



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

JOSEANE ALVES VIEIRA

**ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO PRESENTE NA BIOMASSA VEGETAL
ARBÓREA DO PARQUE MUNICIPAL AMÉRICO RENNÉ GIANNETTI – BELO
HORIZONTE/MG**

BAMBUÍ

2019

JOSEANE ALVES VIEIRA

**ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO PRESENTE NA BIOMASSA
VEGETAL ARBÓREA DO PARQUE MUNICIPAL AMÉRICO RENNÉ GIANNETTI
– BELO HORIZONTE/ MG**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação. Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG/Campus Bambuí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Linha de pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos

BAMBUÍ-MG

2019

BIOGRAFIA

Discente: JOSEANE ALVES VIEIRA

Filiação: José Ângelo Vieira e Maris Stela de Fátima Alves Vieira

Naturalidade: Ipatinga

INFORMAÇÕES ESCOLARES:

Ensino Médio

Período: 2006 a 2009

Colégio São Francisco Xavier – Ipatinga em MG

Curso Superior: Engenharia Química

Período: 2010 a 2016

Universidade Federal de São João del-Rei

Título: Controle físico químico e microbiológico da qualidade do leite em uma indústria de laticínios

Orientador: prof. Juan Canellas Bosch Neto

Experiência profissional: Analista de Laboratório

Período: 2016 a 2017

Empresa - Laticínios Luce

Supervisora Técnica do Controle de Qualidade

Período 2017 a 2019

Indústria Mineira de Rações



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS

Avenida Professor Mário Werneck, nº. 2590, Bairro Buritis, Belo Horizonte, CEP 30575-180,
Estado de Minas Gerais



FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO PRESENTE NA BIOMASSA VEGETAL ARBÓREA DO PARQUE MUNICIPAL AMÉRICO RENNÉ GIANNETTI – BELO HORIZONTE/MG”, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental **Joseane Alves Vieira**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 01/06/2019, com a média de pontuação de 76.


Título do Trabalho – houve alteração () Sim (x) Não

Se sim, qual o título _____

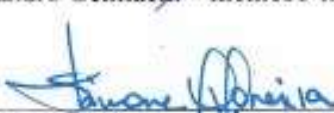
Florestal (MG), 01 de junho de 2019.


Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos – Orientador - (UFV/Florestal)


Prof. Dr. Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior – (CEFET-MG)


Prof. Dr. Ruy de Aristides Victor Rossoni - (UFV/Florestal)


Prof. Dr. Lizandro Gemiaci – membro externo (INMET)


Prof. Dra. Simone Magela Moreira – (IFMG/Bambu)
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – Campus Bambuí

V657e Vieira, Joseane Alves.

Estimativa do estoque de carbono presente na biomassa vegetal arbórea do Parque Municipal Américo Renné Giannetti – Belo Horizonte/MG. / Joseane Alves Vieira. – Bambuí, 2019.

72 f.: il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2019.

1. Mudança climática. 2. Sequestro de carbono. 3. Parque municipal. I. Lemos, Carlos Fernando. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 634.97

*Aos meus pais José Ângelo e Maris Stela e
aos meus irmãos Marisângela e Marco.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e pelas oportunidades concedidas.

Agradeço aos meus pais, José Ângelo e Maris Stela, por todo apoio e inspiração, além da compreensão em relação à minha ausência durante o curso de Mestrado.

Agradeço também aos meus irmãos, Marisângela Alves Vieira e Marco Antônio Alves Vieira, pelo incentivo e exemplo.

Em especial, agradeço aos meus primos, Rodrigo Vieira Fonseca, Fillipe Vieira Araújo e Lucas Dione Vieira que me auxiliaram durante o desenvolvimento de atividades da pesquisa.

Ao meu orientador prof. Dr. Carlos Fernando Lemos pelas orientações em relação ao projeto que contribuíram para o desenvolvimento e conclusão do Mestrado.

Aos professores do IFMG – *Campus Bambuí*, com os quais pude aprender durante meus estudos.

Ao secretário do programa de mestrado, Ronaldo dos Reis Barbosa, que auxiliou e sempre esteve disposto a ajudar do início ao fim do programa de Mestrado.

Aos colegas do curso de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental pela troca de experiências e oportunidade de convivência.

Faço meu agradecimento também à Indústria Mineira de Rações pela compreensão em relação meus dias de ausência e dedicação ao mestrado.

Muito obrigada!

RESUMO

VIEIRA, Joseane Alves. **Estimativa do estoque de carbono presente na biomassa vegetal arbórea do Parque Municipal Américo Renné Giannetti – Belo Horizonte/MG.** Bambuí: IFMG *Campus* Bambuí, 2019. 72 p.

A mudança climática é realidade para a população mundial e as evidências fazem parte do nosso dia-a-dia. Uma das discussões em relação à alteração do clima está relacionada às condições atmosféricas, que sofreram alterações com a emissão excessiva de gases de efeito estufa (GEE). Diante desta problemática surgiu a necessidade de realizar estudos específicos para calcular o estoque de carbono nas florestas, pela capacidade de absorção do carbono entre o reservatório terrestre e o atmosférico. A captura de carbono por meio da fotossíntese ocorre quando as plantas absorvem energia solar e CO₂ da atmosfera. Já o processo inverso ocorre a partir da emissão de carbono pela respiração das plantas, animais e pela decomposição orgânica. A esta se soma as emissões de GEE devido ao desmatamento, incêndios, gases industriais e queima de combustíveis: ações antrópicas que contribuem com o desequilíbrio do ciclo de carbono. A intervenção pode diminuir ou aumentar gradativamente a taxa de carbono na vegetação, influenciando no equilíbrio e dinâmica natural do teor de gás carbônico no ambiente. Neste contexto, o trabalho possui o objetivo de determinar a quantidade de carbono, durante o ano de 2018 e início de 2019, presente na biomassa arbórea do Parque Municipal Américo Renné Giannetti em Belo Horizonte – MG, utilizando a metodologia criada pela International Centre for Research in Agroforestry - ICRAF e EMBRAPA Florestas, documento 73. Todas as árvores vivas e mortas em pé foram mensuradas e a estimativa de carbono é de 451,86 t/ha, sendo que o parque apresenta 18,20 hectares. Em termos de comercialização de crédito de carbono, o PMARG apresenta 8223,85 toneladas de carbono na biomassa arbórea, o que equivale a um valor monetário de € 21.628,73. Devido à biodiversidade do parque foi possível perceber que o estoque de carbono varia de acordo com a espécie e idade das árvores. Quanto maior a árvore, maior é a biomassa e consequente quantidade de carbono retida. Durante a coleta de dados, percebeu-se os serviços ecossistêmicos prestados pela área verde do parque e a necessidade de preservação, conscientização e práticas de reflorestamento para a manutenção do ecossistema terrestre.

Palavras-chave: Mudança climática, sequestro de carbono, parque municipal, biomassa arbórea.

ABSTRACT

VIEIRA, Joseane Alves. **Estimation of the carbon stock present in the arboreal biomass of the municipal park Américo Renné Giannetti - Belo Horizonte / MG.** Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2019. 72 p.

Climate change is a reality for the world's population and evidence is part of our daily lives. One of the discussions regarding climate change is related to atmospheric conditions, which have changed with excessive greenhouse gas (GEE) emissions. Faced with this problem arose the need to carry out specific studies to calculate the carbon stock in forests, by the carbon absorption capacity between the terrestrial and atmospheric reservoir. Carbon capture through photosynthesis occurs when plants absorb solar energy and CO₂ from the atmosphere. The reverse process occurs from the emission of carbon by respiration of plants, animals and organic decomposition. To this is added GEE emissions due to deforestation, fires, industrial gases and fuel combustion: anthropic actions that contribute to the carbon cycle imbalance. The intervention can gradually decrease or increase the carbon rate in the vegetation, influencing the equilibrium and natural dynamics of carbon dioxide content in the environment. In this context, the work has the objective to determine the amount of carbon, during 2018 and beginning of 2019, present in the tree biomass of Américo Renné Giannetti Municipal Park in Belo Horizonte - MG, using the methodology created by the International Center for Research in Agroforestry - ICRAF and EMBRAPA Forests, document 73. All living and dead standing trees have been measured and the estimated carbon is 451.86 t / ha, and the park has 18.20 hectares. In terms of carbon credit trading, the PMARG has 8,223.85 tons of carbon in tree biomass, which equals a monetary value of € 21,628.73. Due to the biodiversity of the park it was possible to notice that the carbon stock varies according to the species and age of the trees. The larger the tree, the greater the biomass and consequent amount of carbon retained. During the data collection, we realized the ecosystem services provided by the park's green area and the need for preservation, awareness and reforestation practices for the maintenance of the terrestrial ecosystem.

Key words: Climate change carbon sequestration, municipal park, tree biomass.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Vista parcial do Parque Municipal Américo Renné Giannetti e o centro de Belo Horizonte.	27
Figura 2 - Mapa do Parque Municipal Américo Renné Gianneti e sua distribuição espacial. .	28
Figura 3 – Mapa de Belo Horizonte.	29
Figura 4 – Vista aérea do Parque Municipal Renné Giannetti.	30
Figura 5 - Mapa da região metropolitana de Belo Horizonte.	31
Figura 6 - Espécie <i>Syzygium cumini</i> encontrada no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.	32
Figura 7 - Mapa da Área I e suas subdivisões em canteiros de 1 a 55.	33
Figura 8 - Mapa da Área II e suas subdivisões em canteiros de 1 a 32.	34
Figura 9 - Mapa da Área III e suas subdivisões em canteiros de 1 a 48.	35
Figura 10 - Diâmetro altura do peito para cada árvore do canteiro 1 e Área I.	43
Figura 11 - Biomassa de cada árvore a partir do DAP das árvores do canteiro 1 e Área I.	44
Figura 12 - Quantidade de carbono mensurada por árvore.	45
Figura 13 - Média do DAP nos canteiros e a biomassa total da Área I.	48
Figura 14 - Média do DAP nos canteiros e a biomassa total da Área II.	51
Figura 15 - Média do DAP nos canteiros e a biomassa total da Área III.	55
Figura 16 - Comparativo entre a densidade de carbono por área.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de canteiros e árvores presente em cada área do Parque Municipal Américo Renné Giannetti.	33
Tabela 2 - Biomassa total por árvore da Área I e canteiro 1.	39
Tabela 3 – Coleta de dados realizada na Área I e seus canteiros	45
Tabela 4 – Valores calculados e mensurados da Área I.	49
Tabela 5 – Coleta de dados realizada na Área II e seus canteiros.	50
Tabela 6 – Valores calculados e mensurados da Área II.	52
Tabela 7 – Coleta de dados realizada na Área III e seus canteiros.	53
Tabela 8 – Valores calculados e mensurados da Área III.	56
Tabela 9 – Valores calculados e mensurados referentes às Áreas I, II e III.	57
Tabela 10 – Valores mensurados e calculados referentes às Áreas I, II e III em relação à Biomassa total pela área e a média do DAP.	58
Tabela 11 – Valores mensurados e calculados no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Celsius
BA	Biomassa de árvores vivas e mortas em pé
BH	Belo Horizonte
BT	Biomassa total com base na matéria seca
CC	Conteúdo de carbono na biomassa total
CH ₄	Metano
Cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de Carbono
DAP	Diâmetro altura do peito
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPS	Global positioning system
Há	Hectare
HFCs	Hexafluoreto de Enxofre
ICRAF	International Centre for Research in Agroforestry
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
IPCC	International Panel on Climate Change
Kg	Quilograma
M	Metros
m ²	Metros quadrados
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MG	Minas Gerais
Mm	Milímetros
N ₂ O	Óxido Nitroso
ONU	Organizações das Nações Unidas
PFCs	Perfluocarbonos
PMARG	Parque Municipal Américo Renné Giannetti
PMBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
RCE	Redução Certificada de Emissão
S	Sul
t	Toneladas
W	Oeste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo geral	18
2.2. Objetivos específicos	18
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	19
3.1. Efeito estufa	19
3.2. Protocolo de Quioto	20
3.2.1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	21
3.3. Sequestro de carbono	21
3.4. Parques e o sequestro de carbono	23
3.4.1. Parque Municipal Américo Renné Giannetti	25
4. METODOLOGIA	28
4.1. Área de Estudo	28
4.1.1. Aspectos ambientais e climatológicos	30
4.1.2. Distribuição espacial do parque	32
4.2. Metodologia do cálculo	35
5. RESULTADOS	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6.1. Recomendações	64
6.2. Limitações da pesquisa	65
6.3. Sugestões para futuras pesquisas	65
6.4. Conclusão	66
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO

A Terra passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento. A intensa atividade geológica lançou à superfície uma quantidade colossal de gases que formaram uma espécie de bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Entretanto, uma das discussões em relação à alteração do clima está relacionada às condições atmosféricas, que sofreram alterações com a emissão excessiva de gases de efeito estufa (GEE) como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), em atividades provenientes da queima de combustíveis fósseis para geração de energia, práticas insustentáveis na agricultura, pecuária e através do desmatamento, que levaram à intensificação do efeito estufa (AREVALO, 2002).

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (International Panel on Climate Change - IPCC) divulgou o 5º Relatório do IPCC e é a atualização mais recente, sintetizando os estudos de milhares de cientistas de todo o mundo sobre o aquecimento global. O IPCC é o resultado de uma cooperação entre a Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (IPCC, 2018).

O relatório alertou os perigos do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e as consequências como o aquecimento da atmosfera em média 0,85 °C entre 1880 e 2012. Os oceanos têm acumulado a maior parte do aquecimento, servindo como um amortecedor para o aquecimento da atmosfera. No entanto, à medida que o oceano aquece, ele perde capacidade de absorver gás carbônico, o que pode acelerar os efeitos atmosféricos quando ele atingir a saturação (IPCC, 2018).

Dessa forma é fundamental organizar o país com base nos cenários elaborados até o momento, que resultam de pesquisas compiladas por pesquisadores de todo o mundo. Aplicando o princípio da precaução e propondo medidas que possam atenuar as implicações causadas pelas mudanças globais que resultariam na elevação das temperaturas na Terra, entre outros impactos (ALBRECHT; KANDJI, 2003).

Diante dessa problemática tem-se um consenso mundial de que estratégias devem ser estudadas e empregadas para redução da concentração de CO₂ atmosférico, na tentativa de se reduzir o risco das alterações ambientais. Entre essas estratégias, destacam-se a redução das emissões por queima de combustíveis fósseis, a redução da queima de material vegetal e o sequestro do carbono pelas florestas. Considerando que a redução da queima de combustíveis fósseis pode implicar no desaquecimento da economia de países desenvolvidos e que as mudanças no uso da terra, principalmente devido aos desmatamentos, dificilmente

deixarão de ocorrer, tendo em vista ainda o crescimento da população mundial e a consequente necessidade de abertura de novas áreas para atividades agrícolas e de pecuária, o sequestro de carbono por florestas torna-se uma atividade econômica atrativa, desde que ambientalmente correta.

Dessa forma, surgiu a necessidade de realizar estudos específicos para calcular o estoque de carbono nas florestas, pela capacidade de absorção do carbono entre o reservatório terrestre e o atmosférico, resultado de processos naturais da fotossíntese, respiração e da emissão de gases causados pela ação humana (REZENDE, 2002).

Existem metodologias nos quais são utilizadas variáveis levantadas em inventário florestal, como diâmetro do tronco à altura do peito e/ou altura das árvores, sendo capazes de quantificar o estoque de carbono. A metodologia utilizada para quantificar o teor de carbono no Parque Municipal Américo Renné Giannetti é descrita pelo Documento 73, criado pela International Centre for Research in Agroforestry - ICRAF e EMBRAPA Florestas. Os dados utilizados para a avaliação do estoque de carbono referem-se à biomassa das árvores em seus diversos componentes como tronco, galhos, folhas e raízes (AREVALO, 2002).

Para quantificar o estoque de carbono presente em uma área pré-determinada através da metodologia da EMBRAPA e ICRAF é necessário medir o diâmetro de cada árvore na altura do peito, levando em consideração as árvores vivas e mortas, sendo medidas apenas as árvores em pé.

A captura de carbono através da fotossíntese ocorre quando as plantas absorvem energia solar e CO₂ da atmosfera, produzindo oxigênio e hidratos de carbono (açúcares como a glicose), que servem de base para seu crescimento. Através deste processo as plantas fixam o carbono na biomassa da vegetação, e conseqüentemente constituem, junto com seus resíduos (madeira morta e serapilheira), um estoque natural de carbono (ALBRECHT; KANDJI, 2003).

O processo inverso ocorre com a emissão de carbono através da respiração das plantas, animais, pela decomposição orgânica (forma de respiração das bactérias e fungos). A esta se soma as emissões de GEE devido ao desmatamento, incêndios, gases industriais, e queima de combustíveis: ações antrópicas que contribuem com o desequilíbrio do ciclo de carbono (TITO, 2009).

O Protocolo de Quioto é um instrumento internacional, onde foram definidas metas para redução de emissões GEE, para os países desenvolvidos e os que, na época, apresentavam economia em transição para o capitalismo, sendo considerados os

responsáveis históricos pela mudança atual do clima. Assim, de forma a auxiliar os países desenvolvidos e os de economia em transição para o capitalismo a cumprirem suas metas de redução ou limitação de emissões, o Protocolo de Quioto contemplou três mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Sabe-se que o MDL é o único que permite a participação de países em desenvolvimento (FUJIHARA, 2005).

Na última Conferência do Clima, realizada em 2011, as metas de Quioto foram atualizadas e ampliadas para cortes nas emissões, em 2020, sobre os níveis de 1990 para os países desenvolvidos. Portanto, isso pode significar um fomento nas atividades de crédito de carbono que estavam pouco atraentes no mercado (ÁVILA, 2011).

O Brasil tem muito a ganhar com o mercado de carbono, podendo receber e desenvolver projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) em função de suas características naturais (ROCHA, 2003).

Essa situação traz perspectivas econômico/financeiras positivas não só para as entidades públicas como também para as empresas que tenham ou possam vir a ter atividades ambientais relacionadas com as reduções certificadas de emissões de carbono. No ranking dos países em número de projetos que geram créditos de carbono registrados pela Organização das Nações Unidas, a Índia se apresenta em primeiro lugar. O Brasil é o segundo, seguido pela China, em terceiro (MACIEL, 2009).

Alguns projetos de MDL estão voltados ao sequestro de carbono, através da implementação de práticas de florestamento, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas, contribuindo com a estocagem de CO₂. O Brasil tem grande potencial para receber esses projetos, tendo em vista nosso patrimônio florestal. Com inserção de tais projetos no país ajudaria a combater as principais fontes de lançamento de gás carbônico que consistem na prática de queimadas e desmatamentos (CHANG, 2002).

O conhecimento do uso da terra é imprescindível para a elaboração de um cenário de referência para projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), principalmente na modalidade florestamento/reflorestamento. Contudo, esses dados ainda são iniciantes no Brasil, o que indica que estudos dessa natureza podem contribuir com o estímulo de preservação a áreas não impactadas por atividades antrópicas e à recuperação de áreas já desflorestadas (ROCHA, 2003).

É importante destacar a importância dessas práticas, pois influenciam diretamente na diminuição da poluição, ocorrendo modificação das propriedades químicas e físicas da atmosfera. Por isso, pode-se dizer que a presença de árvores está ligada à purificação do ar,

proporcionando uma melhoria na qualidade do ar e algumas funções ecossistêmicas, como a regulação climática.

A urbanização representou um impacto considerável em termos de disponibilidade dos recursos naturais e presença de áreas verdes. Esse fato é perceptível em grandes centros, pois temos pequenas áreas verdes em parques e praças. Além de proporcionar uma melhoria no clima na cidade, na qualidade do ar, água e solo, essas áreas verdes possibilitam locais de lazer, desenvolvimento de atividades educativas como programas de educação ambiental e a possibilidade de realização de atividades de recreação. Dessa forma, pode-se inferir que a presença de parques urbanos possibilita melhorias na qualidade de vida do entorno e deve-se conscientizar a população sobre a importância para a sociedade (VIEIRA et al., 2011).

O estudo em questão realizou-se no Parque Municipal Américo Renné Giannetti na região central de Belo Horizonte/MG e está localizado entre algumas das principais vias de acesso da região como a Avenida Afonso Pena e a Avenida dos Andradas. Possuindo diversas portarias e um fácil acesso. O Parque possui 182.000 m² e é dividido em três áreas, sendo elas a Área I, Área II e Área III. Cada área é subdividida em canteiros. Também possui três lagoas, o Teatro Francisco Nunes, uma área com brinquedos, parque de diversões e o Palácio das Artes. Além disso, o parque possui 280 tipos diferentes de árvores de diversos lugares do Brasil e do mundo, pois a arborização do parque foi feita através de transplantação de árvores de grande porte. Dessa forma, apresenta variadas espécies exóticas, nativas e árvores de grande porte.

Avaliando esse contexto, desenvolveu-se a presente pesquisa no intuito de avaliar a importância do Parque Municipal Américo Renné Giannetti para Belo Horizonte, os benefícios para a região central e a capacidade de absorção que ele representa através da flora. É importante ressaltar que o intuito deste trabalho é fomentar as práticas de conservação e reflorestamento para reduzir a intensificação do efeito estufa, sem prejudicar o desenvolvimento das atividades industriais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo a determinação da quantidade de carbono presente na biomassa arbórea do Parque Municipal Américo Renné Giannetti, em Belo Horizonte, MG. Utilizando a metodologia criada pela International Centre for Research in Agroforestry - ICRAF e EMBRAPA Florestas (documento 73).

2.2. Objetivos específicos

- 1) Quantificar a quantidade de árvores existentes no Parque Municipal Américo Renné Giannetti;
- 2) Comparar as áreas I,II e III do Parque Municipal Américo Renné Giannetti em relação ao estoque de carbono;
- 3) Mensurar a quantidade de carbono média por hectare;
- 4) Estimar o valor monetário da biomassa arbórea através do crédito de carbono na bolsa de valores.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1. Efeito estufa

O efeito estufa é o processo físico responsável pela manutenção da temperatura da Terra, sendo favorável para o equilíbrio da vida existente. Ele é provocado pela radiação solar refletida pela superfície da Terra em forma de ondas, que são retidas pelos gases de efeito estufa, o que proporciona a temperatura no planeta existente. Esses gases formam uma espécie de cobertura ao redor do globo terrestre, causando um aumento gradual da temperatura global. Por isso, o aquecimento global remete-se a intensificação do efeito estufa devido a maior concentração de gases e consequente cobertura terrestre a partir da Revolução Industrial (PEREIRA, 2010).

As espécies que hoje habitam o planeta, em suas interações com o meio ambiente, se adaptaram às faixas de temperaturas que ocorrem em seus ecossistemas, tendo condições de sobrevivência, reprodução e crescimento. Sem o efeito estufa a temperatura seria muito menor do que a que ocorre hoje em cada ponto da Terra e, fatalmente existiriam outras espécies se sobressaindo nos reinos animal e vegetal. Portanto, a presença de gases de efeito estufa na atmosfera não traz problema para as espécies hoje existentes. Sendo ele o responsável pela manutenção das espécies que sobressaem nos dias atuais (VIEIRA et. al.,2011).

O clima modificou-se ao longo de milhões de anos de existência da Terra em respostas a causas naturais. Entretanto, atualmente quando se remete a mudanças climáticas, fala-se em aquecimento global, que representa o aumento da temperatura média do ar próxima à superfície terrestre desde a metade do século passado (ROCHA, 2003).

A suposta causa do aquecimento global é atribuída às ações dos seres humanos emissoras de GEE, que fazem com que a concentração dos gases aumente, aumentando a cobertura ao redor do planeta. Dessa forma, as mudanças climáticas são remetidas à ação antrópicas desde a Revolução Industrial no século XVIII, momento em que a poluição do ar aumentou significativamente (ALTMANN, 2012).

Diante da preocupação mundial em relação à mudança do clima em termos de aquecimento global, surgiu o Protocolo de Quioto e durante a convenção do Protocolo, foram definidas metas para a redução da emissão de gases do efeito estufa (MACIEL, 2009).

3.2. Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto é um tratado internacional que surgiu com o intuito de fazer com que os países desenvolvidos, os responsabilizados como maiores emissores dos gases de efeito estufa, assumissem o compromisso de reduzir a emissão de GEE, aliviando os impactos causados pelo aquecimento global. Para o protocolo entrar em vigor, 55 países deveriam ratificá-lo. Após a assinatura do Protocolo, em 1999, os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) assumiram o compromisso de reduzir a emissão de GEE em 5,2%, em média, relativos ao ano de 1990 (FUJIHARA, 2005).

É importante destacar que a principal missão do referido acordo é estabelecer ações que visem a reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera. Os gases citados no acordo são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hexafluoreto de enxofre (HFCs) e perfluocarbonos (PFCs) (GOLDEMBERG, 2000).

O prazo estipulado para essa ação foi entre 2008 e 2012. Para que as economias desses países não fossem comprometidas, o protocolo estabeleceu que parte dessa redução pudesse ser feita através de negociações com outros países através de mecanismos de flexibilização. Os mecanismos de flexibilização estabelecidos foram Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Sendo negociados os créditos de carbono através da redução certificada de emissão ambiental dentro do Mercado de Crédito de Carbono. Os créditos de carbono são emitidos em forma de certificados aos projetos que, comprovadamente, reduzam a emissão de gases que causam o efeito estufa (FUJIHARA, 2005).

Esses mecanismos fazem parte de um sistema onde a quantidade de emissões que cada precisa reduzir é dividida em unidades. Sendo que cada unidade é igual a uma tonelada de carbono equivalente. Essas unidades contribuirão no cumprimento das metas do Protocolo, uma vez que as partes as ganharão a medida em que implantarem os mecanismos de flexibilização em outros países (CHANG, 2002).

Devido ao cenário atual, o mercado para créditos de carbono está em pleno crescimento e alguns países estão conseguindo a aprovação de projetos para a venda desse tipo de serviço. Esse mercado representa uma alternativa de renda para o setor, podendo se estender até os pequenos produtores, por meio de associações (WATZLAWICK et al., 2014).

3.2.1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é o único mecanismo que permite a participação de países em desenvolvimento, prevendo a redução das emissões através de certificações. Uma vez conquistada a certificação, quem promove a redução da emissão de gases poluentes tem direito a créditos de carbono e pode comercializá-los com os países que têm metas a cumprir (CHANG, 2002).

É sabido que o ecossistema não tem fronteira. Portanto, do ponto de vista ambiental, o que importa é que haja uma redução de gases de efeito estufa de maneira global. Sabe-se que a redução de emissões do GEE é medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente. Cada tonelada de CO₂ reduzida ou removida da atmosfera corresponde a uma unidade emitida pelo Conselho Executivo do MDL, denominada de Redução Certificada de Emissão (RCE) (FUJIHARA, 2005).

O Brasil tem grande potencial para receber esses projetos, tendo em vista o patrimônio florestal. Investimentos em projetos de sequestro de carbono nessas áreas seria uma forma de equalizar os danos econômicos suportados pelos proprietários rurais, além de representar uma alternativa de reverter o quadro de desmatamento e queimada de áreas destinadas à reserva legal. Promovendo uma verdadeira aliança entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental (CHANG, 2002).

Nesse mecanismo são avaliados critérios como contribuição para a sustentabilidade ambiental local, ou seja, a contribuição para o desenvolvimento de condições de trabalho e criação de emprego, a distribuição de renda, a capacitação e o desenvolvimento tecnológico, a integração regional e para as relações setoriais. Além da redução da emissão de carbono na atmosfera (FIALHO, 2008).

3.3. Sequestro de carbono

As primeiras ideias sobre o sequestro de carbono, como um instrumento de compensação e de retenção do lançamento de CO₂ na atmosfera, surgiram no início dos anos 90. Mas foi em 1997, após o surgimento do Protocolo de Quioto que esse instrumento manifestou para os países do tratado (COTTA, 2008).

Diante da polêmica mundial em relação ao aumento da concentração dos GEE, a quantificação do estoque de carbono em florestas tem recebido mais atenção, tanto pela

possibilidade dessas áreas emitirem CO₂ quanto pelo potencial de servirem como reservatórios de carbono e/ou sumidouros desse gás (VIEIRA et al., 2011).

Os ecossistemas florestais contêm cerca de 90% da biomassa terrestre e cobrem aproximadamente 40% de sua superfície, apresentando elevada taxa de fixação de carbono, quando comparados com outras formações vegetais. Além do compartimento vivo, o compartimento morto pode também ser considerado, com a mensuração da massa de matéria seca da camada de serapilheira disposta sobre a superfície do solo florestal (TIEPOLO, 2002).

Portanto, é possível inferir que as florestas são importantes para o equilíbrio do estoque de carbono global, pois armazenam em suas árvores e no solo mais carbono do que o existente na atmosfera. Se as florestas forem cortadas, a maior parte do carbono estocado será liberado para a atmosfera rapidamente, por meio de queimadas, ou mais lentamente, via decomposição (HOPKINS, 2012).

Devido à atividade dos organismos decompositores o carbono estocado sob a forma de matéria orgânica no solo é liberado para a atmosfera, o que potencializa o aquecimento global (HOPKINS, 2012). Dessa forma, demonstra-se a fragilidade do desmatamento e a necessidade de se restaurarem áreas desflorestadas, com a finalidade de aumentar o sequestro e estoque de carbono. Além disso, a restauração de áreas desflorestadas também contribui para a conservação da biodiversidade (JOLY, 2014).

O processo de fotossíntese é o que permite que os ecossistemas florestais atuem como a principal fonte de absorção do carbono atmosférico. Sendo assim, o desflorestamento pode ser considerado uma das principais causas do aumento das concentrações de gás carbônico na atmosfera, refletido no incremento de aproximadamente 2 °C na temperatura da América do Sul entre os anos de 2010 e 2040 (REBOITA et al., 2014).

Diferentes tipos de florestas armazenam quantidades diferenciadas de carbono em sua biomassa, e locais diferentes dentro do mesmo tipo de floresta também tem uma variação da quantidade de biomassa. Diversos fatores podem influenciar na capacidade de estoque de carbono na biomassa aérea e radicular de ecossistemas florestais, como a idade e a composição de espécies. Essas variações podem ser atribuídas às características inerentes da planta, aos fatores ambientais, como às condições edafoclimáticas (SOARES, 2005)

Existem modelos matemáticos criados a partir de inventários florestais, capazes de quantificar o estoque de carbono. Os dados para a avaliação do estoque de carbono refere-se

á biomassa das árvores em seus diversos componentes que variam de acordo com a idade e com a composição das espécies (SOARES , 2005).

3.4. Parques e o sequestro de carbono

Parques ecológicos são caracterizados como unidades de conservação. É sabido que uma Unidades de Conservação é caracterizada por possuir espaços territoriais e recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Sabe-se que as Unidades de Conservação se dividem em dois grupos: Unidades de Conservação Integral e Unidades de Conservação de Uso Sustentável. Unidades de Conservação Integral são voltadas à preservação da natureza, admitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais. Já as Unidades de Conservação de Uso Sustentável permitem o uso sustentável de parcela dos recursos naturais (NUCCI, 2001).

No caso de Parques Ecológicos, eles são caracterizados por Unidades de Conservação Integral, admitindo apenas o uso indireto dos recursos naturais. Dessa forma, os parques são caracterizados como um tipo de área verde urbana, pois apresentam predomínio de vegetação (independente do porte) que integram o ambiente construído das cidades, além de possuírem outras características naturais. Esses recursos não podem sofrer nenhum tipo de manejo por indivíduos que frequentam. O manejo é feito pelo corpo administrativo do parque (NUCCI, 2001).

O processo de ocupação antrópica representa um impacto considerável em termos de disponibilidade dos recursos naturais. Um dos principais resultados da interação homem-meio ambiente é por meio do processo de urbanização, o qual produz impactos negativos ao meio ambiente, principalmente em função de fatores como a geração de poluição, modificação das propriedades químicas e físicas da atmosfera, assim como da cobertura da superfície do solo, o que, conseqüentemente, está ligado à remoção da vegetação (FIALHO,2008).

Associa-se a presença de árvores à purificação do ar. Nessa concepção, árvores e parques tornam o ar da cidade melhor e proporciona algumas funções ecossistêmicas. Os Parques Ecológicos possuem nas cidades diferentes funções, sendo as principais: ecológica, estética e lazer. De modo geral, uma função ecossistêmica gera um determinado serviço ecossistêmico quando os processos naturais desencadeiam benefícios diretamente ou

indiretamente utilizados pelo ser humano. Dessa forma, uma função passa a ser considerado um serviço ecossistêmico quando ela apresenta possibilidade/potencial de ser utilizada para fins humanos. (ANDRADE; ROMEIRO, 2009).

Dentre os serviços ecossistêmicos pode-se citar a provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo e de informação. Em parques urbanos e demais áreas verdes na cidade destaca-se a função ecossistêmica de regulação e de informação. Sobre os serviços de regulação, ressalta-se a função dos parques por atingir o conforto ambiental nas cidades. (MACHADO et al, 2014).

As áreas verdes oferecem a população uma possibilidade de lazer com práticas de atividade físicas e o desenvolvimento de atividades educativas a partir de programas de educação ambiental. Além disso, oferece o embelezamento da cidade através da vegetação e da diversificação da paisagem. Mas ressalta-se a melhoria do clima, na qualidade do ar, água e solo, através da vegetação, do solo não impermeabilizado e de uma fauna mais diversificada nessas áreas (VIEIRA et al., 2011).

O uso destas áreas depende de vários fatores sociais, ambientais e características individuais dos seus usuários como idade, condições socioeconômicas, gênero, escolaridade. Outras características que podem influenciar na utilização da comunidade dos parques urbanos são as ofertas de atividades programadas, facilidade de acesso e proximidade de casa, tamanho do parque, potencial de ambiente não poluído, disponibilidade de recursos e equipamentos, existência de espaços verdes ou naturais, estética, e manutenção destacam-se como sendo capazes de promover o uso do parque e de atividade física (VIEIRA et al., 2011).

Neste sentido, os parques devem ser implantados e planejados de acordo com o perfil e as necessidades da comunidade, além de serem estabelecidas políticas eficientes de conservação ambiental dessas áreas, já que a beleza da paisagem é atribuída pela presença de suas condições naturais (vegetação, lagos, relevo, etc), as quais podem também promover bem-estar psicológico e saúde mental do visitante (VIEIRA et al., 2011).

Na cidade de Belo Horizonte, existem setenta e seis parques ecológicos, alguns desses parques ainda não estão implantados e não contemplam estudos sobre a fauna e flora existente. Além disso, existem aqueles que não permitem a visitação e estão em fase de reflorestamento (PMBH,2019).

3.4.1. Parque Municipal Américo Renné Giannetti

O Parque Municipal Américo Renné Giannetti é o patrimônio ambiental mais antigo de Belo Horizonte projetado no final do século XIX, nascendo no mesmo ano em que a cidade se tornava capital de Minas Gerais, em substituição a Ouro Preto. A reserva foi construída no espaço onde abrigava a Chácara de Guilherme Vaz de Mello, conhecida como Chácara do Sapo, onde residia o engenheiro Aarão Reis, responsável pelo projeto urbano da capital mineira. O parque possuía, originalmente, uma área de aproximadamente 600 mil metros quadrados, mas a partir de 1905, iniciou-se um processo de perda de espaços para construções diversas para diversas construções como a Faculdade de Medicina da UFMG, o Centro de Saúde do Estado, Moradia Estudantil Borges da Costa, Teatro Francisco Nunes, Colégio Imaco, Palácio das Artes, entre outros (PMBH, 2019).

O projeto é do arquiteto-paisagista francês Paul Villon, responsável também pelo jardim da Praça da Liberdade em Belo Horizonte, se inspirou no chamado paisagismo romântico, de influência inglesa, que adota a harmonia do projeto arquitetônico com a natureza do local. Para criar a flora do Parque Municipal, Villon usou da criatividade com predomínio das formas geométricas nos desenhos (MACIEL, 2009).

Em 1924, o governador do estado Olegário Maciel, se mudou para uma casa no parque. Antes vice, ele assumiu o Estado após a morte de Raul Soares e recusou ficar no Palácio da Liberdade (MACIEL, 2009).

O Parque Municipal Américo Renné Giannetti era frequentado pela alta sociedade de Belo Horizonte nos anos iniciais, sendo comum ver senhores e senhoras utilizando vestimentas da alta sociedade da época, circulando pelas alamedas e jardins. Também foi frequentado na década de 1920, pelo grupo modernista mineiro, formado pelos poetas Carlos Drummond de Andrade, Emílio Moura e Pedro Nava. Já na década de 40, o pintor Alberto da Veiga Guignard formou importantes nomes das artes plásticas de Minas Gerais, com as suas aulas ao ar livre (MACEDO;SAKATA, 2002).

Na década de 50, o prefeito de Belo Horizonte Américo Renné Giannetti, realizou a primeira grande obra de reforma do parque com tratamento da água, recuperação dos jardins, asfaltamento das alamedas. Nessa época, o local recebe o nome de Parque Municipal Américo Renné Giannetti, em homenagem ao prefeito, que falece em 1954 (CVRD, 1992).

Em 1992, o parque passou segunda obra, sendo caracterizada pela maior reforma de sua história, por iniciativa da prefeitura e da Companhia Vale do Rio Doce. O projeto da reforma possibilitou que os jardins históricos voltassem à concepção paisagística original.

Foram plantados 40 mil metros quadrados de grama, 700 espécies da Mata Atlântica e 200 mil mudas de plantas ornamentais. Implantou-se um sistema de irrigação, repavimentou-se as alamedas, foram feitas as instalações de novos portões de entrada e aparelhos de ginástica, além da construção de uma pista de caminhada com aproximadamente dois mil metros (CVRD, 1992).

O parque hoje possui uma área de 182 hectares de extensa vegetação. Além disso, possui três lagoas, sendo elas a Lagoa dos Barcos, Lagoa dos Marrecos e a Lagoa do Quiosque. Abriga também o Teatro Francisco Nunes, Orquidário, um pequeno parque de diversões, área dos brinquedos e a parte dos fundos do Palácio das Artes. Ele possui alguns monumentos que fazem parte da sua história e da cidade de Belo Horizonte. O espaço conta com área verde preservada, lagoas e vários locais para atividades de lazer, descanso, esporte e cultura. Cerca de 500 mil pessoas frequentam e passam pelo espaço, mensalmente (PMBH, 2019).

Possui um ecossistema com árvores centenárias e ampla diversidade de espécies, pois o plantio de árvores foi feito a partir do transplante de mudas de diversos locais do país e do mundo, sendo cerca de 280 espécies de árvores exóticas e nativas. Possui nascente que abastecem as três lagoas. O espaço também abriga mais de 100 espécies de aves entre beme-te-vis, sabiás, garças, periquitos, pica-paus, sanhaços, saíras e outros animais, como gambás e micos (SIMÃO, 2012).

A Figura 1 representa a vista do Parque Municipal e do centro de Belo Horizonte.

Figura 1- Vista parcial do Parque Municipal Américo Renné Giannetti e o centro de Belo Horizonte.



Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2019.

O parque está localizado entre as vias de acesso Avenida Afonso Pena, Rua da Bahia, Avenida Assis Chateaubriant, Avenida dos Andradas, Alameda Ezequiel Dias e Avenida Carandaí. É importante ressaltar o intenso tráfego de pessoas e veículos nessa região. Além disso, a Alameda Ezequiel Dias é composta por hospitais e centros médicos.

A Figura 2 representa o mapa do Parque Municipal Américo Renné Giannetti e suas portarias.

A Figura 3 descreve o mapa parcial do município de Belo Horizonte e a localização do parque.

Figura 3 – Mapa de Belo Horizonte.



Fonte: Google Mapas, 2019.

O Parque Municipal Américo Renné Giannetti está localizado na região central de Belo Horizonte, na proximidade da região hospitalar conforme é possível verificar a partir da Figura 3. Nesta Figura destaca-se o Hospital das Clínicas da UFMG, o IPSEMG Hospital Governador Israel Pinheiro, Hospital João XXIII, Hospital São Lucas, Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte, Maternidade Octaviano Neves e Oculare Hospital de Oftalmologia.

A Figura 4 descreve uma vista aérea do parque, sendo localizado a $19^{\circ}55'38''$ S e $43^{\circ}56'12''$ W, segundo as linhas de latitude e longitude, respectivamente.

Figura 4 – Vista aérea do Parque Municipal Renné Giannetti.



Fonte: Google Earth, 2018.

4.1.1. Aspectos ambientais e climatológicos

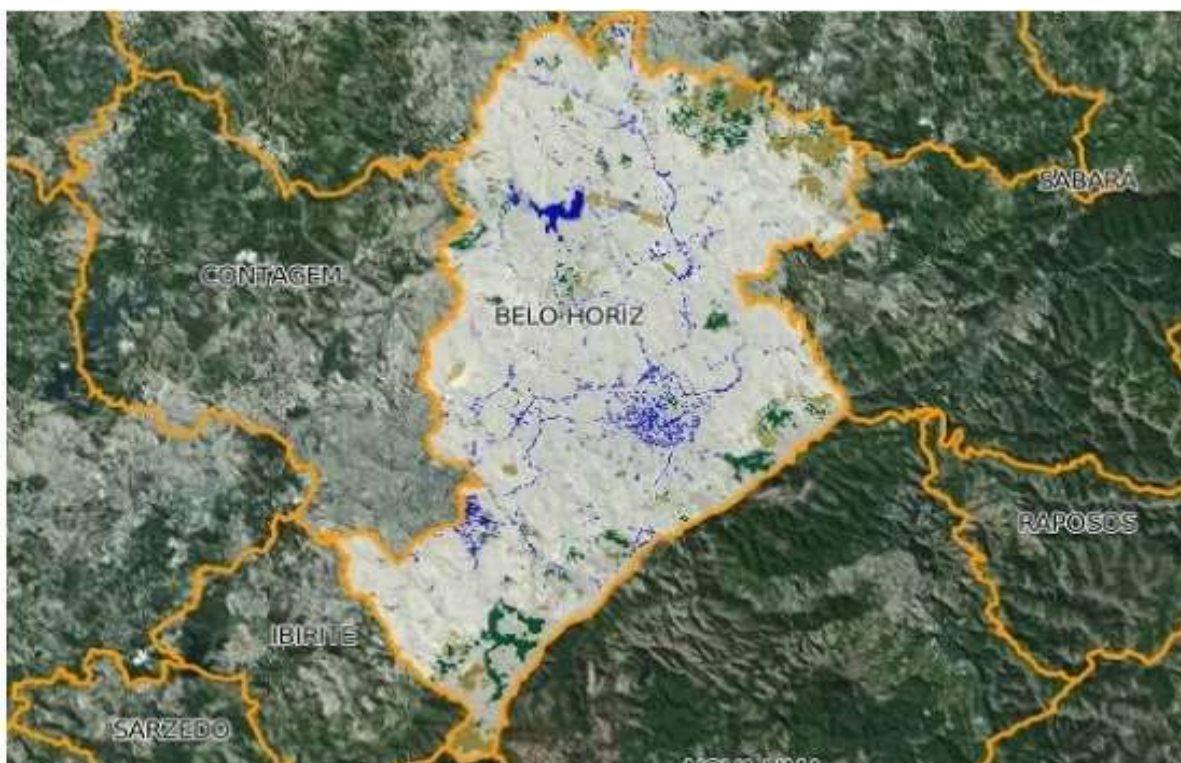
A cidade de Belo Horizonte está localizada na zona tropical, em uma altitude de 850 metros acima do nível do mar, o clima característico é o tropical de altitude. Este tipo de clima é caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos e suaves. O bioma da Mata Atlântica é o mais frequente, mas também possui representantes de floresta tropical, cerrado, campos de altitude e campos rupestre (PMBH, 2019).

De acordo com as Normais Climatológicas do período de 1981 a 2010, a cidade apresenta uma temperatura média anual de 21,8°C, sendo no verão registrado 27,2°C como valor médio das temperaturas máximas e no inverno 17,8°C como valor médio para temperaturas mínimas. Além disso, a cidade apresenta precipitação total anual de 1602,6 mm, sendo os meses de novembro a janeiro (verão) os mais chuvosos. Já a média anual da umidade relativa do ar é de 67,2% (INMET, 2010).

4.1.1.1. Bioma de Belo Horizonte

Hoje, Belo Horizonte é a cidade caracterizada por ter menos área verde urbana entre as dez maiores capitais do Brasil, sendo elas São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Salvador, Fortaleza, Manaus, Curitiba, Recife e Porto Alegre. A capital de Minas Gerais possui 3,9% de área coberta por florestas, o que representa 1316 hectares da cobertura vegetal florestal. A Figura 5 representa a imagem via satélite da região metropolitana de Belo Horizonte.

Figura 5 - Mapa da região metropolitana de Belo Horizonte.



Fonte: Google Maps, 2019.

A partir da Figura 5 é possível destacar que as pequenas manchas verdes representam área com floresta, já a parcela azul representa os trechos de água. Em relação às demais cidades na região metropolitana de Belo Horizonte como Contagem, Ibirité, Sarzedo, Nova Lima, Raposos, Sabará, a capital mineira é a cidade que possui a menor proporção em termos de vegetação nativa.

O Parque Municipal Américo Renné Giannetti, apresenta uma flora diversificada, com mais de 350 espécies de diversas regiões do território nacional, exóticas e introduzidas durante sua implantação. Ressalta-se que, na década de 80 foram plantadas cerca de 2.200

árvores. Quando o parque foi revitalizado, foram introduzidas mais 700 de exemplares da Mata Atlântica. Figuram dentre elas acácias, saboeiras, jambosas, malváceas, cinamomos, magnólias, canfoeiras, terminálias, paineiras, saponárias, pau mulato, pau-brasil, castanheiras, figueiras, espatódeas, coqueiros macaúba e palmeiras, dentre outras (COMPANHIA VALE DO RIO DOCE, 1992; MACIEL, 2009).

Destaca-se que o parque foi criado em 1897, portanto durante a implantação do parque houve a revitalização e o transplante de diversas mudas para o PMARG. Dessa forma, a idade média das árvores é centenária.

De acordo com as espécies que foram transplantadas, pode-se dizer que o parque possui muitas árvores de grande porte, exóticas e nativas. A figura 6 representa uma espécie encontrada no parque.

Figura 6 - Espécie *Syzygium cumini* encontrada no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.



Fonte: Joseane Alves Vieira, 2018.

4.1.2 Distribuição espacial do parque

O parque é subdividido em três áreas, sendo elas a Área I, Área II e Área III. As medições foram realizadas em todos os canteiros e em todas as árvores. A tabela 1 descreve

a quantidade de canteiros e de árvores com altura superior a 1,30 m e circunferência superior a 10 cm, presentes em cada Área, sendo elas bifurcadas ou não.

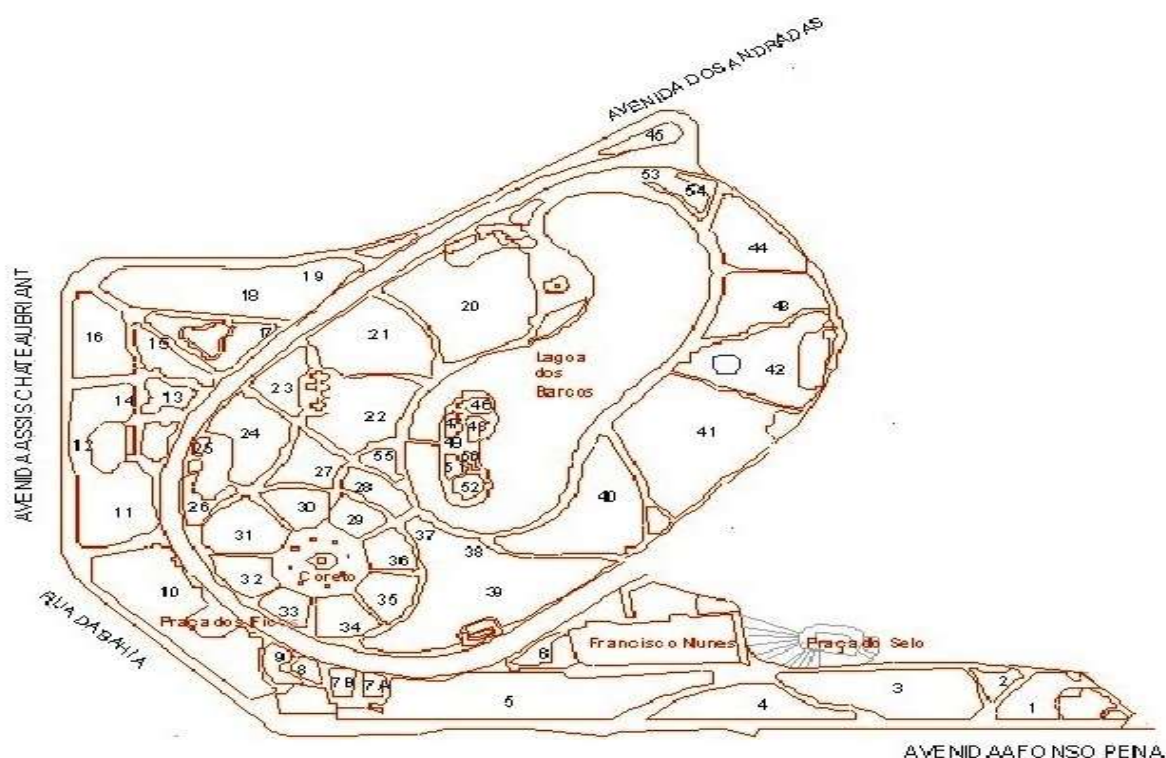
Tabela 1 – Quantidade de canteiros e árvores presente em cada área do Parque Municipal Américo Renné Giannetti.

Área	Canteiros	Quantidade de árvores	Quantidade de árvores bifurcadas
I	55	1.688	136
II	32	1.449	200
III	48	1.634	238

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A Figura 7 está representando o mapa da Área I e suas subdivisões em canteiros de 1 a 55.

Figura 7 - Mapa da Área I e suas subdivisões em canteiros de 1 a 55.

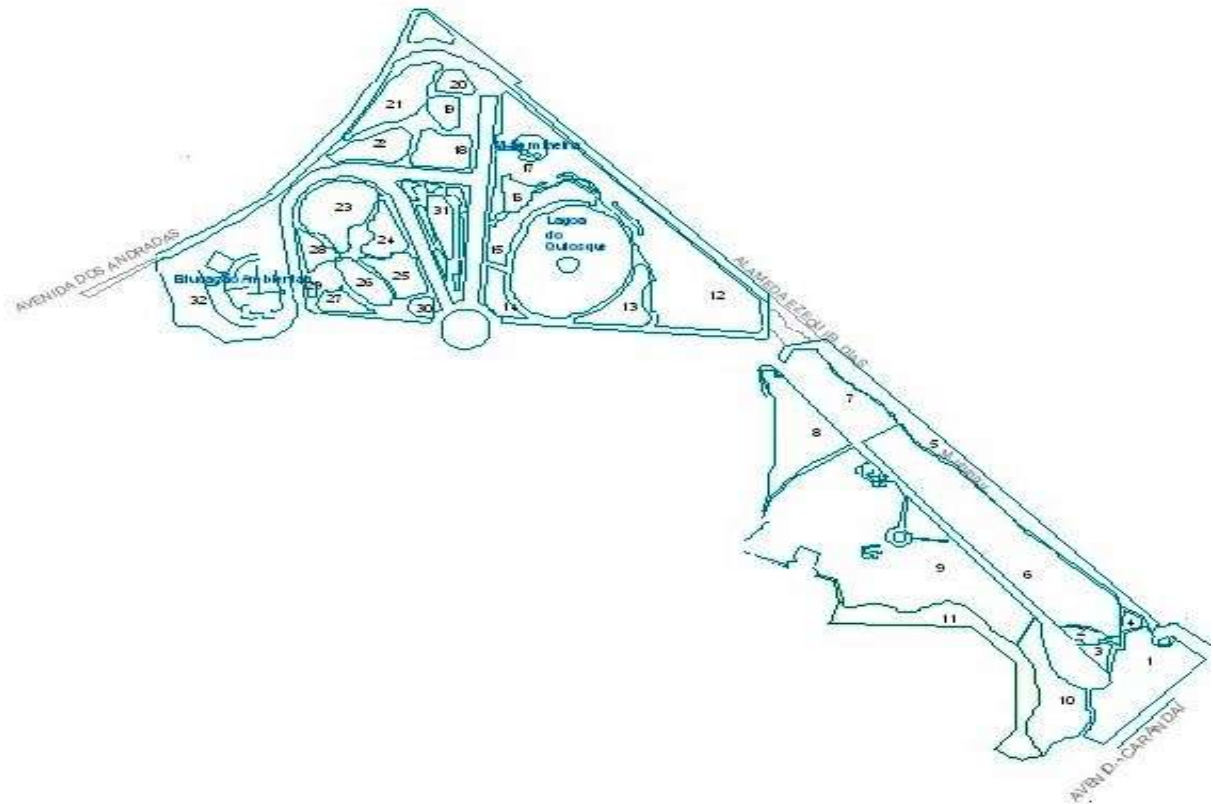


Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2006.

A Rua da Bahia, Avenida Assis Chateaubriant, Avenida Afonso Pena e Avenida dos Andradas, circunda a Área I do Parque Municipal. Nessa área tem-se a presença do Teatro Francisco Nunes, o coreto, Lagoa dos Barcos e a ilha dos amores.

A Figura 8 está representando o mapa da Área II e suas subdivisões em canteiros de 1 a 32.

Figura 8 - Mapa da Área II e suas subdivisões em canteiros de 1 a 32.

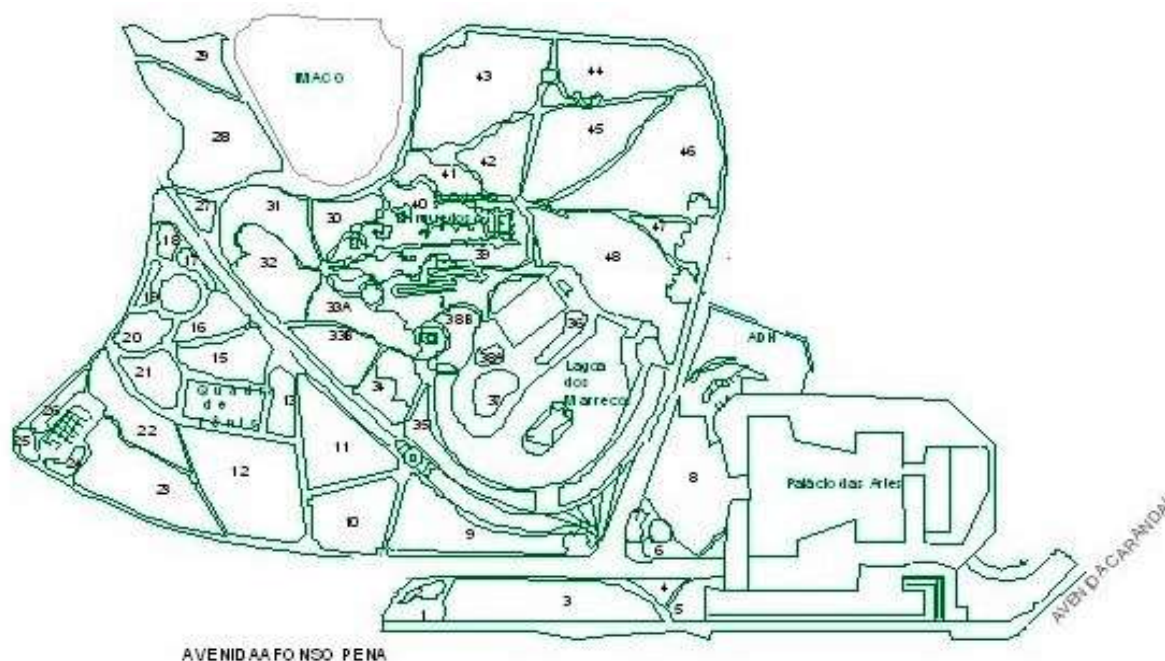


Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2006.

Já a Área II do parque é circundada pela Avenida dos Andradas, Alameda Ezequiel Dias e Avenida Carandaí. Nessa área tem-se a Lagoa dos Quiosques, a praça Mãe Mineira e educação ambiental.

A Figura 9 está representando o mapa da Área III e suas subdivisões em canteiros de 1 a 48.

Figura 9 - Mapa da Área III e suas subdivisões em canteiros de 1 a 48.



Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, 2006.

A Área III está situada entre a Avenida Afonso Pena e Avenida Carandaí. Essa área possui o Palácio das Artes, Lagoa dos Marrecos, quadra de tênis, área de um pequeno parque de diversões e brinquedos, além do espaço para o Imaco. É a região do parque que possui maior fluxo de pessoas e crianças, devido à concentração de atrações.

4.2. Metodologia do cálculo

A base metodológica para quantificar e mensurar o estoque de carbono presente na biomassa arbórea foi criada pela International Centre for Research in Agroforestry - ICRAF e EMBRAPA Florestas, descrito no documento 73 (AREVALO, 2002).

Para quantificar o estoque de carbono presente em uma área pré-determinada, através desta metodologia, é necessário medir o diâmetro de cada árvore na altura do peito, marcando-se ao acaso 5 parcelas de 4 x 25 metros. Mede-se todas as árvores com 2,5 cm até 30,0 cm de diâmetro altura do peito (DAP), com auxílio de uma fita métrica, incluindo árvores vivas e mortas. Caso dentro dessa parcela exista árvores com o DAP maior que 30,0 cm é necessário marcar-se uma nova parcela de 5 x 100 m, superposta a área de escolha (AREVALO, 2002).

Estimou-se o carbono no Parque Municipal Américo Renné Giannetti por meio da metodologia e as fórmulas do documento 73 da EMBRAPA. Levaram-se em consideração todas as árvores vivas e mortas, sendo medidas apenas as árvores em pé, em toda a extensão do parque. Desta forma não foi feita a amostragem e escolha das áreas ao acaso, descritas na metodologia. Assim, todas as árvores com altura superior a 1,30 metros e circunferência maior que 10 cm foram medidas.

Realizaram-se medições do DAP com auxílio de uma fita métrica e giz branco para marcação das árvores medidas. Além disso, utilizou-se o mapa para identificação dos canteiros e das áreas medidas.

Após a medição da circunferência de todas as árvores em seus respectivos canteiros e áreas, os valores foram aplicados em uma planilha do Excel, para a transformação da circunferência em diâmetro (DAP), utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Diâmetro}(DAP) = \left(\frac{\text{Circ.}}{2\pi}\right) \times 2 \quad \text{Equação 1}$$

Onde: Circ. é equivalente à circunferência das árvores medidas.

π é constante e considerada 3,14.

A circunferência foi medida em centímetros, portanto a transformação em diâmetro também.

Para as árvores com bifurcações abaixo do DAP, o diâmetro geral da árvore é calculado considerando o diâmetro das ramas individuais, conforme equação abaixo (AREVALO, 2002).

$$\sqrt{d_1 + d_2 + d_n} \quad \text{Equação 2}$$

Onde: d_1 é equivalente ao diâmetro de um tronco da árvore;

d_2 é equivalente a outro tronco da árvore;

d_n é equivalente ao n-ésimo tronco da árvore.

Depois do diâmetro calculado, realizou-se o cálculo da biomassa de cada uma das árvores vivas e mortas em pé, utilizando a seguinte equação (AREVALO 2002, CEIJAS, 1999) :

$$BA = 0,1184DAP^{2,53}$$

Equação 3

Onde: BA = Biomassa de árvores vivas e mortas em pé (kg de carbono)

0,1184 = Constante

DAP = Diâmetro na Altura do Peito (cm)

2,53 = Constante

Essas constantes levam em consideração a altura das árvores desde o nível do solo até o ápice da planta, a biomassa de cada um de seus componentes (tronco, folhas e ramos), o diâmetro e comprimento de cada tronco principal assim como dos secundários e em alguns casos os terciários (AREVALO , 2002).

Desta forma, não é necessário medir a altura da árvore, visto que a partir da constante é considerado esses valores.

Os valores da biomassa arbórea foram calculados a partir do Excel para todas as árvores, em cada canteiro e respectiva área. Após esse cálculo, fez-se a biomassa arbórea total para cada canteiro em cada área, que é dado pelo somatório das biomassas arbóreas individuais. Dessa mesma forma, fez-se a biomassa para as áreas, por meio do somatório das biomassas dos canteiros. E, depois a biomassa total do Parque Municipal Américo Renné Giannetti, a partir do somatório da biomassa das três áreas.

A biomassa total seca multiplicada por um fator de correção de proporção de carbono (0,45), visto que a biomassa deve ser considerada apenas a medida dos sólidos contidos nas árvores, portanto o fator de correção determina o conteúdo de carbono acima do solo sem a presença de água:

$$CC = BT * 0,45$$

Equação 4

Onde: CC = conteúdo de carbono na biomassa total;

BT = biomassa total com base na matéria seca;

0,45 = constante (proporção de carbono, assumido por convenção).

Dessa forma, pode-se inferir que o teor de carbono é diretamente proporcional a quantidade de biomassa vegetal total. Visto que o percentual de carbono representa apenas uma parte da biomassa vegetal.

5. RESULTADOS

A Tabela 2 representa a circunferência coletada no canteiro 1 da Área I para todas as árvores com altura superior a 1,30 m e circunferência maior que 10 cm. A partir da circunferência mensurada é possível calcular o DAP a partir da Equação 1 para árvores que possuem um tronco na altura do peito e utiliza-se a Equação 2 para árvores que possuem mais de um tronco na altura do peito. Já o cálculo da biomassa de cada árvore é feito a partir da Equação 3.

Tabela 2 - Biomassa total por árvore da Área I e canteiro 1.

NI	Circunferência (cm)	DAP (cm)	BA (kg/árvore)
1	191	60,83	3864,86
2	130	41,40	1460,15
3	181	57,64	3373,23
4	560	178,34	58753,72
5	99	31,53	732,95
6	13/11/11/25/28	9,38	34,13
7	713	227,07	108252,07
8	14	4,46	5,19
9	81	25,79	441,15
10	60	19,11	206,46
11	11	3,50	2,82
12	11	3,50	2,82
13	13	4,14	4,31
14	956	304,46	227341,21
15	86	27,39	513,33
16	289	92,04	11020,24
17	50	15,92	130,17
18	60	19,11	206,46
19	103	32,80	810,21
20	257	81,85	8189,37
21	39	12,42	69,42
22	41	13,06	78,79

23	46	14,65	105,41
24	105	33,44	850,61
25	37	11,78	60,77
26	11	3,50	2,82
27	33	10,51	45,49
28	66	21,02	262,76
29	108	34,39	913,44
30	81	25,79	441,15
31	51	16,24	136,86
32	42	13,38	83,74
33	22	7,01	16,31
34	130	41,40	1460,15
35	38	12,10	65,01
36	42	13,38	83,74
37	187	59,55	3663,35
38	35	11,15	52,79
39	120	38,22	1192,47
40	83	26,43	469,23
41	103	32,80	810,21
42	35	11,15	52,79
43	15	4,78	6,19
44	85	27,07	498,37
45	1230	391,72	430110,08
46	165	52,55	2669,03
47	88	28,03	544,08
48	112	35,67	1001,48
49	233	74,20	6390,43
50	25	7,96	22,54
51	225	71,66	5849,81
52	82	26,11	455,06
53	138	43,95	1698,29
54	12/10/18/17/19/18/19/20/21	12,41	69,27
55	83	26,43	469,23

56	44	14,01	94,20
57	74	23,57	350,97
58	52	16,56	143,75
59	23	7,32	18,25
60	56	17,83	173,39
61	44	14,01	94,20
62	17	5,41	8,49
63	53	16,88	150,85
64	93	29,62	625,72
65	26	8,28	24,89
66	103	32,80	810,21
67	81	25,79	441,15
68	69	21,97	294,04
69	95	30,25	660,33
70	42	13,38	83,74
71	75	23,89	363,09
72	59	18,79	197,87
73	65	20,70	252,81
74	98	31,21	714,37
75	75	23,89	363,09
76	70	22,29	304,94
77	72	22,93	327,47
78	14	4,46	5,19
79	10	3,18	2,22
80	58	18,47	189,49
81	76	24,20	375,47
82	95	30,25	660,33
83	43	13,69	88,88
84	86	27,39	513,33
85	56	17,83	173,39
86	87	27,71	528,57
87	76	24,20	375,47

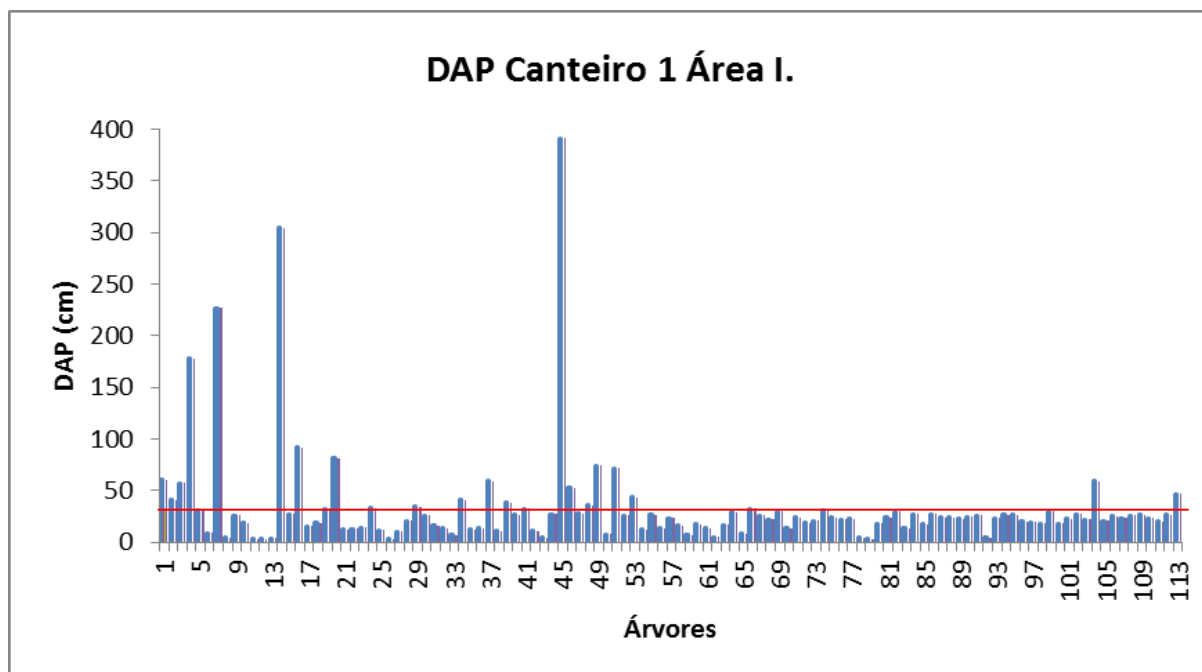
88	75	23,89	363,09
89	72	22,93	327,47
90	78	24,84	400,98
91	81	25,79	441,15
92	14	4,46	5,19
93	74	23,57	350,97
94	84	26,75	483,67
95	84	26,75	483,67
96	63	20,06	233,59
97	61	19,43	215,28
98	58	18,47	189,49
99	95	30,25	660,33
100	57	18,15	181,34
101	71	22,61	316,08
102	87	27,71	528,57
103	69	21,97	294,04
104	187	59,55	3663,35
105	65	20,70	252,81
106	79	25,16	414,11
107	73	23,25	339,09
108	81	25,79	441,15
109	84	26,75	483,67
110	73	23,25	339,09
111	64	20,38	243,08
112	84	26,75	483,67
113	148	47,13	2027,13

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

Através da Tabela 2 conclui-se que o DAP médio das árvores medidas no canteiro 1 da Área I é de 33,59 cm, enquanto a árvore de valor extremo de DAP é de 391,72 cm e o menor possui 3,18 cm, ou seja, circunferência média de 1,05 m, circunferência extrema de 1230 cm e 10 cm para a menor circunferência, aproximadamente, calculados a partir da Equação 1. Portanto, é possível observar a diversidade existente dentro de um mesmo

canteiro em uma determinada área. A Figura 10 representa os diâmetros encontrados através da medição da circunferência para todas as árvores do canteiro.

Figura 10 - Diâmetro altura do peito para cada árvore do canteiro 1 e Área I.

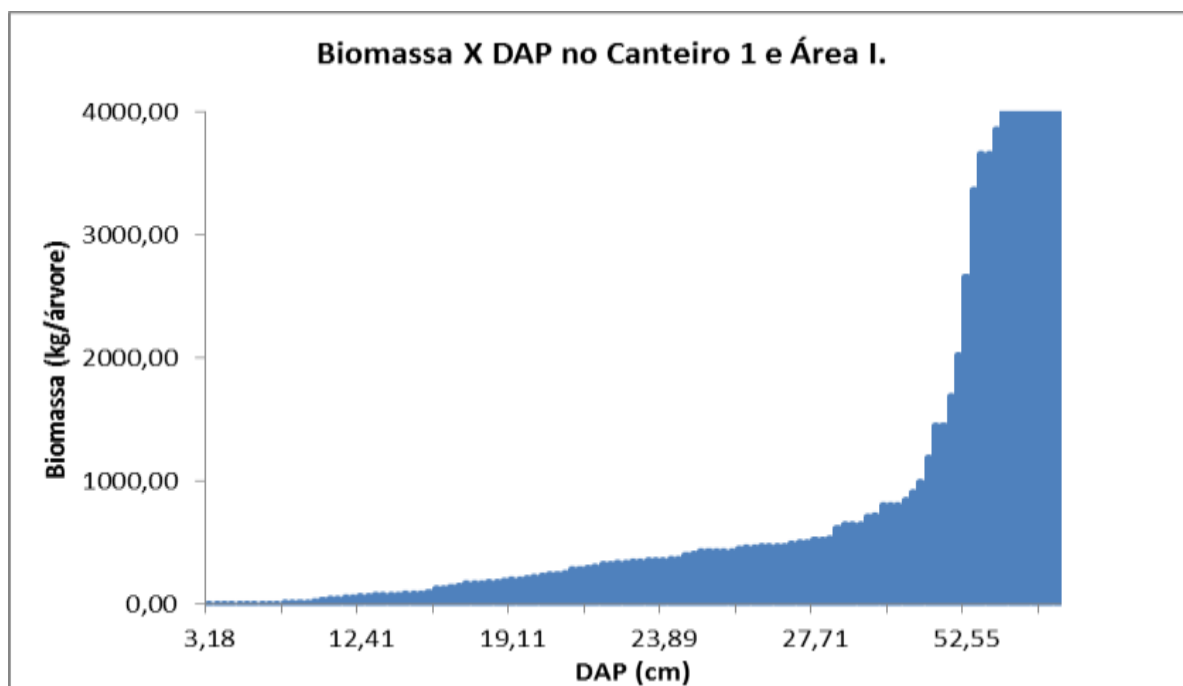


Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

Através da Figura 10, percebe-se que esse canteiro possui algumas árvores que se destacam em relação ao DAP do total de 113 árvores. Sendo as árvores que mais se destacam as numeradas como 4, 7, 14 e 45, apresentando um DAP de 178,34 cm, 227,07 cm, 304,46 cm e 391,72 cm, respectivamente. As demais árvores apresentam um comportamento médio representado a pela linha vermelha na Figura 10, quando comparada as árvores que se destacam.

A biomassa total é dada pelo somatório de todas as biomassas calculadas para cada árvore. Portanto, tem-se que a biomassa desta área é de 909.618,41 kg o equivalente a 409.328,28 kg de carbono, ou seja, 409,33 toneladas de carbono. A transformação de biomassa para carbono é feita a partir da Equação 4. A média da biomassa média das árvores é de 860,15 kg, ou seja, 387,07 kg de carbono, enquanto o menor valor de carbono encontrado é de 0,99 kg de carbono e o maior encontrado é de 193.549,55 kg de carbono. A Figura 11 representa os valores encontrados de biomassa a partir da medição da circunferência.

Figura 11 - Biomassa de cada árvore a partir do DAP das árvores do canteiro 1 e Área I.

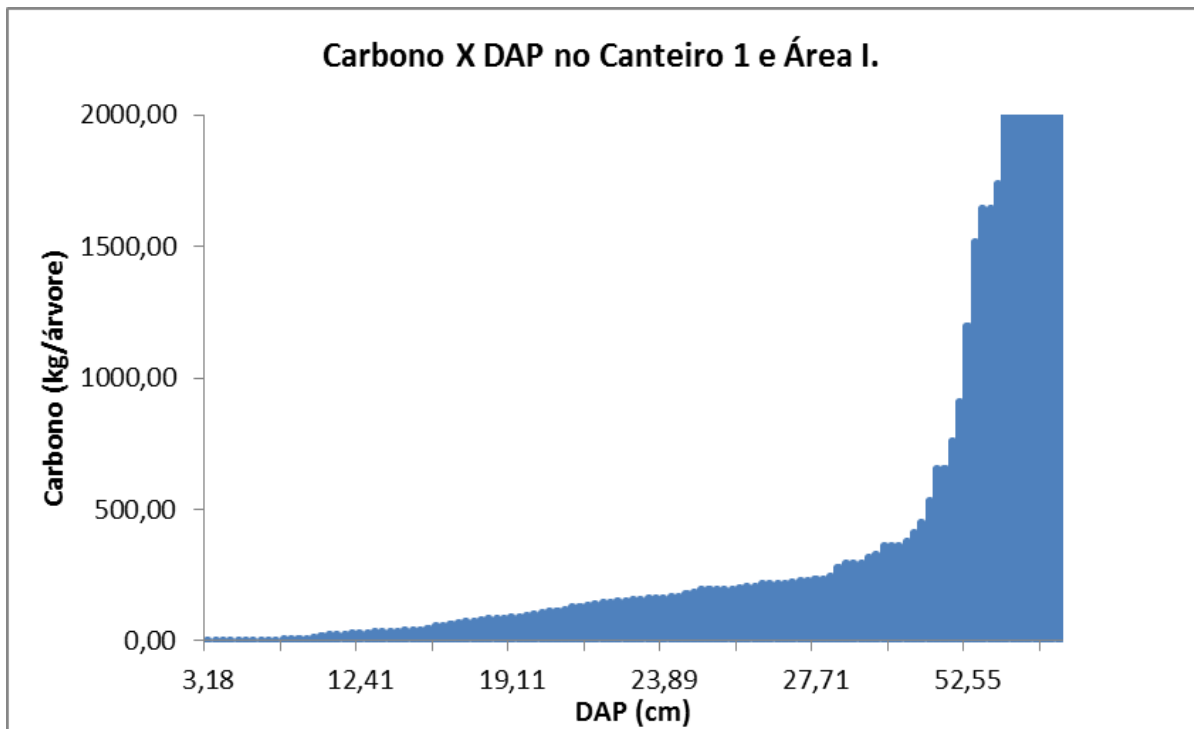


Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

Através da Figura 11 percebe-se o esperado. A biomassa varia de acordo com o diâmetro. Quanto maior o diâmetro, maior será a biomassa. Dessa forma, os quatro maiores valores de biomassa, destacam-se para os quatro maiores valores do DAP. Portanto, pode-se inferir que o estoque de carbono varia de acordo com a espécie e idade. Além disso, as variações também podem ser atribuídas aos fatores ambientais, como às condições edafoclimáticas e as práticas de manejo adotadas. Para as demais áreas e canteiros, os resultados seguiram a mesma linha.

A Figura 12 representa a quantidade de carbono estocada para cada árvore, calculada a partir da equação 4.

Figura 12 - Quantidade de carbono mensurada por árvore.



Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A Figura 12 apresenta o mesmo comportamento da Figura 10, visto que a biomassa é multiplicada por 0,45 para transformação de biomassa em carbono. Esse fator leva-se em consideração a proporção de carbono na biomassa total e é assumido por convenção.

A Tabela 3 representa a coleta de dados realizada nos canteiros 1 a 55 da Área I do Parque Municipal Américo Renné Giannetti. Sendo que os dados foram resumidos para cada canteiro em relação a quantidades de árvores e número de árvores bifurcadas mensuradas, o valor extremo, o valor mínimo e a média do DAP, calculado por meio das circunferências e a biomassa total calculada a partir da Equação 3. Além disso, a área do respectivo canteiro, descrita por um mapa da PMBH.

Tabela 3 – Coleta de dados realizada na Área I e seus canteiros

Área I							
Canteiro	Quantidade de árvores	Quantidade de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa Total (kg)	Área (m ²)
1,2 e 3	113	2	391,72	33,59	3,18	909.618,41	955

4	104	25	112,74	22,09	3,82	68.286,10	333
5	133	26	100,32	15,23	3,50	50.104,70	1128
Teatro							
Francisco	7	3	148,41	58,21	10,58	59.986,77	-
Nunes							
6	13	2	109,24	35,83	4,14	39.186,36	-
7	0	0	0	0	0	0	51
8	3	0	33,12	27,07	19,75	1.614,44	34
9	6	0	55,09	24,47	6,37	4.462,97	25
10	88	12	251,59	34,42	3,50	372.370,42	929
11,12	78	0	165,92	24,92	3,50	148.788,11	531
13	25	0	135,99	17,19	3,82	32.440,24	-
14	14	0	52,55	21,20	4,78	8.086,59	209
15	9	0	110,51	40,23	6,05	26.387,51	173
16	44	0	63,69	25,11	3,50	35.203,73	369
17	20	0	65,29	33,82	3,50	27.013,43	307
18,19	134	3	122,93	25,11	3,50	139.353,79	1096
20	97	4	115,92	26,78	5,09	12.7174,11	54,1
21	47	12	117,19	34,27	5,41	146.622,89	56,9
22	45	6	139,49	33,57	10,51	95.909,07	481
23	15	4	144,90	37,26	6,69	60.305,94	187
24	45	6	108,28	31,72	7,96	66.438,51	383
25	2	0	49,68	26,59	3,50	2.318,75	-
26	15	1	92,68	38,85	6,37	22.155,65	-
27	17	5	69,75	33,98	11,66	22.999,31	242
28	14	4	78,98	29,49	7,55	15.037,58	158
29	6	0	61,78	22,29	7,32	4.656,41	129
30	5	0	73,57	24,20	8,59	6.531,96	183
31	4	0	55,09	35,43	16,88	5.681,16	266
32	5	0	22,93	11,78	5,09	495,93	143
33	4	0	29,62	22,45	15,29	1.374,30	102
34	6	0	86,31	29,32	9,87	10.457,59	172
35	4	0	23,57	17,75	8,59	816,98	189
36	6	0	40,45	26,38	6,37	3.947,07	-

Coreto	7	2	33,44	22,54	7,01	2.826,46	-
37	7	4	30,57	15,25	4,69	1.453,55	72
38,39	138	0	87,58	17,49	3,18	73.406,74	812
40	40	0	74,84	24,43	3,50	35.444,78	1035
41	61	6	127,39	28,34	3,50	94.097,67	1097
42,43	109	6	103,50	25,16	4,14	101.437,08	830
44	8	0	66,56	38,46	24,20	12.147,26	292
45	8	0	99,363	64,65	47,13	40.921,87	-
Ao redor do Lago dos Barcos	101	2	89,49	15,35	3,18	41.186,46	-
46	26	0	21,34	17,29	13,38	4.300,52	-
47	9	0	46,18	23,21	16,24	4.013,42	-
48	10	0	48,41	25,48	16,56	5.498,82	-
49	1	0	26,11	26,11	-	455,06	-
50	8	0	33,44	29,69	26,11	5.101,09	-
51	2	0	71,66	67,52	63,38	10.137,44	-
52	3	1	55,09	36,64	27,07	4.038,52	-
53,54	7	0	248,41	88,58	15,92	215.621,52	-
55	15	0	70,06	26,69	6,69	13.467,76	-

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A Tabela 3 representa os dados coletados para todas as árvores nos canteiros 1 a 55 da Área I. Esses dados foram resumidos e calculados por meio da circunferência de cada árvore medida em seu canteiro. A partir dessa tabela observa-se que três canteiros possuem o valor extremo do DAP acima de 200 cm, sendo esses o 1/2/3, 10, 53/54, com valores de 391,72 cm, 251,59 cm e 248,41 cm, respectivamente. Já a maior média do DAP para os canteiros é o 53/54, sendo 88,58 cm. Esse canteiro possui 7 árvores e uma árvore com o DAP de 248,41 cm.

O canteiro que apresenta a maior biomassa total para a Área I é representado pelo 1/2/ 3, visto que a biomassa total é de 909.618,41 kg, ou seja, 409,33 toneladas de carbono. Mesmo sendo o canteiro que apresenta a maior biomassa, logo quantidade de carbono, ele

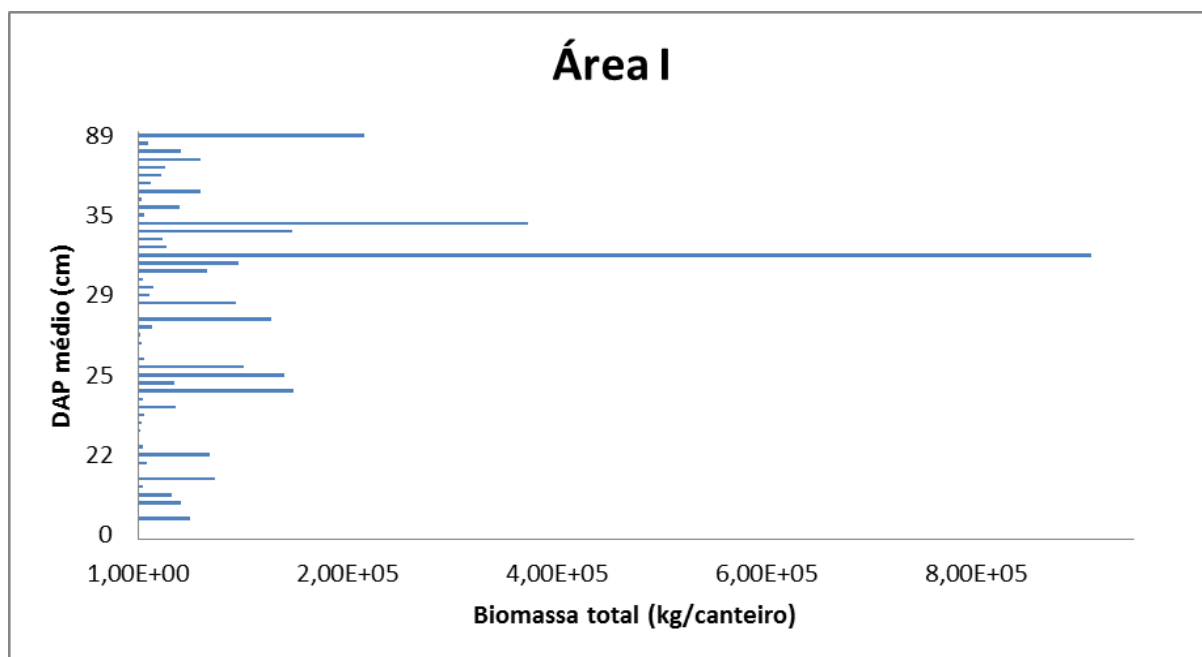
não é o maior canteiro. O maior canteiro da Área I é o 5 que apresenta 1128 m², enquanto o 1,2 e 3 apresenta 955 m².

Já o canteiro 38/39 é o que apresenta o maior número de árvores, sendo ele composto por 138 árvores e uma área de 812 m². O canteiro 5 é o que apresenta o maior número de árvores bifurcadas, apresentando 26 árvores com mais de um tronco abaixo do DAP.

Alguns canteiros foram medidos juntos, pois muitos caminhos no parque deixaram de existir, enquanto outros passaram a existir. Por isso, para evitar equívocos na separação entre os canteiros, esses canteiros foram retratados como se fossem únicos.

A Figura 13 representa a média do DAP dos canteiros 1 a 55, com suas respectivas biomassas totais.

Figura 13 - Média do DAP nos canteiros e a biomassa total da Área I.



Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

De acordo com a Figura 13 podemos perceber que o canteiro que possui maior biomassa não é o que possui a maior média do DAP. Visto que o que apresenta a maior biomassa possui o DAP médio de 33,59 cm, sendo composto por 113 árvores e biomassa total de 909618,41 kg de biomassa, ou seja, 409,33 toneladas de carbono. Enquanto o maior DAP médio é de 88,58 cm e valor de biomassa total de 215.621,52 kg, ou seja, 97,03 toneladas de carbono. Entretanto, o canteiro que possui o maior valor de biomassa total é também o que apresenta o maior valor extremo de DAP sendo esse de 391,72 cm.

O segundo maior valor de biomassa total para a Área I é de 372.370,42 kg, ou seja, 167,57 toneladas de carbono. Possui a média do DAP de 34,42 cm, sendo representado por 88 árvores e 12 bifurcadas. O valor extremo de DAP é de 251,59 cm e é o segundo maior valor extremo para a Área I.

Já o terceiro maior valor de biomassa é de 215.621,52 kg de carbono, ou seja, 97,03 toneladas de carbono possui a média do DAP de 88,58 cm, sendo composto de 7 árvores e o terceiro maior DAP da Área I, sendo de 248,41 cm.

A Tabela 4 representa a análise de dados feita, a partir dos canteiros 1 a 55, para a Área I. Sendo representada em total de árvores e árvores bifurcadas, valor extremo, mínimo e a média dos diâmetros, a biomassa total, área e quantidade de carbono total

Tabela 4 – Valores calculados e mensurados da Área I.

Área I							
Total de árvores	Total de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa total (kg)	Área total (m ²)	Quantidade de carbono total (toneladas)
1688	136	391,72	29,68	3,18	3.181.382,81	14.424,13	1.431,62

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019

Tem-se que o diâmetro médio das árvores medidas na Área I é de 29,68 cm, enquanto a árvore de maior diâmetro é de 391,72 cm e o menor possui 3,18 cm. Dessa forma, pode-se inferir que a circunferência média é de 93,20 cm, a circunferência extrema de 12,30 m e a menor de 10 cm. Todos esses valores foram calculados a partir da Equação 1.

A Área I possui 1688 árvores, sendo que 136 apresentam mais de um tronco no DAP. A biomassa total dessa área foi feito por meio do somatório de todas as biomassas dos canteiros apresentando um valor total de 3.181.382,81 kg, ou seja, 1.431,62 toneladas de carbono. Além disso, a área I apresenta um total 14.424,13 m², ou seja, uma densidade de 99,25 kg de carbono por m².

A Tabela 5 representa a coleta de dados realizada nos canteiros Área II do Parque Municipal Américo Renné Giannetti nos canteiros de 1 a 32, sendo representada em quantidade de árvores e número de árvores bifurcadas medidas, o valor extremo, o valor mínimo e a média dos diâmetros na altura do peito calculados a partir das circunferências mensuradas. Calculou-se a biomassa para cada árvore no canteiro através da Equação 3,

após esse procedimento, fez-se o somatório de todas as biomassas para concluir a biomassa total de cada canteiro. A Tabela 5 também possui o valor da área para os canteiros, fornecido pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

Tabela 5 – Coleta de dados realizada na Área II e seus canteiros.

Área II							
Canteiro	Quantidade de árvores	Quantidade de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa Total (kg)	Área (m ²)
1	24	1	105,09	24,93	4,46	41.684,34	1.516
2	11	0	75,79	39,26	15,29	20.962,44	127
3	170	17	187,58	30,42	3,82	348.109,72	114
4	6	1	68,47	23,26	3,50	5.846,39	62
5	95	16	95,54	25,51	3,82	113.695,92	1328
6	198	12	109,55	22,26	3,18	204.574,03	3381
7	48	7	145,22	29,59	3,50	96.395,49	904
8	73	12	98,41	24,27	3,82	74.832,07	1159
9	243	42	670,06	29,48	3,82	3.682.314,06	5486
10	60	4	111,15	24,15	3,50	85.518,77	1009
11	26	7	82,80	24,48	3,50	28.715,33	1339
12	54	16	75,79	26,37	4,46	50.056,51	3614
13	40	6	582,80	43,62	5,09	12.53.408,39	456
14	18	1	67,19	34,41	3,50	31.884,13	257
15	34	0	149,04	38,99	5,73	88.704,57	571
16	9	3	55,09	25,39	6,37	7.476,76	195
17	17	3	769,11	120,54	6,56	4.043.636,27	-
18	15	7	148,09	33,89	5,92	51.831,27	449
19	7	0	29,62	26,16	22,93	3.234,46	206
20	2	0	30,89	28,66	26,43	1.165,30	155
21	52	19	148,73	23,33	4,14	79.658,88	589
22	23	0	165,61	33,54	3,82	137.859,36	425
23 E 28	56	5	116,24	29,58	7,96	70.402,22	1058
24 E 25	32	8	89,17	35,13	4,69	72.376,31	724
26	23	4	38,22	13,66	5,09	3.284,34	324
27	13	0	87,89	34,57	15,61	23.899,94	196
29	1	0	28,03	28,03	28,03	544,08	37
30	16	0	88,22	33,26	3,18	27.500,59	101
31	20	4	79,84	27,51	3,50	21.784,75	252
32	63	5	668,79	38,01	3,82	1.747.268,32	-

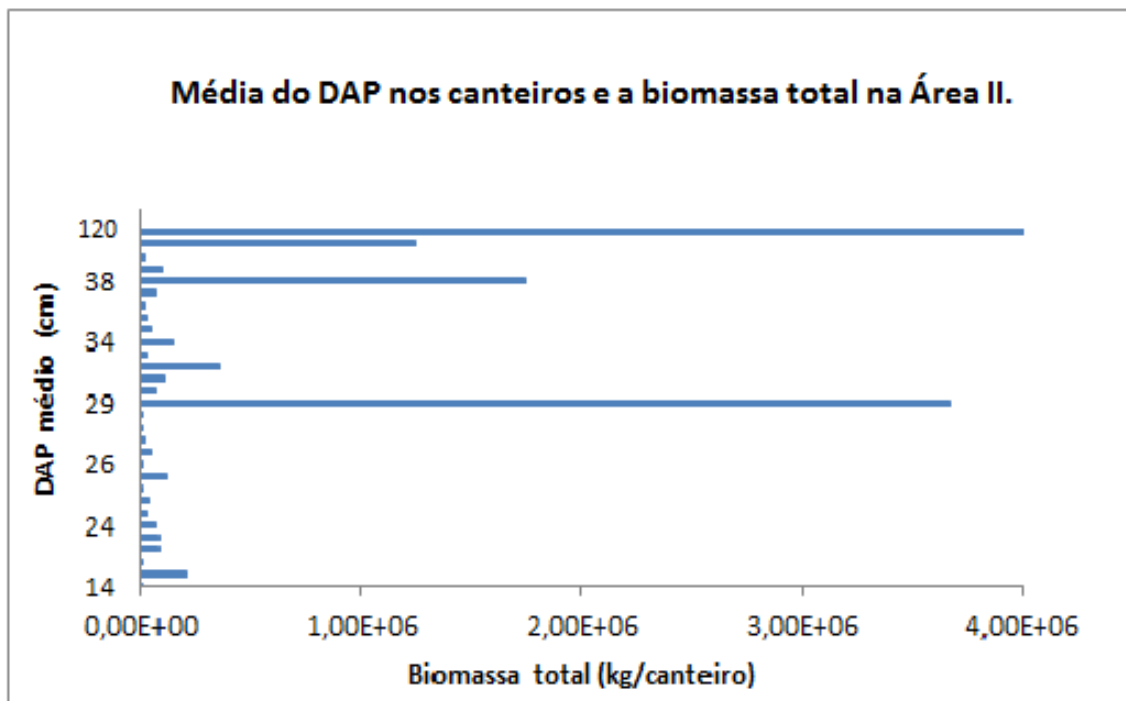
Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

Através da tabela 5 observa-se que quatros canteiros possuem o valor extremo do DAP acima de 500 cm, sendo esses os canteiros 9,13,17 e 32, com valores de 670,06 cm, 582,80 cm, 769,11 cm e 668,79 cm, respectivamente. A maior média do DAP para os canteiros pertence ao canteiro 17 no valor de 120,54 cm.

A maior biomassa total para a Área II também é representado pelo canteiro 17, visto que o valor é de 4.043.636,27 kg, ou seja, 1.819,64 toneladas de carbono. Esse canteiro possui 17 árvores, sendo que 3 possuem mais de um tronco no DAP. Apesar de ser o canteiro que apresenta a maior biomassa, ele não é o maior canteiro. O maior canteiro é o 9 e possui 5486 m², apresentando o maior número de árvores e com mais de um tronco no DAP, sendo 243 e 42, respectivamente.

A Figura 14 representa a média do DAP dos canteiros 1 a 32, com suas respectivas biomassas totais.

Figura 14 - Média do DAP nos canteiros e a biomassa total da Área II.



Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A partir da Figura 14 podemos perceber que o canteiro que possui maior biomassa é o que possui a maior média do DAP, sendo o DAP médio de 120,54 cm e o valor total de biomassa de 4.043.636,27 kg de carbono, ou seja, 1.819,64 toneladas de carbono. Esse canteiro é o que possui o valor extremo para a Área II, sendo um valor 769,11 cm de diâmetro, ou seja, uma circunferência de 24,15 m, aproximadamente.

O canteiro 9 possui o DAP médio de 29,48 cm, sendo representado por 243 árvores e 42 bifurcadas. O valor extremo do DAP é de 670,06 cm, segundo maior para a Área II. A biomassa total é também a segunda maior para a Área II, possuindo o valor total 3.682.314,06 kg, ou seja, 1657,04 toneladas de carbono.

Já o terceiro maior valor de biomassa é de 1.747.268,32 kg, ou seja, 786,27 toneladas de carbono, possui a média do DAP de 38,01 cm, sendo composto de 63 árvore e 5 possuem mais de um tronco no DAP. O terceiro valor extremo do DAP é também a terceira maior biomassa total da Área II, possuindo o valor 668,79 cm. Esses valores são referentes ao canteiro 32.

O canteiro 13 é o que possui o valor total de biomassa de 1.253.408,39 kg, ou seja, 564,03 toneladas de carbono. É o quarto maior valor de biomassa e é também o que possui o quarto maior valor extremo do DAP para a área II, sendo esse 582,80 cm. O valor médio do DAP é de 43,62. Esse canteiro possui 40 árvores e 6 possuem mais de um tronco no DAP.

Isso pode ser explicado pela Equação 3, visto que a biomassa é diretamente proporcional ao DAP, ou seja, quanto maior o DAP, maior o valor da biomassa. Mas isso não quer dizer que a biomassa total será sempre maior, devido ao valor extremo do DAP. Visto que a biomassa total é o somatório de todas as biomassas arbóreas. Assim, deve-se levar em consideração a quantidade de árvores e conseqüentemente a biomassa arbórea das outras árvores.

A Tabela 6 representa a análise de dados dos canteiros 1 a 32, para a Área II. Sendo representada em total de árvores e árvores bifurcadas, valor extremo, valor mínimo e a média dos diâmetros, a biomassa total, área e quantidade de carbono total.

Tabela 6 – Valores calculados e mensurados da Área II.

Área II							
Total de árvores	Total de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa total (kg)	Área total (m ²)	Quantidade de carbono total (toneladas)
1449	200	769,11	32,41	3,18	12.418.625,03	26.034	5.588,38

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A partir da Tabela 6 percebe-se que o diâmetro médio das árvores medidas na Área II é de 32,41 cm, enquanto a árvore de maior diâmetro é de 769,11 cm e o menor possui 3,18

cm. Dessa forma, pode-se inferir que a circunferência média é de 1,02 m, a circunferência extrema de 24,15 m e a menor de 10 cm. Todos esses valores foram calculados através da Equação 1.

A Área II possui 1449 árvores, sendo que 200 apresentam mais de um tronco no DAP. A biomassa total dessa área é de 12.418.625,03, ou seja, 5588,38 toneladas de carbono. Além disso, a Área II apresenta um total 26.034 m².

A Tabela 7 representa a coleta de dados realizada nos canteiros Área III do Parque Municipal Américo Renné Giannetti nos canteiros de 1 a 48, sendo representada em quantidade de árvores e número de árvores bifurcadas medidas, o valor extremo, o valor mínimo e a média dos diâmetros na altura do peito calculados através da circunferência mensurada, a biomassa total calculada através da Equação 3 e a área do canteiro.

Tabela 7 – Coleta de dados realizada na Área III e seus canteiros.

Área III							
Canteiro	Quantidade de árvores	Quantidade de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa total (kg)	Área (m²)
1 e 2	26	3	217,52	22,05	9,38	99.870,48	80
3,4 e 5	115	33	142,04	24,91	3,18	151.310,75	1.734
6 e 7	4	1	54,78	29,64	9,87	4.443,22	291
8	52	23	89,81	28,01	6,71	75.891,22	1.502
Administrativo	14	5	74,20	29,42	5,48	16.018,99	-
9	117	1	129,75	22,73	3,50	153.118,54	1.137
10 e 11	95	5	100,96	24,32	3,18	80.498,88	1.966
12	92	0	90,13	22,81	3,50	76.017,93	1.834
13	9	0	89,81	39,03	11,78	19.922,41	264
Quadra	5	4	17,80	12,86	6,69	442,12	-
14	0	0	-	-	-	-	542
15	72	0	88,54	14,34	3,18	29.858,22	590
16	30	0	106,05	21,89	3,18	27.366,79	377
17	23	0	50,64	12,68	4,78	5.439,77	95
18	3	0	111,15	62,53	29,29	20.396,99	99

19	12	0	31,85	10,91	5,09	1.279,58	67
20	21	0	39,81	19,12	5,41	6.219,39	301
21	20	0	92,99	23,95	4,46	27.064,09	395
22	44	0	83,12	20,93	3,18	29.845,83	736
Praça	3	0	65,61	42,57	10,51	7.273,00	-
23	169	0	55,09	13,55	3,18	29.147,62	1393
24	5	5	24,29	20,37	15,52	1.266,56	100
25	4	0	50,32	22,77	8,59	2.779,44	93
26	7	0	147,14	52,55	3,82	49.755,78	156
27	2	0	286,94	236,78	186,62	261.594,47	138
28	39	13	128,03	33,89	5,09	93.324,62	1691
29	7	1	74,20	30,94	7,32	10.833,59	595
30	10	3	68,79	35,59	5,09	17.558,76	436
31	5	3	24,52	14,75	7,00	806,48	883
32	30	7	80,57	37,56	4,14	67.229,89	848
33 A	14	4	78,34	30,89	8,94	18.126,27	594
33 B	20	1	82,80	39,02	3,82	53.161,15	545
34	12	1	91,40	35,52	3,82	26.187,52	-
35	23	5	76,43	27,38	9,85	21.205,69	-
36	15	3	107,32	43,25	7,94	50.951,92	162
37	17	4	136,94	32,46	6,56	41.500,49	251
Lago dos Marrecos	61	10	161,78	36,89	5,09	180.435,41	-
38 A	9	0	71,02	31,59	22,93	9.655,16	74
38 B	20	12	62,10	22,79	3,82	12.043,97	340
Brinquedos (39 e 40)	62	21	86,31	22,34	4,46	71.348,71	727
41	29	0	79,62	27,67	4,78	27.530,55	365
42 e 43	62	17	221,34	35,05	3,50	282.928,30	2605
44	35	5	104,14	37,84	5,09	89.580,40	1233
45	28	2	73,57	36,76	3,18	46.523,86	1348
46	90	11	116,88	29,08	3,50	135.388,61	2130
47	27	11	97,13	26,11	4,14	44.313,52	236
48	75	24	159,24	31,78	3,82	197.722,25	2008

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A partir da Tabela 7, observa-se que quatro canteiros possuem o valor extremo do DAP acima de 150 cm, sendo esses os canteiros 27, Lago dos Marrecos, 42/43 e 48, com valores de 286,94 cm, 161,78 cm, 221,34 cm e 159,24 cm, respectivamente.

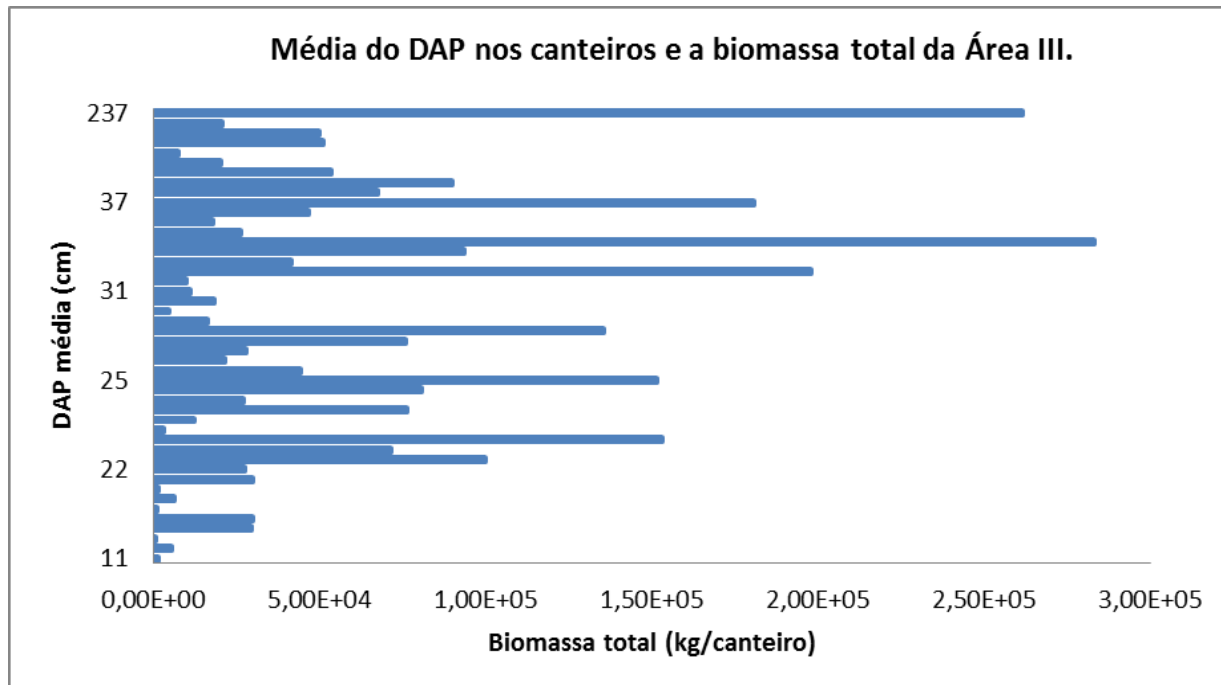
O canteiro 27 possui o valor extremo do DAP e a maior média de diâmetro. Sendo esses valores 286,94 cm e 236,78 cm, respectivamente. Este possui duas árvores e uma área total de 138 m².

A maior biomassa total em relação aos canteiros para a Área III é representado pelo canteiro 42/43, visto que o valor total é de 282.928,30 kg, ou seja, 127,32 toneladas de carbono. Esse canteiro possui 62 árvores, sendo que 17 possuem mais de um tronco no DAP e é o maior canteiro em área possuindo 2605 m².

O canteiro 23 possui o maior número de árvores para a Área III, sendo composto de 169 árvores.

A Figura 15 representa a média do DAP dos canteiros 1 a 48, com suas respectivas biomassas totais.

Figura 15 - Média do DAP nos canteiros e a biomassa total da Área III.



Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

Através da Figura 15 é possível inferir que o canteiro 27 é o que possui o maior valor médio do DAP, entretanto não apresenta o maior valor de biomassa. Sendo o maior DAP médio de 236,78cm e o valor total de biomassa de 261.594,47 kg, ou seja, 117,72 toneladas

de carbono. Esse também é o canteiro é o que possui o valor extremo no valor de 286,94 cm de diâmetro, sendo composto por 2 árvores, o que justifica o alto valor do diâmetro médio.

O canteiro 42/43 é o que possui a maior biomassa total da Área III, sendo também o maior canteiro, apresentando um valor de 282.928,30 kg, ou seja, 127,32 toneladas de carbono e uma área de 2605 m². Ele apresenta um DAP médio de 35,05 cm e o DAP extremo de 221,34 cm. Esse canteiro possui 62 árvores, sendo 17 árvores com mais de um tronco no DAP.

Já o canteiro 48 é o que possui o terceiro maior valor de biomassa total para a Área III, possuindo um total de 197.722,25 kg, ou seja, 88,97 toneladas de carbono. Possui um DAP extremo de 159,24 cm e um DAP médio de 31,78 cm. O canteiro possui 2008 m² de extensão e é constituído por 75 árvores, sendo que 24 possuem mais de um tronco no DAP.

Ao redor do Lago dos Marrecos contabilizou-se um total de 61 árvores, sendo que 10 são árvores que possuem mais de um tronco no DAP. O DAP médio é de 36,89 cm e o extremo de 161,78 cm. É o quarto maior de biomassa total para Área III que é dada por 180.435,41 kg, ou seja, 81,19 toneladas de carbono.

A Tabela 8 representa a análise de dados da Área III. Sendo representada em quantidade total de árvores, árvores bifurcadas, o valor extremo, o valor mínimo e a média dos diâmetros, a biomassa total, área e quantidade total de carbono.

Tabela 8 – Valores calculados e mensurados da Área III.

Área III							
Total de árvores	Total de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa total (kg)	Área total (m ²)	Quantidade total de carbono (toneladas)
1634	238	286,94	33,26	3,18	2.675.179,23	30.961	1.203,83

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

O diâmetro médio das árvores medidas na Área III é de 33,26 cm, enquanto a árvore de maior diâmetro é de 289,94 cm e o menor possui 3,18 cm. Dessa forma, pode-se inferir que a circunferência média é de 1,04 m, a circunferência extrema de 9,01 m e a menor de 10 cm. Todos esses valores foram calculados através da Equação 1.

A Área III possui 1634 árvores, sendo que 238 apresentam mais de um tronco no DAP. A biomassa total dessa área que foi feito através do somatório de todas as biomassas

dos canteiros apresentando um valor total de 2.675.179,23 kg, ou seja, 1203,83 toneladas de carbono. Além disso, a Área III apresenta um total 30.961 m².

A Tabela 9 representa os dados analisados em relação às Áreas I, II e III do Parque Municipal Américo Renné Giannetti.

Tabela 9 – Valores calculados e mensurados referentes às Áreas I, II e III.

Área I, II e III								
Área	Total de Árvores	Total de árvores bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa total (ton)	Área total (ha)	Carbono total (ton)
I	1688	136	391,72	29,68	3,18	3.181,38	1,44	1.431,62
II	1449	200	769,11	32,41	3,18	12.418,63	2,60	5.588,38
III	1634	238	286,94	33,26	3,18	2.675,18	3,09	1.203,83

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A Área I do parque apresenta o maior número de árvores, sendo representada por 34,96% do total. Já a Área III apresenta o maior número de árvores bifurcadas, apresentando um total de 41,46% do total de árvores que apresentam mais de um tronco abaixo do DAP.

O valor extremo de diâmetro extremo no Parque é de 769,11 cm, ou seja, 24,15 m de circunferência está localizado na Área II. Enquanto o menor diâmetro é de 3,18 cm, ou seja, aproximadamente 10 cm, calculado pela Equação 1. Como foi estabelecido o menor valor para circunferência arbórea a ser medida, todas as áreas apresentam o mesmo valor para a circunferência mínima.

Apesar da Área III apresentar a maior extensão, sendo representada por 30.961,00 m² e maior DAP médio (33,26 cm), essa área é a que possui menor biomassa total, sendo um total de 2.675.179,23 kg, ou seja, 1.203,83 toneladas de carbono. Enquanto a Área I possui 3.181.382,81 kg, ou seja, 1.431,62 toneladas de carbono e uma extensão de 14.424,13 m² e a Área II 12.418.625,03 kg, ou seja, 5.588,38 toneladas de carbono e uma extensão de 30.961,00 m².

Pode-se também analisar a densidade de biomassa e carbono por área, sendo descrita pela divisão entre biomassa/área e carbono/área conforme descrito na Tabela 10.

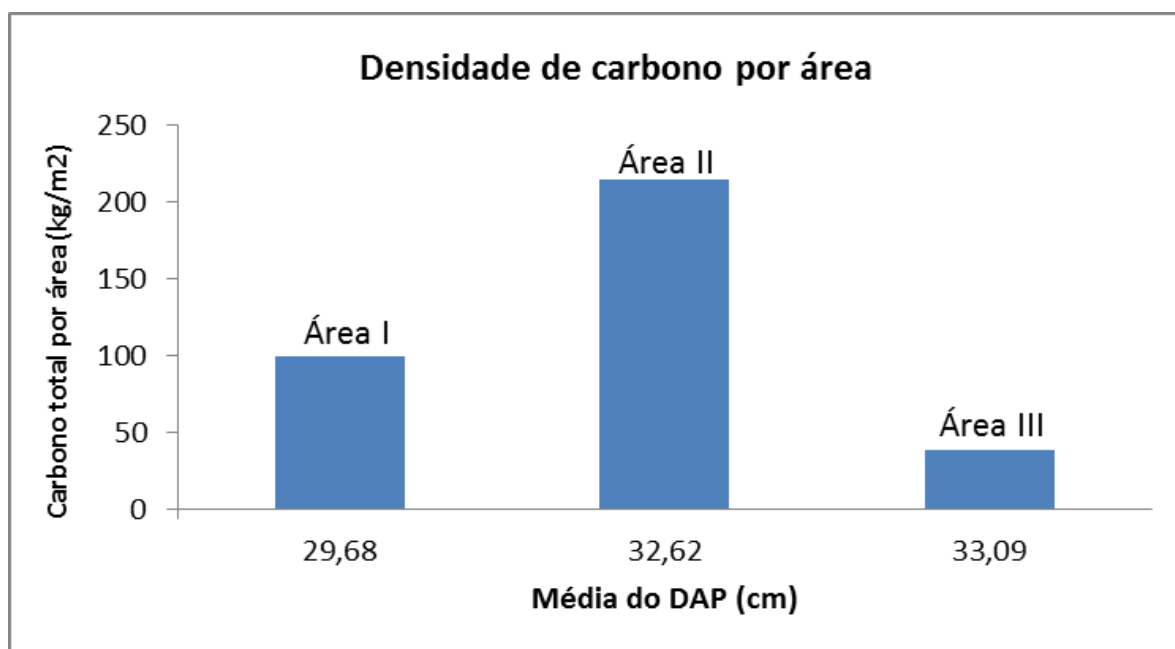
Tabela 10 – Valores mensurados e calculados referentes às Áreas I, II e III em relação à Biomassa total pela área e a média do DAP.

Área	Média DAP (cm)	Biomassa total (kg)	Área total (m ²)	Biomassa total/Área total (kg/m ²)	Carbono total/Área total (kg/m ²)
Área I	29,68	3.181.382,81	14.424,13	220,56	99,25
Área II	32,62	12.418.625,00	26.034,00	477,02	214,66
Área III	33,09	2.675.179,23	30.961,00	86,40	38,88

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

Através da Tabela 10, observa-se que a Área I têm 99,25 kg de carbono por m², enquanto a Área II possui 214,66 kg de carbono por m² e a Área III 38,88 kg de carbono por m². A Figura 16 representa o comparativo entre a média do DAP e a quantidade de carbono total em relação à extensão da área para as Áreas I, II e III.

Figura 16 - Comparativo entre a densidade de carbono por área.



Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

A Figura 16 representa a variação entre a densidade de carbono por unidade de área no PMARG, isto pode ser influenciado a diversos fatores como a biodiversidade existente

no parque. Sabe-se que o houve muita ação antrópica no parque e o transplante de várias mudas de espécies de árvores do Brasil e do mundo, o que justifica a presença de tantas espécies, incluindo exóticas.

Vale a pena ressaltar que a área III é a que possui maior interação com o público e é a área que possui a menor densidade de carbono. Nessa área encontram-se os brinquedos, um pequeno parque de diversões, o administrativo do parque, quadra de tênis, Palácio das Artes e sanitários, sendo localizada na região central do parque.

Já a Área II é a que possui menor interação com o público, sendo a área que possui a maior densidade de carbono. Nessa área encontra-se a árvore de maior DAP encontrada no parque, além da praça Mãe Mineira e Educação Ambiental. Essa região do parque está voltada para a Alameda Ezequiel Dias, caracterizada por uma rua com hospitais. Existe um considerável fluxo de veículos, entretanto quando comparada a Área I é bem reduzido.

A Área I apresenta valores intermediários de densidade e interação com o público quando comparadas as áreas II e III. A Área I possui um intenso fluxo de veículos, pois está localizado entre as vias mais movimentadas Avenida Afonso Pena, Avenida dos Andradas, Rua da Bahia, Avenida Assis Chateauriant. Enquanto a Área II está localizada entre a Alameda Ezequiel Dias, Avenida Carandaí e Avenida dos Andradas. Já a Área II possui uma pequena parte localizada na Avenida Afonso Pena. Entretanto, essa área pertence significativamente ao Palácio das Artes.

Além do fluxo de veículos maior quando comparada as demais áreas, a Área I, possui um fluxo de pessoas maior que comparados a Área II. A Área I possui academia ao ar livre, o Teatro Francisco Nunes, coreto, Ilha dos amores. Enquanto a área II apresenta monumentos históricos e viveiro de plantas medicinais.

Observa-se que a Área II do parque foi a menos modificada para a construção de áreas atrativas ao público, o que permite concluir que essa área verde urbana, apresenta características mais próximas à realidade original do parque. Entretanto, a biodiversidade dessa área é considerável, tanto quanto as demais áreas.

Já a Área III do parque apresenta o maior fluxo de pessoas e o maior número de atratividades do PMARG, o que justifica a menor densidade de carbono por área. Visto que os números de construções são maiores, consequentemente, temos uma menor área verde neste espaço.

Dessa forma, pode-se inferir que essas áreas podem ser identificadas visualmente por suas características paisagísticas. Outro atributo significativo é a preservação de árvores antigas em seu perímetro. Inclusive essas árvores se destacam no desempenho no sequestro

de carbono e impactam positivamente os serviços ambientais nas áreas em que se encontram.

Após a análise das Áreas I,II e III é possível analisar o Parque Municipal Américo Renné Giannetti de forma geral, concluindo-se o total de árvores e árvores bifurcadas, o valor extremo, mínimo e a média do diâmetro. Além da biomassa arbórea total para o parque. A Tabela 11 representa a análise dos dados mensurados e calculados no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.

Tabela 11 – Valores mensurados e calculados no Parque Municipal Américo Renné Giannetti.

Parque Municipal Américo Renné Giannetti								
Total de Árvores	Total de árvores Bifurcadas	Maior DAP (cm)	Média DAP (cm)	Menor DAP (cm)	Biomassa total (ton)	Área total (ha)	Carbono total (ton)	Carbono por área (ton/ha)
4771	574	769,11	31,79	3,18	18.275,19	18,20	8.223,83	451,86

Fonte: Joseane Alves Vieira, 2019.

De acordo com os dados coletados, calculados e mensurados é possível afirmar que no Parque Municipal Américo Renné Giannetti tem-se um total de 4.771, sendo que 574 dessas são árvores possuem mais de um tronco na altura de 1,30 metros. É importante ressaltar que esses números de árvores são vivas e mortas em pé, com altura superior a 1,30 metros e 10 cm de circunferência. Todas essas árvores foram mensuradas para obtenção desses valores.

A biomassa arbórea total foi calculada a partir da Equação 3 para cada árvore, depois para cada canteiro, sequencialmente para cada área e finalmente para o Parque Municipal Américo Renné Giannetti é de 18.275.187,07 kg, ou seja, 8.223,83 toneladas de carbono em uma extensão de 182.000 m², por meio do método do documento 73 da Embrapa. Considerando que o parque possui 18,2 hectares, temos uma densidade de 451,86 toneladas de carbono por hectare.

Sabe-se que a área original do parque era cerca de 600.000,00 m², ou seja, 60 hectares. Caso a área original permanecesse intacta, sem perdas de espaço no decorrer dos anos e apresentasse o mesmo comportamento das demais, o estoque de carbono poderia ser de aproximadamente 27.111,60 toneladas de carbono na região central de Belo Horizonte. Dessa forma, poderíamos inferir que haveria benefícios ainda maiores do que aqueles já

trazidos pela área preservada existente. Visto que a área original era quase três vezes maior do que a área preservada nos dias atuais.

O sequestro de carbono é um dos principais serviços ecossistêmicos florestais. Sendo o sequestro de carbono, um dos fatores mais estratégicos para a limitação ou regulação da mudança climática, por meio do aquecimento global. Visto que essa mudança também é remetida às intervenções humanas nos ciclos biogeoquímicos do planeta.

Esse serviço ecossistêmico pode ser relacionado a outros, como melhoria microclimática, conservação da biodiversidade, fertilidade do solo e produção de alimentos. Entretanto, para a provisão desses serviços, é necessário que o ecossistema esteja em um estado de equilíbrio.

O Parque Municipal Américo Renê Giannetti configura-se como um trecho de floresta urbana significativamente complexa para análise. Sua constituição mista devido às atividades antrópicas e modificações no decorrer dos anos, agregam áreas semelhantes à Praça Raul Soares em Belo Horizonte e áreas que, ao tentarem reproduzir cenários naturais, teriam, em certo grau, semelhanças com o Parque Municipal das Mangabeiras também em Belo Horizonte (MACEDO; SAKATA, 2002).

O estudo de Amaral (2011), teve o objetivo de contrastar os serviços ecossistêmicos prestados pelo Parque Municipal Mangabeiras, Parque Municipal Américo Renné Giannetti e a Praça Raul Soares, a partir do teor de carbono existente nessas áreas verdes urbanas. Verificou-se os serviços ecossistêmicos relacionados com a presença de matéria orgânica, por meio do grau de instalação do ciclo de carbono, dependem diretamente da formação da matéria húmica.

A partir da ação de agentes decompositores, parte da matéria orgânica presente no solo é transformada em substâncias húmicas. A produção de matéria humificada impacta positivamente no desenvolvimento da vegetação. Pois, favorece a geração de nutrientes necessários para o desenvolvimento e suporte para o crescimento da flora e consequente sequestro de carbono. Portanto, quanto maior a formação de matéria húmica, maior é o grau de instalação do ciclo de carbono (RONQUIN, 2010).

Assim (Amaral 2011), encontrou os resultados esperados, pois a maior concentração de carbono húmico foi registrada, no Parque Municipal das Mangabeiras, visto que ele conserva em sua área 2,4 milhões de m², além de 59 nascentes do Córrego da Serra do Curral, que integra a Bacia do Rio São Francisco. Esses valores diferiram significativamente dos encontrados na Praça Raul Soares, com os piores resultados, pois o carbono sequestrado na Praça Raul Soares está relacionado com a vegetação herbácea graminosa. Entretanto, o

Parque Municipal Américo Renê Giannetti teve resultados similares ao Parque Municipal Mangabeiras.

Portanto, pode-se inferir que a vegetação arbórea, com elevado teor de Lignina é a principal responsável pela formação de serrapilheira e de matéria orgânica humificada. Em ambas as áreas a vegetação arbórea está executando funções ecossistêmicas de sequestro de carbono, especialmente de carbono húmico (AMARAL,2011).

Dessa forma, pelo grau de instalação e equilíbrio do ciclo de carbono, o PMARG é uma área extremamente importante na região central de Belo Horizonte. Essa área é responsável pela provisão de diversos serviços ecossistêmicos, sendo capaz de absorver poluentes, partículas e a poluição sonora. Além de prevenir e reduzir a erosão do solo, possuindo a capacidade de potencializar a purificação da água a partir da aeração e porosidade do mesmo. Além disso, essa área promove a interação cultural com as populações urbanas, permitindo o bem-estar psicológico causado pela presença da vegetação e a utilização dessas áreas para a realização de atividades de lazer.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo em questão é uma reflexão sobre a capacidade das plantas em absorverem o carbono terrestre a partir da reação química de fotossíntese. A fotossíntese ocorre quando as plantas absorvem energia solar e CO₂ da atmosfera, produzindo oxigênio e hidratos de carbono como base para o crescimento. Dessa forma, as plantas fixam o carbono na biomassa da vegetação, e conseqüentemente constitui junto com seus resíduos um estoque natural de carbono.

Portanto, temos as duas vertentes da capacidade das florestas, tanto em absorver o carbono atmosférico, quanto pela possibilidade de emitir. Devido à atividade dos organismos decompositores, o carbono estocado sob a forma de matéria orgânica no solo pode ser liberado para a atmosfera, o que leva o aumento da concentração do dióxido de carbono e conseqüentemente a intensificação do efeito estufa e o aquecimento global.

Dessa forma, demonstra-se a fragilidade do sistema e a necessidade de conscientização populacional sobre os benefícios propiciados pelas florestas e áreas verdes urbanas, a partir dos serviços ecossistêmicos gerados como regulação climática, a provisão de alimentos, a ciclagem de nutrientes, a formação do solo, além dos serviços culturais.

Inicialmente fez-se uma abordagem literária sobre o aquecimento global, suas causas, conseqüências e medidas para amenizar os efeitos no planeta Terra. Estudou-se também sobre as possibilidades de desenvolvimento econômico sem prejudicar o avanço tecnológico e a possibilidade de inserção do Brasil e dos demais países subdesenvolvidos em projetos de sequestro de carbono através do MDL.

A pesquisa de campo foi realizada no Parque Municipal Américo Renné Giannetti em Belo Horizonte/MG, no período fevereiro de 2017 a fevereiro de 2019, com o objetivo de analisar o potencial de absorção de carbono a partir da fixação do dióxido de carbono pela fotossíntese e a capacidade de emissão, caso toda a parte arbórea do parque fosse desmatada.

Sabe-se que o crédito de carbono não pode ser comercializado quando a retenção é feita por meio de parques e unidades de conservação. Entretanto, retratar a realidade do Parque Municipal na região central da cidade, pode-se valorar os benefícios trazidos por ele. Ou seja, os serviços ecossistêmicos prestados como a melhoria do clima, a purificação do ar, água e do solo não impermeabilizado, permitindo uma fauna mais diversificada, uma área de

lazer, em confronto com a urbanização, visto que o mesmo encontra-se no centro da capital de Minas Gerais.

Entende-se que o processo de urbanização e os impactos negativos ao meio ambiente às vezes se faz necessário. Entretanto, o desenvolvimento nos dias atuais deve possuir os princípios da sustentabilidade, ou seja, atrelar o desenvolvimento social, econômico e ambiental, para não prejudicar as futuras gerações.

Assim, retrata-se a importância da preservação e conscientização populacional para a manutenção de áreas verdes urbanas como parques e praças, florestas, reservas e a intensificação de práticas de reflorestamento. Visto que essas práticas são de grande valia para o ecossistema analisado de forma geral, pois o mesmo não possui fronteira.

Este projeto será apresentado à Prefeitura de Belo Horizonte/MG com o intuito de valorar a capacidade de absorção do carbono, o potencial nocivo que as áreas verdes urbanas possuem e a necessidade de preservação, evitando perda de espaços de parques, praças e reservas.

É importante destacar que o parque possui uma área expressiva de 182.000,00 m², mas perdeu mais da metade do espaço ao longo dos anos, desde a sua criação. Se o mesmo possuísse a área original, os benefícios seriam ainda maiores quando comparados aos mensurados nos dias atuais.

Entretanto, vale salientar que o trabalho apresentou um resultado significativo quanto à capacidade de absorção de gás carbônico, atendendo às expectativas, visto que a estimativa foi feita apenas para as árvores do Parque Municipal Américo Renné Giannetti.

6.1. Recomendações

A cidade de Belo Horizonte apresenta setenta e seis parques ecológicos e o estudo deveria ser realizados em todos os parques ecológicos presentes na cidade. Embora alguns parques ainda não estejam implantados e não contemplem estudos sobre a fauna e flora existente.

Entretanto, existem parques com uma extensão muito maior do que o Parque Municipal Américo Renné Giannetti. Portanto, recomenda-se a utilização da técnica de amostragem de acordo com o universo de cada parque.

Utilizando a metodologia do Documento 73 da Embrapa, que é a mesma metodologia no estudo do PMARG. Entretanto, no estudo em questão fez-se a medição total das árvores, sem utilizar a amostragem.

Vale ressaltar que cada parque ecológico possui um tipo diferente de fauna, flora e uma área diferente. Dessa forma, a amostragem para cada um desses parques deverá ser única, já que a amostragem deve ser compatível com o universo do estudo.

Contudo, todas as delimitações de área na amostragem deverão ser utilizados barbantes para cercá-la e em seguida marca-la com auxílio de um GPS. Após este procedimento deverá ser feita a medição da circunferência das árvores com a utilização de fita métrica, seguindo o procedimento do Parque Municipal Américo Renné Giannetti e consequente cálculo do estoque de carbono.

6.2. Limitações da pesquisa

A principal limitação de estimativa de carbono em uma área é o tempo. Visto que para quantificar o estoque de carbono presente em uma área pré-determinada é necessário medir o diâmetro de cada biomassa arbórea. Entretanto, caso a área a ser analisada seja muito grande fica complexo conseguir medir cada arbusto.

Portanto, por motivos de limitações de tempo, recursos econômicos, ou restrição na locomoção para registro dos dados, recorre-se à técnica de amostragem. Examinando-se apenas uma parte do mesmo. Dessa forma, deve-se considerar uma margem de erro amostral aceitável, que nada mais é do que a diferença entre a estimativa a partir da amostra e o verdadeiro resultado.

Dessa forma, para a da estimativa de carbono em todos os parques ecológicos de Belo Horizonte, recomenda-se utilizar à técnica de amostragem, associando um erro amostral aceitável e a disponibilidade de pessoas para auxiliar nas medições da circunferência.

6.3. Sugestões para futuras pesquisas

Algumas sugestões para futuras pesquisas sobre o tema em questão pode-se citar a ampliação de estudos comparativos em todos os parques municipais na cidade de Belo Horizonte como o Parque das Mangabeiras que também é considerado um parque de extrema relevância a cidade de Belo Horizonte. Este parque apresenta outro tipo de

implantação, localização, área, vegetação, clima, relevo, ou até mesmo com outros parques municipais presentes no Brasil em outras cidades, comparando-se os resultados.

Outra sugestão é a continuidade da mensuração da estimativa de carbono no Parque Municipal Américo Renné Giannetti, visando uma avaliação do estoque de carbono por anos e décadas.

6.4. Conclusão

A partir da metodologia da Embrapa e ICRAF, conclui-se a quantidade de biomassa arbórea no Parque Municipal Américo Renné Giannetti em um total de 18.275,19 toneladas em uma extensão de 182.000 m², ou seja, 1.004,13 t/ha. Entretanto, esse valor não se refere à quantidade de carbono presente na biomassa vegetal. O valor deve ser multiplicado pelo fator de conversão de 0,45 para a transformação de biomassa em carbono. Portanto, o parque apresenta 451,86 t/ha de carbono na biomassa arbórea.

Entretanto, deve-se levar em consideração que o parque apresenta a divisão em três áreas distintas e as quantidades de carbono e área são significativamente diferentes para cada uma delas. A Área III possui o maior público, a menor densidade de carbono por área e a maior parte da sua área está localizado na região central do parque. A Área II é a que possui menor interação com o público, sendo a área que possui uma maior quantidade de carbono e quando comparado a Área I possui um menor fluxo de veículos, visto que é voltado para uma rua com hospitais (Alameda Ezequiel Dias) em Belo Horizonte.

Já a Área I apresenta valores intermediários quando comparado à densidade de carbono no parque, com a interação com o público. Entretanto, quando comparado com fluxo de veículos, ele apresenta uma interação muito maior visto que está localizado entre as vias mais movimentadas (Avenida Afonso Pena, Avenida dos Andradas, Rua da Bahia, Avenida Assis Chateauriant) que circundam o parque como a Avenida Afonso Pena.

Durante a coleta de dados, percebeu-se todos os serviços ecossistêmicos prestados pelo Parque Municipal Américo Renné Giannetti. Embora o mais perceptível seja o de regulação, pois a sensação térmica e a sensação de respirar ar puro ao adentrar o parque são muito confortáveis. Percebeu-se os serviços de suporte com a formação da serapilheira, serviços culturais com o aproveitamento da população para a prática de atividades físicas, lanches em família e os serviços de provisão com diversas plantas ornamentais.

A área atual do Parque Municipal Américo Renné Giannetti apresenta menos de um terço da extensão do que era a área original. Entretanto, mesmo reduzida desta forma, trás enormes benefícios para a população. Se a área fosse preservada até os dias atuais, existiria outro tipo de interação em relação à fauna e flora existente no local.

Pode-se inferir até em relação ao estoque de carbono. A mudança da vegetação com seu crescimento, desmatamento ou o uso da terra provoca a perda ou ganho de carbono. Desta forma, a estimativa de carbono foi mensurada durante o ano de 2018 e início de 2019. Sendo que uma intervenção por um período de tempo pode diminuir ou aumentar gradativamente o valor do carbono na vegetação, influenciando no equilíbrio e dinâmica natural do teor de gás carbônico no ambiente. Vale a pena ressaltar que o parque é mantido sob os cuidados da prefeitura, portanto, não é permitido plantar ou desmatar. Entretanto, as árvores crescem e também morrem.

De acordo com IPCC (2018) a cada tonelada de carbono na atmosfera pode-se levar a formação de 3,67 t de CO₂, que corresponde à razão entre o peso molecular do CO₂ e o peso do carbono. Considerando que o Parque Municipal apresenta 8223,83 toneladas de carbono, caso o Parque Municipal sofra uma queimada hipotética teríamos o lançamento de 30.181,46 toneladas de CO₂ para a atmosfera.

Portanto, sob essa perspectiva retrata-se a importância da intensificação de práticas de reflorestamento, além da preservação e conscientização populacional para a manutenção de áreas verdes urbanas como parques e praças, florestas, reservas. Pois, são inúmeros os benefícios obtidos a partir da conservação e restauração de áreas verdes.

Além disso, práticas de reflorestamento podem resultar em um desenvolvimento sustentável através do MDL, mecanismo desenvolvido pelo Protocolo de Quito, a fim de fomentar práticas sustentáveis, sem reduzir o desenvolvimento econômico, equilibrando os pilares econômicos, sociais e ambientais.

Sabe-se que o Governo Federal do Brasil instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei 12.187, 29/12/2009), que entre outras providências prevê um Mercado Brasileiro de Redução de Emissões, operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, respeitando os mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) com vistas em reduzir entre 36,1 e 38,9 % as emissões projetadas até 2020, proporcionando um mercado interessante a ser explorado para a geração de renda.

O valor da tonelada de carbono dos projetos de MDL no último ano apresentou um valor médio de € 2,63, para projetos que obedecem todas as premissas do Protocolo de Quioto. Caso o PMARG pudesse vender o carbono retido na biomassa arbórea teríamos o valor comercializado de aproximadamente € 21.628,73. Visto que o PMARG apresenta o equivalente a 8223,85 toneladas de carbono na biomassa arbórea. Vale ressaltar que este crédito de carbono não pode ser comercializado, pois o PMARG é uma Unidade de Conservação Integral.

Apesar da Unidade de Conservação Integral não ser comercializada em créditos de carbono, o país apresenta uma extensão territorial favorável ao desenvolvimento de práticas de conservação, preservação e reflorestamento. Portanto, fomentar essas atividades, além de permitir a geração de renda para o país, tem-se o ganho ambiental ao promover as funções ecossistêmicas e a provisão de serviços ecossistêmicos. Além disso, existe o ganho social com a geração de emprego. Dessa forma, temos o progresso sustentável, atrelando o ganho social, ambiental e econômico do país.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. **Carbon sequestration in tropical agroforestry systems**. Agriculture, Ecosystems and Environment, v.99, n.1, p.15-27, 2003.

ALTMANN, A. **Política Nacional de Mudanças Climáticas e Pagamento por Serviços Ambientais – Estudo de Caso da Política de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo** . p. 22-19, 2012.

AMARAL, Rubens. **A prestação de serviços ecossistêmicos e a dinâmica de estoque de dióxido de carbono no sistema de espaços livres do município de Belo Horizonte: estudo de caso na Região Centro Sul**, p.104-116, 2015.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, Campinas, n. 155, fev. 2009.

AREVALO, L.A., ALEGRE J.C., VILCAHUAMAN, L. J. M.. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Florestas Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA) Documentos 73, Metodologia para Estimar o Estoque de Carbono em Diferentes Sistemas de Uso da Terra**. ISSN 1517-536X. Dezembro, 2002.

ÁVILA F. **Analistas da Bloomberg New Energy Finance apostam na expansão do comércio de créditos de emissão devido ao aumento da demanda das companhias elétricas da Europa, mas é a Ásia que pode ser a protagonista dos mercados neste ano**, Instituto Carbono Brasil/Agências Internacionais, 2011.

CEIJAS T.,E. **Almacenamiento de carbono em bosques tropicales secundários de la zona de Alexander Von Humboldt-Pucallpa**, Proyecto de tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Ucayali, Perú. p. 4-15, 1999.

CHANG, M. . **Seqüestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil**. Revista Paranaense de Desenvolvimento. p. 85-100, 2002.

CVRD - COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Parque municipal: crônica de um século.** Belo Horizonte: Companhia Vale do Rio Doce, 129 p. 1992.

COTTA, M.K. **Quantidade de Biomassa e Geração de Certificados de Emissões Reduzidas no Consórcio Seringueira-Cacau.** Revista *Árvore*, v. 32, n. 6, Viçosa, 2008.

FIALHO, J. T. **As pequenas propriedades rurais e sua inclusão na cadeia produtiva da madeira: uma percepção dos atores florestais paraenses.** UFPR, p. 100-106, 2008.

FUJIHARA, Marco Antônio; Duarte, Leonardo Ciuffo. **Iniciativas envolvendo créditos ambientais.** Revista *Brazilian Business*, Rio de Janeiro: Amcham Brasil, n. 210, p. 28, 2005.

GOLDEMBERG, J.. **Mudanças Climáticas e Desenvolvimento.** Estudos Avançados. p. 77-83, 2000.

HOPKINS, F. M.; TORN, M. S.; TRUMBORE, S. E. **Warming accelerates decomposition of decades-old carbon in forest soils.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v. 109, n. 26, p. 1753 - 1761, 2012.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Global Warming of 1.5 °C.** Hayama: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Normais Climatológicas (1981/2010).** Brasília - DF, 2010.

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. **Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives.** *New Phytologist*, Lancaster, v. 204, n. 3, p. 459 - 473, 2014.

MACEDO, S. S.; SAKATA, F. G. **Parques urbanos no Brasil.** São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 112 p.

MACHADO, R.; SOUZA, V. C.; RAIMUNDO, S.; NOGUEIRA, S. B. **Diagnóstico dos Serviços Ecosistêmicos Culturais - lazer e turismo: uma reflexão sobre o ecoturismo, turismo rural e turismo de aventura.** In: Resumo executivo: Serviços ecosistêmicos e bemestar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo / Elaine Rodrigues (coordenação). 1. ed. - São Paulo: Instituto Florestal, 2014, ISBN: 978-85-64808-04-1.

MACIEL C. V. **Crédito de Carbono: Comercialização e contabilização a partir de projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo.** RIC - Revista de Informação Contábil, v. 3, n. 1, p. 89-112, 2009.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano.** São Paulo, SP: Humanitas/FAPESP, p. 236, 2001.

PEREIRA, P.R. **Distribuição espacial do carbono no solo e avaliação dos fluxos de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O) em áreas de vegetação do Cerrado, *Pinus spp* e *Eucalyptus spp* na Estação Experimental de Mogi.** USP, 2010.36 p.

PMBH - PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (PMBH). **Parque Municipal Américo Renné Giannetti.** 2019.

REBOITA, M. S.; ROCHA, R. P.; DIAS, C. G.; YNOUE, R. Y. **Climate Projections for South America.** Advances in Meteorology, London, v. 2014, p. 1 - 17, 2014.

REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado sensu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento.** 2002. 229 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

ROCHA, T. M. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT.** 2003. 196 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

RONQUIN, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. EMBRAPA, p. 24, 2010.

SIMÃO, K. M. C. **Fringe belts como elementos estruturadores da paisagem: o caso de Belo Horizonte/MG**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 85, 2012.

SOARES, C.P.B.; LEITE, H.G.; GORGENS, E.B. **Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantio comercial de eucalipto**. Revista *Árvore*. v. 29. Viçosa, p. 29, 2005.

TITO, M. R.; LEÓN, M. C.; PORRO, R. **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais**. 1.ed. Belém: Centro Mundial Agroflorestral (ICRAF), p. 81, 2009.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERRETTI, A. R. **Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil**. In: International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. Extension Series Taiwan Forestry Research Institute, n. 153, p. 98 - 115, 2002.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; DUARTE-NETO, P. J.; MARTINS, S. C.; VEIGA, L. G.; SCARANELLO, M. A.; PICOLLO, M. C.; CAMARGO, P. B.; CARMO, J. B.; SOUSA NETO, E.; SANTOS, F. A. M.; JOLY, C. A.; MARTINELLI, L. A. **Stocks of carbon and nitrogen and partitioning between above- and belowground pools in the Brazilian coastal Atlantic Forest elevation range**. *Ecology and Evolution*, New Jersey, v. 1, n. 3, p. 421 - 434, 2011.

WATZLAWICK, L. F.; MARTINS, P. J.; RODRIGUES, A. L.; EBLING, A. A.; BALBINOT, R.; LUSTOSA, S. B. C. **Teores de carbono em espécies da floresta ombrófila mista e efeito do grupo ecológico**. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 4, p. 613 - 620, 2014.