das espécies em 20 anos ainda com o menor índice de absorção de 7,1kg por ano, utiliza-se a Equação 3.5.

$$FIX/20 = FIX \times \text{Tempo}$$

Cálculo de estimativa de fixação de CO₂ pela espécie cajueiro, usando a Equação 3.5.

$$FIX/20 = FIX/\text{ano} \times 20 \text{ anos}$$

$$FIX/20 = 3.550 \times 20$$

$$FIX/20 = 71.000 \text{ kg de } CO_2$$

O cajueiro consegue absorver 71.000 kg de CO₂ em 20 anos. Pode-se concluir que as 500 mudas do cajueiro fixam entre 3.550 kg de CO₂ por ano e 71.000 kg de CO₂ em 20 anos. Vale ressaltar que mesmo sendo um número considerável de kg de CO₂ absorvidos, é necessário que mais mudas sejam plantadas, que as pessoas sejam conscientes de que a árvore em pé é importante para a conservação do clima.

Para cálculo da fixação de carbono das demais espécies, foi utilizado as duas Equações 3.4 e 3.5 respectivamente, obtendo-se o seguinte resultado para o Ingá em ano:

$$\text{FIX} = 435 \times 7,1$$

$$\text{FIX} = 3.089 \text{kg de CO}_2 \text{ por ano.}$$

Para 20 anos obtém-se:

$$\text{FIX}/20 = 3.089 \times 20$$

$$\text{FIX}/20 = 61.770 \text{kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Foi considerado as 435 plantas sobreviventes do Ingá no período de 2015 a 2019, obtendo-se como resultado 3.089 kg CO₂ por ano e 61.770 kg em 20 anos, portanto, pode-se dizer que a variação da fixação de carbono do ingá varia de 3.089 kg a 61.770 kg de CO₂.

Cálculo do Buriti por ano obtém-se:

$$\text{FIX} = 424 \times 7,1$$

$$\text{FIX} = 3.010 \text{kg CO}_2 \text{ por ano}$$

Para 20 anos do Buriti, obtém-se

$$\text{FIX}/20 = 3.010 \times 20$$

$$\text{FIX}/20 = 60.208 \text{kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Para os cálculos do Buriti, foi considerado as 424 plantas sobreviventes, que conseguem absorver por ano 3.010 kg de CO₂ e estima-se que absorverão 60.208 kg de CO₂ em 20 anos.

Para o cálculo da fixação de CO₂ do Açaí, considerou se as 436 plantas sobreviventes no período de 2015 a 2019.

Substituindo os dados nas Equações 3.4 e 3.5, obtém-se para um ano:

$$\text{FIX} = 436 \times 7,1$$

$$\text{FIX} = 3.095 \text{ kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

Cálculo para 20 anos, obtém-se

$$\text{FIX}/20 = 3.095 \times 20$$

$$\text{FIX}/20 = 61.912 \text{ kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Considerando as 436 plantas do açaí, pode-se dizer que conseguem absorver 3.095kg de CO₂ por ano e poderão absorver 61.912 kg de CO₂ em 20 anos.

Considerando que a pesquisa trabalhou com 500 mudas de cada espécie, foi analisado 2000 plantas no geral, no entanto, somente 1795 sobreviveram no período de 2015 a 2019. Fez-se os cálculos para o quantitativo de sobreviventes nas equações 3.4 es, com o menor índice de fixação por planta (7,1 kg) CO₂, por ano e em 20 anos, obtém-se os resultados:

Fixação de carbono das 1795 plantas com o índice de 7,1 kg de CO₂ por ano.

$$\text{FIX} = 1.795 \times 7,1$$

$$\text{FIX} = 12.744 \text{ kg CO}_2 \text{ por ano}$$

Cálculo de fixação em 20 anos

$$\text{FIX}/20 = 12.744 \times 20$$

$$\text{FIX}/20 = 254.890 \text{ kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Os resultados apresentaram que as 1.795 árvores sobreviventes, conseguem absorver 12.744kg de CO₂ por ano com probabilidade de fixar até 254.890kg em 20 anos, isto considerando o menor índice de fixação.

A Figura 4.5 mostra o resultado da fixação por ano de cada espécie, considerando o índice de 7,1 kg de CO₂ e a probabilidade de fixação em 20 anos. Através do gráfico é

possível analisar os resultados e concluir que as espécies contribuem na minimização dos impactos ambientais, através da absorção do CO₂.

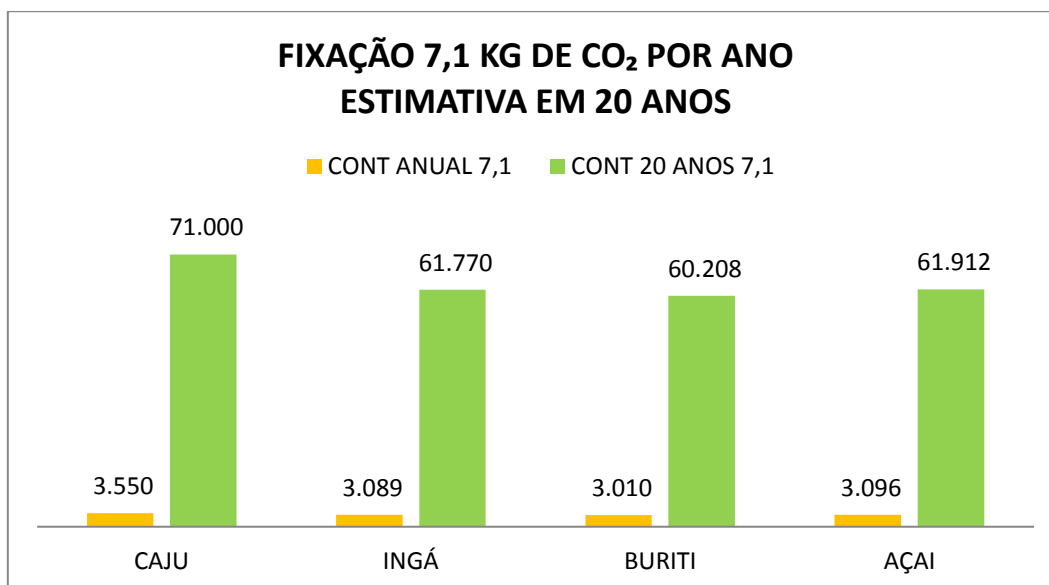


Figura 4.5 - Fixação de carbono com 7,1 kg.

A Tabela 4.6 apresenta-se os dados da fixação de CO₂ das espécies, estimadas para 20 anos, utilizando o maior índice encontrado nas bibliografias consultadas. Nesse caso, cada árvore absorve 15,6 kg de CO₂ por ano.

Tabela 4.6 - Fixação de Carbono com o índice de 15,6 por ano.

Espécie	Plantadas	Sobreviventes	CO ₂ / ano	CO ₂ / (20 anos)
CAJU	500	500	7800	156000
INGÁ	500	435	6786	135720
BURITI	500	424	6614,4	132288
AÇAÍ	500	436	6801,6	136032

Para obtenção dos resultados, foi considerado a quantidade de plantas sobreviventes do período de 2015 a 2019, substituindo nas equações 3.4 e 3.5, alterando o índice da literatura para os 15,6 kg de CO₂ por ano.

Para obtenção dos resultados do caju, utilizou-se as Equações 3.4 e 3.5.

Obtém-se:

$$FIX = 500 \times 15,6$$

$$FIX = 7.800 \text{ kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

Substituindo na Equação 3.5:

$$\text{FIX}/20 = 7.800 \times 20$$
$$\text{FIX}/20 = 156.000\text{kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Para o cálculo da fixação do Ingá, utilizou-se as mesmas e obtém-se como resultados:

$$\text{FIX} = 435 \times 15,6$$
$$\text{FIX} = 6.786\text{kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

Para o cálculo de 20 anos

$$\text{FIX}/20 = 6.786 \times 20$$
$$\text{FIX}/20 = 135.720\text{kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Para o cálculo do Buriti, obtém-se:

$$\text{FIX} = 424 \times 15,6$$
$$\text{FIX} = 6.614\text{kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

Probabilidade para 20 anos

$$\text{FIX}/20 = 6.614 \times 20$$
$$\text{FIX}/20 = 32.288\text{kg de CO}_2$$

Por fim, cálculo de fixação de carbono do açaí, onde obtém-se os resultados:

$$\text{FIX} = 436 \times 15,6$$
$$\text{FIX} = 6.801\text{kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

Probabilidade de fixação do carbono em 20 anos

$$\text{FIX}/20 = 6.801 \times 20$$
$$\text{FIX}/20 = 136.032\text{kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

Fixação de carbono das 1795 plantas sobreviventes utilizando o índice da literatura de 15,6 kg de CO₂ por ano.

$$\text{FIX} = 1795 \times 15,6$$

$$\text{FIX} = 28.002 \text{ kg de CO}_2 \text{ por ano}$$

Cálculo de fixação em 20 anos

$$\text{FIX}/20 = 28.002 \times 20$$

$$\text{FIX}/20 = 560.040 \text{ kg de CO}_2 \text{ em 20 anos}$$

O resultado apresentado no cálculo da fixação de carbono em 20 anos, considerando o maior índice da literatura de 15,6, demonstrou que as 1795 árvores sobreviventes conseguem absorver 28.002 kg de CO₂ por ano com probabilidade de absorver 560.040 kg de CO₂ em 20 anos. Um número significativo no combate a degradação ambiental.

A Figura 4.6 apresenta o resultado da projeção de fixação de carbono das espécies, considerando o índice de 15,6 kg CO₂ que cada uma absorve por ano, utilizando nos cálculos a quantidade de sobreviventes no período de 2015 a 2019.

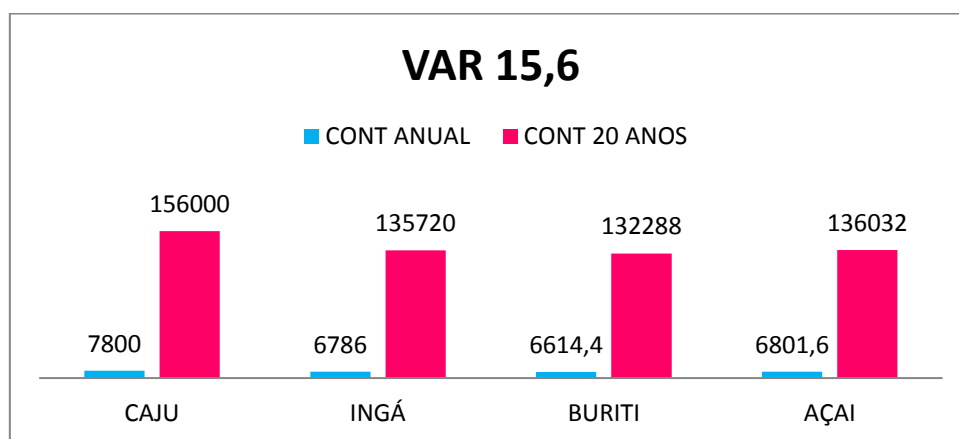


Figura 4.6 - Fixação de carbono com 15,6 kg de CO₂ por ano.

Para analisar a estimativa, considerou-se o levantamento de mortalidade e sobrevivência das espécies, obtidas entre 2015 a 2019. Levantamento realizado nos meses de março e agosto de cada ano, considerando o plantio inicial de 500 mudas de cada espécie.

Considerou-se a fixação de carbono de cada uma com 7,1 kg e 15,6 kg por ano e a probabilidade de fixação em 20 anos, tanto individualmente, quanto coletivamente. Pode-se dizer quanto uma planta fixa e quantas 100, 200 ou mesmo o total de sobreviventes conseguem fixar de carbono, tirando da atmosfera os gases efeito estufa.

Além das espécies serem utilizadas para o reflorestamento e a recuperação da área degradada, ainda contribuem para que o ambiente seja mais limpo. Preservam os igarapés que fazem parte da BHT, proporcionando um ambiente com qualidade para as pessoas e para a fauna existente.

As espécies plantadas possuem capacidade de disseminação natural, devido as sementes que se proliferam de forma mais rápida em época de chuva, não deixando de proliferar também em época de seca, mesmo que essa proliferação seja mais lenta.

A Figura 4.7 apresenta os dados de fixação de carbono das espécies em um e em 20 anos, considerando o menor e maior índice da literatura de 7,1 e 15,6 kg de CO₂.

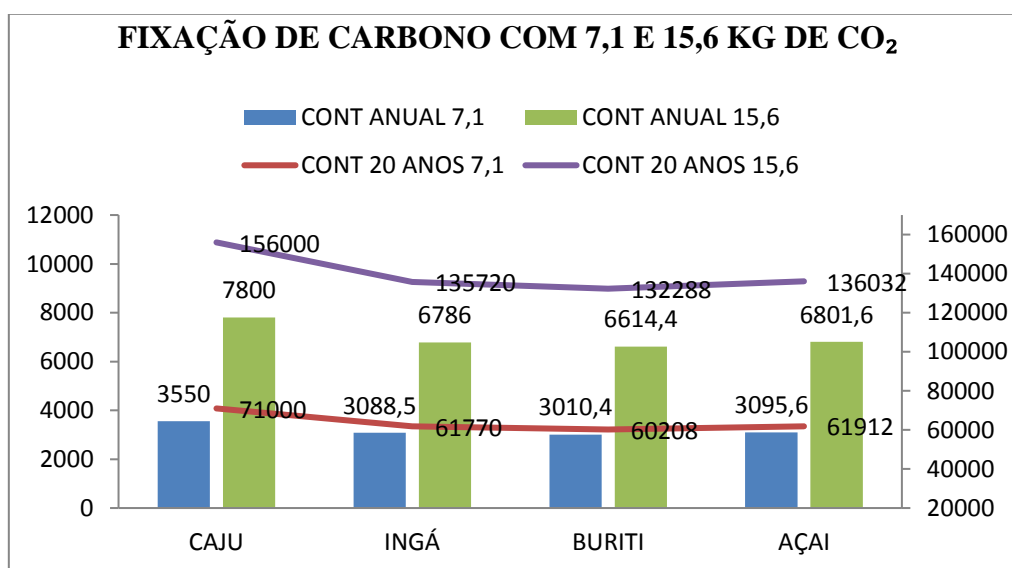


Figura 4.7 - Comparativo de fixação de CO₂ 7,1kg e 15,6 kg.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

Para concluir os dados pesquisados e com os objetivos propostos no trabalho de pesquisa, faz-se uma síntese dos resultados obtidos na comparação do índice de fixação de carbono com 7,1 kg de CO₂ e 15,6 kg anual, por espécie.

Na pesquisa, utilizou-se os dados de 4 espécies selecionadas para a recuperação e reflorestamento da área degradada na BHT, sendo 500 árvores de cada uma que foram analisadas quanto a mortalidade e sobrevivência.

Percebe-se que no decorrer do trabalho de pesquisa e com os dados obtidos in loco e através da literatura, essas espécies, conseguem de forma satisfatória absorver e fixar o carbono, reduzindo e minimizando os gases efeito estufa.

Quanto ao objetivo geral, pode-se concluir que a investigação do índice de mortalidade e sobrevivência das espécies, foi respondido de forma clara e objetiva, levando-se em consideração os dados obtidos em 2019, além de serem apresentadas as estimativas de fixação de carbono em 20 anos.

Com relação aos objetivos específicos, a análise da sobrevivência e mortalidade, apresentou o caju com o maior índice de sobrevivência e contribuição na fixação do carbono em 20 anos. Mapeou-se os dados e disseminou-se a educação ambiental nas comunidades e escolas adjacentes a área desmatada.

Apesar da pesquisa bibliográfica ter atendido aos anseios do trabalho de pesquisa, foi identificada uma carência de métodos e estudos sobre a fixação de carbono pelas espécies. Verificou-se ainda, que entre os trabalhos e bibliografias pesquisadas, menos de 5% tragam sobre o assunto, especificamente, sendo necessário mais estudos voltados ao tema, e assim possamos ter mais conteúdos que deem sustentabilidade a pesquisa.

Pode-se concluir que o reflorestamento e a recuperação da área degradada da BHT, utilizando as espécies frutíferas, objetos da pesquisa, contribuem para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e minimiza os impactos dos gases efeito estufa.

5.2 - SUGESTÕES

Devido à grande abrangência do assunto abordado neste estudo, são apresentadas, a seguir, algumas sugestões para a continuação do presente trabalho de pesquisa.

- Novas pesquisas sobre a fixação das espécies após os 20 anos;
- Índice de sobrevivência a partir do primeiro ano;
- Neutralização de Carbono;
- Disseminação das sementes através da fauna;
- Crédito de Carbono;
- A Fauna e Flora da BHT e sua contribuição no processo de preservação das áreas degradadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADUAN, R. A.; VILELA, M. de F.; KLINK, C. A. **Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres: o caso do Cerrado brasileiro**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, documentos 105, ISS 1517 – 5111. EMBRAPA, 2003.

AMARANTE, Z. **A Gestão Ambiental Municipal e o “Desenvolvimento Sócio Espacial Sustentável”** – A Experiência de Campinas/S.P. 1988. Disponível em: <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/>. Acesso em 28 de dezembro de 2019.

AGUIAR, F. E. O. 1995. **As alterações climáticas em Manaus no Século XX**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro / PPGG, 183 pp.

ALBUQUERQUE, B. P. de. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007. Disponível em: Acesso em: 13 Jan 2020.

ABREU, I. de S.; GONÇALVES, L. C. S. O direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a educação ambiental no Brasil. **Derecho y Cambio Social**. N. 5822, 2013.

ALMEIDA, DS. Modelos de recuperação ambiental. In: **Recuperação ambiental da Mata Atlântica** [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 100-137. ISBN 978-85-7455-440-2. **Available from SciELO Books**.

ANDREAE, M. “**Smoking rain clouds over the Amazon**”, *Science*, 303, 1337- 1342. 2004.

ARTAXO, P.; GATTI, L.V.; CORDOVA, A.M.; LONGO, K.M.; FREITAS, S.R.; LARA, L.L.; PAULIQUEVIS, T.M.; PROCOPIO, A.S.; RIZZO, L.V.. **Química atmosférica na Amazônia: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica**. *Acta amazônica*, v. 35, n. 2, p. 185- 196, 2005.

BACKER, P. **Gestão ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo; Saraiva; 2004.

BARROS, L. M. Botânica, origem e distribuição geográfica. In.: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.). *Cajucultura: modernas técnicas de produção*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPq, 1995. p. 55-71.

BARROS, T. D.; JARDINE, J. G. *Árvore do Conhecimento*. Agência **Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 17 de dezembro de 2019.

BENTES JUNIOR, J. L. **Utilização do sig e sensoriamento remoto como subsídio para elaboração do zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do tarumã**. 2009. Dissertação de Mestrado- Curso em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – CASA, da Universidade Federal do Amazonas.

BOTELHO, S. A. *et al.*, Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**. V. 31, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n1/20.pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2018.

BRASIL. **Decreto n. 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto n. 16.498 de 02 de abril de 1995**. Cria a APA da Margem Esquerda do Rio Negro com 740.757 hectares. Destina-se a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais existentes, visando a melhoria da qualidade de vida da população e dá outras providências.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA. 20 Manaus** : geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: DNPM, 1978. v. 18.

BRASIL. **Lei 2.646 de 22 de maio de 2001**. ALTERA os limites do Parque Estadual do Rio Negro, Setores Norte e Sul, e das Áreas de Proteção Ambiental, das Margens Esquerda e Direita do Rio Negro, A Área de Proteção Ambiental da Margem Esquerda do Rio Negro, Setor Tarumã - Açú - Tarumã - Mirim, criada pelo Decreto n.o 16.498, de 2 de abril de 1995, passa a ter 56.793 hectares. Assim, a APA passa a ter um total de 643.215 hectares.

BONISSONI, R.M. *et al.*, A gestão ambiental de uma fábrica de bebida energética por meio da sustentabilidade ambiental. In: CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS. 3., 2009, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: Departamento de Ciências Contábeis/UFSC, 2009.

CALBO, M. E. R.; MORAES, J. A. P. V. de. Efeito da deficiência de água em plantas de *Euterpe oleracea* (açai). **Revista Brasileira de Botânica**, 23(3):225-230, 2000.

CARPANEZZI, A. A. *et al.*, Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão, **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. V.3. p. 216-221.

CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M. e CERRI, C. C. Tropical agriculture and global warming: **Impacts and mitigation options**. *Sci. Agric.*, 64:83-99, 2007a.

CERRI, C. E. P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; POWLSON, D. S.; BATJES, N. H.; MILNE, E. e CERRI, C. C. Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. **Agric. Ecosyst. Environ.**, 122:58-72, 2007b.

CLÁUDIO, C. F. B. R. Implicações da avaliação de impacto ambiental. **Revista ambiente**, Munich, v.1, n.3, p. 159-163, 1997.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; VAN RAIJ, B.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na 161 Capítulo 3 Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro irrigação. Fortaleza: **Embrapa** Agroindústria Tropical, 2003. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 08).

DIAS, R. Gestão ambiental: **responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo; Atlas; 2011.

DIAS, R. Gestão ambiental: **Responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo, Atlas, 2006.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2. ed. 65p. 2002.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, p. 99-123, 2002.

FEARNSIDE, P. M.; LEAL FILHO, N. Solo e Desenvolvimento na Amazônia-**Lições do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais**. INPA/MCT, 2002.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: **história, índices e consequências**. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 114-123, 2005.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta amazônica**, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. Recuperação de matas de galeria. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2000. 45 p.

FERREIRA, L. F. *et al.*, Contabilidade ambiental sistêmica. In: CONGRESSO UFSC DE CONTROLADORIA E FINANÇAS. 2., 2008, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Departamento de Ciências Contábeis/UFSC, 2008.

FIDALGO, A. O.; ALCÂNTARA, R. P.; CALDIRON, G. T. Parâmetros de crescimento na avaliação de uma floresta implantada em uma restinga degradada pela mineração. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 382-386, 2009.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Mudanças Climáticas –**Guia de Informação**. 1ª edição. Brasília, 2002.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N. e SNYDER, P.K. Global consequences of land use. **Science**, 309:570–574, 2005.

FROTA, P. C. E. Clima e fenologia do cajueiro. In: LIMA, V. P. M. S. (Org.). **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB/ETENE, p. 63-80, 1988.

FROTA, P. C. E.; PARENTE, J. I. G. Clima e fenologia do cajueiro. In: ARAÚJO, J.P.P; SILVA, V.V. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: **EMBRAPA-CNPAT**, 1995. p. 43-54.

GASNIER, T. R. **Apostila de Biomas e Ecossistemas da Amazônia**. Ed.1, 2007.

GONÇALVES, R. M. G. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da microbacia do córrego da Fazenda Itaquí, no município de Santa Gertrudes, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, jun. 2005.

HEMDADEZ, M. I. **Benefícios das árvores e seu valor**. 2009. www.ecycle.com.br. Acessado em 05 de janeiro de 2020.

IBAMA, Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: **técnicas de revegetação**. Brasília, IBAMA, 1990. 96p.

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. Climate change 2007: The physical Science Basis – Contribution of Working Group I to the Fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge**: University, 2007. 989p.

JEZINI, J. F. A.; ALBUQUERQUE, A. R. DA C. Organização Sócio-espacial da Bacia do Igarapé do Tarumã-Açú: **Expansão Urbana versus Uso Sustentável da Paisagem**. Projeto final PIBIC. Dep. Geografia. Manaus, AM. 45p 2002.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação das Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. p. 249-269.

KATO, O. R.; SHIMIZU, M. K.; BORGES, A. C. M. R.; AZEVEDO, C. M. B. C.; OLIVEIRA, J. S. L.; VASCONCELOS, S. S.; SÁ, T. D. A. Desenvolvimento da produção de frutas em sistemas agroflorestais no estado do Pará. **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Bento Gonçalves, RS. 2012.

KÖPPEN, W. Climatologia: **com un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948.

LACERDA, J. S. de. **Afinal, quanto carbono uma árvore sequestra**. Disponível em: <www.oeco.org.br>. Acesso em: 05 de janeiro de 2020.

LAURANCE, W.F.; COCHRANE, M.A.; BERGEN, S.; FEARNSIDE, P.M.; DELAMÔNICA, P.; BARBER, C.; D'ANGELO, S. e FERNANDES. T. The future of Brazilian Amazon. **Science**, 291:438-439, 2001.

LEAL, G. C. S. de G.; FARIAS, M. S. S. de; ARAUJO, F. de. O Processo de Industrialização e seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. **Qualit@s Revista Eletrônica**. ISSN v. 7.n.1, p. 1677-4280. 2008.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa**: Editora Plantarum, 1992. 281 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil/ Harri Lorenzi. 2. ed. **Nova Odessa**, SP: Instituto Plantarum, 2002.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. Resposta do feijão-caupi a salinidade da água de Irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 79-86, 2007.

LOPES, M. M. A.; MIRANDA, M. R. A.; MOURA, C. F. H.; ENÉAS FILHO, J. Bioactive compounds and total antioxidant capacity of cashew apples (*Anacardium occidentale* L.) during the ripening of early dwarf cashew clones. *Ciência e Agrotecnologia*, **Lavras**, v. 36, n. 3, p.325-332, 2012.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MARQUES, F. L. T. Um modelo de agroindústria canavieira colonial no estuário amazônico: **estudo arqueológico de engenho dos séculos XVII e XIX**. 2004. 200 f. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008. Disponível em: . Acesso em: 21 nov. 2008.

MARTINS, S. V. Recuperação de Matas Ciliares. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 75p., 2001.

MIKA, A. Physiological responses of fruit trees to pruning. *Horticultural Reviews*, **Questport**, v. 8, p. 337-378, 1986.

NASCIMENTO, J. L. A. do. **Uso de geotecnologias no monitoramento de unidades de conservação: ocupações peri urbanas na apa margem esquerda do rio negro - Manaus** 2009. Dissertação de Mestrado - Curso em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – CASA, da Universidade Federal do Amazonas.

NASCIMENTO, W. M. do. Planejamento básico para recuperação de área degradada em ambiente urbano. **Espacio y Desarrollo**. N.19, 2007. Disponível em: < <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/10641/11112>> Acesso em: 10 Jan 2020.

NECKEL, A.; FANTON, G.; BORTOLUZZI, E. C. Recuperação ambiental de área verde urbana degradada - loteamento cidade universitária – Passo Fundo – RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**. N 35, 2009. Disponível em: Acesso em: 10 Jan 2020.

NETO, G. D. A.; ANGELIS, B. L. D. de; OLIVEIRA, D. S. de. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. **Acta Scientiarum**. V. 26, 2004. Disponível em: < periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/1555/898.pdf> Acesso em: 05 de novembro de 2018.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F.; MÜLLER, A. Sistema de Produção do Açaí, **Embrapa Amazônia Orienta**, 2006.

NOGUEIRA, R. J. M. C. Aspectos ecofisiológicas da tolerância à seca em plantas da caatinga In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. de L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Ed.). Estresses ambientais: **danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005, p. 22-31.

OLIVEIRA, V. H.; LIMA, R. N. **Influência da irrigação e da localização da inflorescência sobre a expressão do sexo em cajueiro anão precoce**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 35, n. 9, p. 1751- 1758, 2000.

PARENTE, J. I. G.; BUENO, D. M. Recuperação de cajueiro-comum de baixa produção pela substituição de copa, através da enxertia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 2, p. 195-197, 1991.

PARENTE, J. I. G.; OLIVEIRA, V. H. Manejo da cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. (Org.). Cajucultura: modernas técnicas de produção. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 1995, p. 203-247.

PAIXÃO, F. A.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L.; LEITE, H. C.; SILVA, G. F. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de alternativas em um plantio de eucalipto. **R. Arvore**, Viçosa-MG, v30, n.3, p.411-420, 2006.

PINTO, E. P. P.; RODRIGUES, L.; FRANÇA, F. G. O.; MOREIRA, P. F.; DIETZSCH, Laura. Perguntas e respostas sobre Aquecimento Global. 4. ed. rev. ampliada abril. Belém, PA, 2009, p. 1-64.

REIS, A. e KAGEYAMA, P.Y. 2003 Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y., OLIVEIRA, R.E., MORAES, L.F.D., ENGEL, V.L. e GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF. P. 91-110.

ROSA, M., **Cada árvore da mata atlântica chega a retirar 163 kg de CO₂ da atmosfera**. 2013. www.ciclovivo.com.br. Acessado em 05 de janeiro de 2020.

RIBEIRO, T. M.; MARTINS, S. V.; LANA, V. M.; SILVA, K. A. Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 1219-1226, 2011.

RICKLEFZ, R. E. **A Economia da Natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

RODRIGUES, R.; GANDOLFI, S. Conceitos tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001. p. 235-247.

SANTOS, J. R. de. **Os desafios na gestão dos recursos hídricos e os comitês de bacias hidrográficas no Estado do Amazonas**. 2015. Dissertação de Mestrado- Curso de Direito Ambiental, universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2015.

SANTOS, P. V. dos. **O papel do Gestor Ambiental em relação aos efeitos causados pelo Aquecimento Global**. 2011. 68f. Monografia (Grau de especialidade em Gestão Ambiental) – Programa de Pós Graduação “Latu Sensu”. Universidade Estadual Candido Mendes. Rio de Janeiro. 2011.

SERRANO, L. F. M. **Inventário Corporativo de Gases de Efeito Estufa** 2012. Versão web. São Paulo, 2013. Disponível em: < http://www.sulamerica.com.br/sustentabilidade/sustentabilidade_gee_2011.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

SILVA DIAS, M. A. F. Meteorologia, desmatamento e queimadas na Amazônia: uma síntese de resultados do LBA. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 21, n. 3a, p. 190-199, 2006.

SILVA, I. C. Sistemas Agroflorestais: **Conceitos e Métodos**/ Ivan Crespo Silva. – 1. ed. – Itabuna: SBSAF, 2013.

SIOLI, H. 1991. Amazônia: **Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3ª Ed. Petrópolis, Vozes, 1991, 71p.

SCARIOT, A. Weedy and secondary palm species in Central Amazonian Forest fragments, **Acta Botânica Brasílica**, 15 (2): 271-280, 2001.

SILVA, P. J. D. da; ALMEIDA, S. S. de. Estrutura Ecológica em Ecossistemas Inundáveis da Amazônia. In: Açai (Euterpe oleracea Mart.): Possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no Estuário Amazônico. Editores: Mário Augusto Gonçalves Jardim, Leila Mourão e Monika Grossmann.- Belém: **Coleção Adolfo Ducke**, Museu Paraense Emílio Goeldi, 2004. p.37-41.

SOUSA, R. F. *et al.*, Avaliação das classes de cobertura vegetal e do uso das terras do sítio Agreste -Itaporanga-PB. **Anais**. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 4283-4288.

SOUSA, J. S. I. **Poda das plantas frutíferas**. São Paulo: Nobel, 2005. 191 p

STAINFORTH, D. A.; Aina, T.; Christensen, C.; Collins, M.; Faull, N.; Frame, D.J.; Kettleborough, J.A.; Knight, S.; Martin, A.; Murphy, J.M.; Piani, C.; Sexton, D.; Smith, L.A.; Spicer, R.A.; Thorpe, A.J.; Allen, M.R. 2005. **Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases**. Nature 433: 403- 406.

TANHUA, T.; HANSSON, L.; ORR, J. C.; LORENZONI, L. **Monitoring Ocean Carbon and Ocean Acidification**. World Meteorological Organization Bulletin, v. 64, n. 1, 2015.

TINOCO, J. E. P; KRAEMER, M. E. P. **Contabilidade e gestão ambiental**. 2ed. São Paulo, Atlas, 2008.

TORRES, M. (ed.) 2005. Amazônia revelada: **Os descaminhos ao longo da BR-163**. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília, DF. 496pp.

THEODORO, S. M. C. H. Gestão ambiental: uma prática para mediar conflitos socioambientais. In Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 2012, Brasil. **Gestão, Inovação e Tecnologia para a Sustentabilidade**

VALENTE, R. M.; ALMEIDA, S. S. 2001. As palmeiras de Casiuana: **informações botânicas e utilização por comunidades ribeirinhas**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Pará. 5ap.

VIÉGAS, I. de J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da, PINHEIRO, E. Limitações nutricionais para o cultivo do açaízeiro em latossolo amarelo textura média, Estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26(2):382-384, 2004.