FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM GEOGRAFIA

MÁRCIA BAY

VARIABILIDADE DO ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO CONSIDERANDO DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS E O USO DA TERRA NO MUNICIPIO ARIQUEMES - RO

Porto Velho-RO
2015

MÁRCIA BAY

VARIABILIDADE DO ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO CONSIDERANDO DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS E O USO DA TERRA NO MUNICIPIO ARIQUEMES – RO

Dissertação apresentada ao Núcleo de Ciência e Tecnologia, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia. Na área de Concentração: A Amazônia e Políticas de Gestão Territorial. Linha de Pesquisa: Meio Físico e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Profº. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho

Coorientadora: Profª Dra. Marília Locatelli

Porto Velho

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Bay, Márcia.

B356v

Variabilidade do estoque de carbono no solo considerando diferentes coberturas vegetais e o uso da terra no município Ariquemes - RO. / Márcia Bay, Porto Velho, 2015.

108f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho

Coorientadora: Prof.ª Dra. Marília Locatelli

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015.

1. Manejo de solo. 2. Efeito estufa. 3. Armazenamento de carbono. I. Fundação Universidade Federal de Rondônia. II. Título.

CDU: 504.7

Bibliotecária responsável: Cledenice Blackman - CRB11/907

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MÁRCIA BAY

A Banca de defesa de Mestrado presidida pelo orientador **Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho** e constituída pelos examinadores ***Profa. Dra. Marília Locatell, Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos*** e ***Profa. Dra. Eloíza Elena Della Justina,*** reuniram-se no dia 27 de abril de 2015, às 9 horas na sala Rosa Ester Rossini, Bloco 1N, sito no Campus Universitário José Ribeiro Filho, para avaliar a Dissertação de Mestrado intitulada **"Verificação do estoque de Carbono no Solo considerando diferentes coberturas vegetais e o uso da Terra no Município de Ariquemes-RO"**, da mestranda Márcia Bay, matrícula 201310048. Após a explanação da mestranda e arguição pela Banca Examinadora, a referida DISSERTAÇÃO foi avaliada e de acordo com as normas estabelecidas pelo Regimento do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia foi considerada APROVADA. Conforme determinação do Colegiado do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Geografia, a candidata tem o prazo de até 90 (noventa) dias, a contar desta data, para realizar as correções sugeridas pela banca e entregar as cópias definitivas de sua dissertação.

Porto Velho, 27 de abril de 2015.

Prof. Dr. Eliomar Pereira da Silva Filho
Orientador/presidente

Prof. Dr. Wanderley Rodrigues Bastos
Examinador externo

Profa. Dra. Marília Locatelli
Examinadora Interna/co-orientadora

Profa. Dra. Eloíza Elena Della Justina
Examinadora interna

Aos meus pais e familiares
pela dedicação, incentivo e
apoio constante para a
minha formação.
Obrigada

AGRADECIMENTOS

Escrever uma dissertação de Mestrado é uma experiência enriquecedora e de plena superação. Modificamo-nos a cada tentativa de buscar respostas às nossas aflições de ‘pesquisador’. Para aqueles que compartilham conosco desse parece uma tarefa interminável e enigmática que só se torna realizável graças a muitas pessoas que participam, direta ou indiretamente, mesmo sem saber realmente *o que* e *para que* nos envolvemos em pesquisa. E é a essas que gostaria de agradecer:

Agradeço a Deus, que nos deu o dom da vida e nos abençoou com a inteligência. Esteve ao meu lado durante toda a caminhada, dando forças quando já não havia, estimulando-me sempre a seguir em frente.

A meus pais, Teodozio e Josefina, pois de nada adiantaria minha caminhada se vocês não tivessem me ensinado os primeiros passos. Em todo o percurso, vocês estiveram presentes, mostrando-me a importância do estudo para ser um excelente profissional. Pai, Mãe, vocês são exemplos de vida e essa vitória também e de vocês.

A Fernanda, minha irmã companheira, que sempre esteve ao meu lado e é um exemplo de dedicação aos estudos que sempre me incentivou em momentos de desânimos e dificuldades.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa, sem a qual a realização deste sonho seria impossível.

Ao Departamento de Pós Graduação em Geografia por ter me dado à oportunidade de Cursar o Mestrado e aos Professores do Mestrado, minha eterna gratidão pelo apoio e pelos ensinamentos.

Ao meu orientador, Professor Doutor Eliomar Pereira da Silva, obrigado pela confiança depositada em mim e pela persistência para execução deste trabalho, muito importante para minha vida acadêmica e profissional cujo seus incentivos, conselhos e confiança, foram muito importantes para tornar este trabalho uma realidade e a Doutora Marília Locatelli por me auxiliar com carinho e dedicação nos momentos em que necessitei.

Enfim, a todos, muito obrigada!

Renda-se como eu me rendi. Mergulhe no que você não conhece como eu mergulhei. Pergunte, sem querer, a resposta, como estou perguntando. Não se preocupe em 'entender'. Viver ultrapassa todo o entendimento.

Clarice Lispector

RESUMO

Uma das preocupações mundiais da atualidade está ligada ao aquecimento global e suas formas de mitigação, onde os solos podem funcionar como fonte ou sequestrador de gases do efeito estufa para a atmosfera, dependendo do tipo de manejo adotado. Assim, o sequestro de carbono constitui uma das principais estratégias para a mitigação do aquecimento global. Neste sentido é finalidade deste trabalho avaliar o armazenamento de carbono em diferentes usos da terra, considerando quatro sistemas avaliados: reflorestamento **de *Tectona grandes*** Teca***, Brachiaria brizantha*** pastagem degradada pelo uso***, Saccharum ssp*** *ca*na-de-açúcar e floresta nativa visando valorar o aporte deste beneficio ambiental em suas sustentabilidades, determinando o melhor sistema com a avaliação de algumas propriedades físicas e químicas do solo e a relação desses com o teor de matéria orgânica e avaliando-se a dinâmica do estoque de carbono de fácil cultivo na região e que podem ser implantadas na agricultura familiar, em áreas já degradadas anteriormente, e produzir uma fonte de renda para o pequeno agricultor a partir de estimativas do estoque de carbono orgânico total em solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelado além de quantificar o estoque de carbono total em diferentes sistemas de cultivo nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade, em reflorestamento de ***Tectona grandis*** - Teca ***Brachiaria brizantha-*** pastagem degradada pelo uso ***Saccharum ssp*** cana-de-açúcar em comparação com solo da mata nativa. As coletas ocorreram no período compreendido entre dezembro de 2013 e janeiro de 2014 na fazenda Escola do Instituto Federal de Rondônia – *Campus* Ariquemes. Foram encaminhadas para a análise física e química em laboratório. O solo na cana de açúcar apresentou menor densidade em ambas às profundidades e a pastagem com maior densidade na profundidade de 0 - 20 cm, e na profundidade de 20 – 40 cm os maiores valores para a pastagem e a teca. Em todas as áreas a densidade aumentou e os estoques médios de carbono diminuíram com o aumento da profundidade, sendo este efeito mais evidente na mata nativa para o estoque médio de carbono que variou de 41,75 $Mg.ha^{-1}$ na camada de 0 - 20 cm para 25,55 $Mg.ha^{-1}$ na profundidade de 20 – 40 cm, seguido da pastagem de 42,03 $Mg.ha^{-1}$ para 29,58 $Mg.\ ha^{-1}$. Na cana de açúcar o conteúdo do estoque médio de carbono variou de 41,37 $Mg.ha^{-1}$ a 32,91 $Mg.ha^{-1}$ e para o cultivo de teca os valores observados para as duas profundidades variou de 39,97 $Mg.ha^{-1}$ a 29,82 $Mg.ha^{-1}$. Os resultados mostraram que para as áreas de cultivo de cana de açúcar, pastagem e a Teca possuem elevado potencial para estocar C no solo. Os resultados obtidos contribuíram para o melhor entendimento de possíveis alterações nas características da matéria orgânica do solo, fornecendo subsídios para a melhoria da qualidade do solo em áreas sob esses cultivos (Teca, *Brachiaria brizantha* e cana-de-açúcar) no Brasil, em especial para Rondônia, além de ajudar a estabelecer estratégias de manejo que promovam a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Matéria Orgânica do Solo. Efeito Estufa. Sequestro De Carbono. Densidade. Agricultura Familiar.

ABSTRACT

Currently, one of the world concerns are linked to global warming and ways of mitigation, where soils can act as a source or sequestering greenhouse gases into the atmosphere, depending on the type of management adopted. Thus, carbon sequestration is one of the main strategies for global warming mitigation.Taking these into account, the purpose of this study was to evaluate carbon sequestration in four different land use systems:Teak reforestation, *Brachiariabrizantha* pasture degraded by use, *Saccharum*sppsugar cane and native forestin order to value the contribution of this environmental benefit in their sustainability, determining the best system with evaluation of some physical and chemical soil properties and their relationship with the organic matter content and evaluating the dynamics of the carbon stockthat can be easily grown in the region and can be implanted in family farming in areas already degraded, and produce aincome source for small farmerswith estimates of total organic carbon stockin Red-Yellowish Oxisoland also quantify the total carbon stock in different systems cultivation in soil layers of 0-20 and 20-40 cm deep in *Tectonagrandis* – teak reforestation, brizantha- Brachiaria pastures degraded by use of Saccharumspp(sugar cane) compared to native forest soil.The samples were collected in the period between December 2013 and January 2014 on the farm School of the Federal Institute of Rondônia - Ariquemes Campus. Then samples were sent to physical and chemical analysis in the laboratory. The soil in sugarcane showed a lower density in both the depths and the pasture has the highest density in the depth 0-20 cm, and the depth 20-40 cm higher values for pasture and teak.In all areas the density increased and the average carbon stocks decreased with increasing depth, more evident effect on native forest for the average carbon stock ranged from 41.75 Mg ha^{-1} in the 0 - 20 cm to 25.55 Mg ha^{-1} on the depth 20-40 cm, followed by pasture 42.03 Mg ha^{-1} to 29.58 Mg. ha^{-1}. In sugar cane stock average carbon content ranged from 41.37 Mg.ha^{-1}-32.91 Mg ha^{-1} for the cultivation of teak values observed for the two depths ranged from 39.97 Mg. ha^{-1} to 29.82 Mg ha^{-1}. The results showed that in the areas of sugar cane cultivation, pasture and Teak have high potential for soil C stock. The results contributed to a better understanding of possible changes in the characteristics of soil organic matter, providing subsidies for improving soil quality in areas under these crops (Teak, *Brachiariabrizantha* and sugar cane) in Brazil, in particular to Rondônia, and help establish management strategies that promote environmental sustainability.

Keywords: Soil Organic Matter. Greenhouse Effect. Carbon sequestration. Soil Density. Family Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do protocolo de Quioto. 27

Figura 2 - Ciclo de um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) .28

Figura 3 – Percentual de Participação da agricultura familiar. 33

Figura 4 - Operacionalização do desenvolvimento rural sustentável. 38

Figura 5 - Mapa de localização do município de Ariquemes no estado de Rondônia. 49

Figura 6 - Mapa de localização da área do estudo no Município de Ariquemes.....51

Figura 7 - Mapa de precipitação média anual e hidrografia da área de estudo no município de Ariquemes - RO 52

Figura 8 - Mapa de Uso do Solo na Área de Estudo.. 54

Figura 9 - Mapa de vegetação da área de estudo.....57

Figura 10 - Mapa Geológico da Área de Estudo.....59

Figura 11 - Mapa de Aptidão Agrícola da Área de Estudo.....61

Figura 12 - Mapa de Geomorfológico da Área De Estudo..... 63

Figura 13 - Mapa da Distribuição das Principais Áreas de Ocorrência de Latossolos Amarelos e Vermelho Amarelos no Brasil. 65

Figura 14 - Latossolo Vermelho Amarelo. 67

Figura 15 - Mapa de Solos da Área de Estudo 69

Figura 16 - Mapa de Localização dos Pontos de Coleta das Amostras. 72

Figura 17 - Representação dos Pontos de Coletas nas Áreas.. 73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estoques de C observados em pesquisas realizadas por diferentes autores e a comparação com dados observados nesta pesquisa.....94

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Determinação da densidade aparente. 75

Equação 2 - Dicromato em meio ácido. 76

Equação 3 - Dicromato em excesso de Ferro II (Fe^{2+}). 76

Equação 4 - Determinação do teor de carbono no solo. 76

Equação 5 - Determinação do estoque de carbono no solo. 77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores médios da densidade aparente ($g.cm^{-3}$), nas diferentes profundidades do solo em mata nativa, cana de açúcar, pastagem e teca. _____ 82

Gráfico 2 - Matéria orgânica($g.dm^{-3}$) no solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas áreas de floresta, cana de açúcar, pastagem e teca. _____ 87

Gráfico 3 - Teor de carbono no solo($g.dm^{-3}$) nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas áreas de floresta, cana de açúcar, pastagem e teca. _____ 89

Gráfico 4 - Média de estoque de carbono ($Mg.ha^{-1}$) no solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas áreas de floresta, cana de açúcar, pastagem e teca. _____ 91

Gráfico 5 - Variação do estoque de carbono para os diferentes usos da terra. _____ 96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais reservatórios de carbono na terra. 39

Tabela 2 - Teores de areia, silte e argila presentes nas áreas estudadas. 81

Tabela 3 – Valores médios da densidade aparente ($g.cm^{-3}$), nas profundidades do solo em floresta nativa, cana de açúcar, pastagem e teca. 822

Tabela 4 - Teores de Carbono, Matéria Orgânica e Estoque de Carbono para as profundidades 0-20 e 20-40 cm nos diferentes cultivos. 85

Tabela 5 - Taxa de adição ou perda de C dos diferentes usos da terra em relação a floresta nativa. 96

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 - Perfil do solo no IFRO do ponto 4 da coleta – Área de Pastagem.....73

FOTO 2 - Coleta de Solo para Determinação de Carbono. 74

FOTO 3 - Amostra para densidade.....74

FOTO 4 - Áreas das coletas - respectivas: pastagem, teca, mata nativa e, cana de açúcar.....80

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

C - Carbono

CAN - *Saccharum Ssp*cana-de-açúcar

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CO_2 - Dióxido de Carbono

COT - Carbono Orgânico Total

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

FMN - Floresta da Mata Nativa

FUNCAF - Fundo de Carbono Para Agricultura Familiar

GEEs - Gases do Efeito Estufa

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

***l*CER** – Long-Term Certified Emission Reductions

IFRO - Instituto Federal de Rondônia

IMAZON - *Instituto* do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

MEC - Ministério da Educação

$Mg.ha^{-1}$ – Megagrama por hectare

MOS - Matéria Orgânica do Solo

PDE - *Brachiaria Brizantha*-Pastagem Degradada Pelo Uso

PIB - Produto Interno Bruto

PRONAF - Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar

RCE - Redução Certificada de Emissão

REF - Reflorestamento de *Tectona grandis –Teca*

tCER *– Temporary Certified Emission Reductions*

UNFCCC - Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima

USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 20

OBJETIVOS E ESTRUTURA DO TRABALHO..... 23

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 24

1.1 AQUECIMENTO GLOBAL E EFEITO ESTUFA 24

1.2 PROTOCOLO DE QUIOTO..... 25

1.3 MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – MDL 27

1.4 CRÉDITOS DE CARBONO..... 29

1.5 AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO 30

1.6 AGRICULTURA FAMILIAR E O SEQUESTRO DE CARBONO..... 31

1.6.1 Aprofundando o Conceito e Características e Agricultura Familiar 31

1.6.2. O Sequestro de Carbono na Agricultura Familiar 34

1.6.3. AGRICULTURA FAMILIAR E SUSTENTABILIDADE 36

1.7 RESERVATÓRIO DE CARBONO..... 38

1.8 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO (MOS) 40

1.9 CARBONO NO SOLO 41

1.10 FLORESTAS E BALANÇO DE CARBONO 42

1.11 REFLORESTAMENTO E SEQUESTRO DE CARBONO 43

1.12 CANA DE AÇÚCAR E SEQUESTRO DE CARBONO 46

1.13 PASTAGEM E ESTOQUE DE CARBONO 47

CAPÍTULO 2 - **ÁREA DE ESTUDO**.....48

2.1 LOCALIZAÇÃO.....48

2.2 CLIMA E HIDROGRAFIA 51

2.3 ASPECTOS GEOLOGICOS.....53

2.4 GEOMORFOLOGIA 55

2.5 PEDOLOGIA.....58

2.6 APTIDÃO AGRÍCOLA 64

2.7 VEGETAÇÃO.....66

2.8 USOS DO SOLO.....68

CAPITULO 3 – **PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS**.....**70**

3.1 MATERIAIS 70

3.2. MÉTODOS.....71

3.2.2.Metodologia de Amostragem de Campo 73

3.3 ANÁLISES FÍSICAS.....74

3.3.1 Análise Granulométrica.....74

3.3.2. Densidade 75

3.4 ANÁLISES QUÍMICAS.....75

3.4.1. Matéria Orgânica.....75

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....77

3.6 COMPARAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO DOS DIFERENTES TIPOS DE USO COM A FLORESTA NATIVA (ESTC).....77

CAPITULO 4 - RESULTADOS **.....79**

4.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FÍSICAS DOS PERFIS ANALISADOS ..79

4.2 DENSIDADE DO SOLO 81

4.3 Análise da Matéria Orgânica nas Diferentes Parcelas. 86

4.4 CONCENTRAÇÕES DE TEOR CARBONO NO SOLO 87

4.4.1. Estoque de Carbono no Solo 90

4.5 COMPARAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO NOS DIFERENTES TIPOS DE USO DA TERRA COM A MATA NATIVA (ESTC). 95

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....98

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 100

INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com o meio ambiente está em destaque devido às rápidas e catastróficas mudanças climáticas ocorridas nos últimos tempos. Estudos científicos apontam que, caso a concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera continue crescendo, a temperatura média da Terra vai aumentar. Nesse sentido, verifica-se que vários encontros e conferências pautam as discussões nas mudanças climáticas, desequilíbrios do meio ambiente, efeito estufa, aquecimento global, desenvolvimento sustentável mundial, enfim, assuntos que envolvam a situação em que o planeta Terra se encontra e, mais, há um esforço global que se manifesta em documentos e protocolos assumidos pelas nações. Destes, o documento mais significativo foi o Protocolo de Quioto (1997) que teve como finalidade propor medidas para conter ou reverter o acúmulo de gases do efeito estufa (GEEs) na atmosfera.

Na região da floresta Amazônica, não se verifica até o momento nenhum aumento significativo da temperatura. No entanto modelos mostram para região até o ano de 2100, um possível aumento de temperatura entre 4º C a 8º C e um decréscimo de 15 a 20 % na pluviosidade de acordo com o cenário A_2 (altas emissões) , e uma outra possibilidade com aumento entre 3ºC a 5ºC de temperatura e uma diminuição de precipitação entre 5 a 15% com base no cenário B_2 (baixas emissões) (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas 2007).

Algumas alternativas podem contribuir para a contenção de GEEs, como a fixação ou sequestro de carbono (C) pelos sistemas florestais, através da preservação de florestas nativas, da implantação de florestas nativas ou exóticas, implementação de sistemas agroflorestais, recuperação de áreas degradadas e, principalmente, conservação e/ou incremento dos estoques de C no solo (SANDI, 2009). O Brasil, como é sabido, destaca-se devido aos recursos florestais que possui, pois segundo estudos recentes, um dos maiores depósitos de carbono do mundo está na Floresta Amazônica não perturbada, estocado na forma de madeira (SANTOS, 2007). O aumento dos níveis de dióxido de carbono na atmosfera, segundo Houghton (1994), é em função das emissões a partir da queima de combustíveis fósseis, mudanças do uso da terra e absorção de dióxido de carbono pelos oceanos e pelos ecossistemas terrestres.

Segundo Scholes e Breemen (1997 apud SANTOS, 2007), a transformação de sistemas naturais em áreas agrícolas ou pastagens associado ao desflorestamento representa,

nas regiões tropicais, uma importante causa do aumento da concentração de gás carbônico atmosférico, com efeitos sobre alterações climáticas em escala global.

A rápida degradação do solo sob exploração agrícola no mundo, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou nas últimas décadas, a preocupação com a qualidade do solo e a sustentabilidade da exploração agrícola. Há várias maneiras pelo qual o manejo apropriado da biosfera, particularmente do solo, pode resultar em significativa redução no aumento dos gases de efeito estufa (GARRITY et al., 2001). Há consenso na comunidade científica internacional sobre o seguinte aspecto: se não houver nenhuma ação mitigadora, os efeitos da mudança climática serão devastadores, onde ocorrerá aumento na incidência de temporais intercalados por anos de seca prolongada (FEARNSIDE, 2001).

De acordo com Batjes e Sombroek 1997, os solos constituem um dos cinco principais reservatórios de carbono, juntamente com os oceanos, a camada geológica, atmosfera e biomassa terrestre. O solo é o terceiro maior reservatório de carbono no planeta terra (EMBRAPA, 2007). Para Santos (2007) os solos são essenciais no estoque de carbono representando aproximadamente 75% do acúmulo de carbono no ecossistema terrestre.

Como resultado do esforço de diversas conferências entre nações mundiais, foi criado uma política de mercado de carbono, envolvendo as questões ambientais. Essa política vem ganhando força à medida que se caminha para a ratificação do protocolo de Quioto. Uma das maneiras de se reduzir as emissões de GEE, responsáveis em grande parte pelas mudanças climáticas, é através da comercialização de créditos de carbono. Esses créditos, comercializados na forma de certificados de redução de emissões, são provenientes de projetos de sequestro de carbono, considerados “projetos limpos”, por reduzirem de alguma forma as emissões desses gases (SCARPINELLA, 2002).

Cabe assinalar que, dentro do protocolo, foram estabelecidos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) que tem por objetivo de viabilizar a redução da emissão dos gases do efeito estufa dos países desenvolvidos com a pretensão de que pequenos proprietários rurais, de forma sustentável, ampliem suas rendas com a comercialização de créditos de carbono, utilizando o MDL, sem a necessidade de se fazer desflorestamentos e queimadas.

Portanto, nos termos do Protocolo de Quioto, serviços ambientais de “não poluir” ou “despoluir o ambiente” através de reflorestamentos e sequestro de CO_2, podem ser transformados em tCERs e lCERs e comercializados junto ao mercado internacional (PESSOA, 2008).

A intervenção humana através de práticas agropecuárias e outros sistemas de manejo reduzem o estoque de carbono da terra a patamares muito inferiores ao encontrado em condições de mata nativa, além de proporcionar condições físicas do solo inferiores ao solo mantido sob mata nativa. No Brasil, aproximadamente 75% das emissões de CO_2 para a atmosfera são derivadas de práticas agrícolas, que totalizam um terço das exportações do setor primário (INPE, 2008). O carbono desempenha funções essenciais no solo, relacionados a seus atributos químicos, físicos e biológicos indispensáveis para a estabilidade e sustentabilidade de ecossistemas naturais, agro ecossistemas e florestais.

Os ecossistemas terrestres que compreendem a vegetação e o solo são considerados atualmente como um grande sumidouro de carbono, especialmente os solos, que:

> [...] dependendo das condições climáticas e, sobretudo, do tipo de manejo adotado. Nessas circunstâncias, mesmo a agricultura sendo a grande "vilã" (para alguns autores), pois exige, para sua prática, a retirada da cobertura vegetal natural e, em muitos casos a queimada para completar a limpeza da área, não é permissível pensar em extinguir o modelo vigente de produção agrícola, levando em consideração a grande quantidade de nascimentos que acontecem por dia em todo planeta. Dessa forma, é preciso pensar em modelos que evitem e minimizem os impactos causados pela agricultura (ROSENDO, 2010).

É primordial aperfeiçoar a produção das áreas já em processo de exploração, evitando o avanço sobre as áreas remanescentes, o que permite a preservação da grande biodiversidade.

A matéria orgânica do solo (MOS) é um importante componente do ciclo terrestre do C e Diekow (2003, p. 1) afirmou que "está intimamente relacionada com o funcionamento normal deste na natureza. Dessa forma, manter ou incrementar o estoque de MOS são requisitos fundamentais para garantir a qualidade do solo e a sustentabilidade do sistema agrícola".

Segundo Schumacher, Konig e Kleinpaul (2004, p. 125): o teor de MOS é condicionado principalmente por fatores edafoclimáticos, mas também, é bastante sensível às práticas de manejo, principalmente nas condições tropicais e subtropicais, onde prevalece uma condição de elevada temperatura e precipitação. A partir destes dados evidencia-se a importância das práticas de manejo que aumentam o aporte de resíduos orgânicos ao solo, ou por outro lado, retardam a decomposição MOS, o que potencializará a fixação de C.

Nessa conjuntura este tipo de pesquisa é essencial, tendo em vista a, necessidade da produção de alimentos em conformidade com as preocupações ambientais, de forma a elevar o aproveitamento das terras já destinadas a agricultura. A hipótese deste estudo baseia-se na premissa que o reflorestamento, plantações de cana de açúcar e de pastagem podem realizar sequestro de COS em relação às florestas nativas e consequentemente avaliar se o potencial

de sequestro varia com a espécie florestal plantada. Este tipo de pesquisa é de suma importância, tendo em vista a necessidade da autossuficiência financeira da agricultura familiar junto com as preocupações ambientais, de forma a elevar o aproveitamento de terras já destinadas à agricultura, bem como preservar as áreas de vegetação natural ainda restante, levando-se em conta o potencial em estocar/sequestrar C reconhecidamente atribuídos a diversos usos da terra, com manejo adequado.

Nesse contexto, busca-se avaliar a variabilidade do estoque de carbono no solo considerando diferentes coberturas vegetais e o uso da terra no município Ariquemes-RO. Assim comparar mudanças no teor de estoque de carbono em diferentes usos da terra, visando à possibilidade de sua utilização na agricultura familiar. Em primeiro momento analisando a textura do solo da região, densidade aparente em diferentes usos da terra para identificação do tipo de solo local e assim levantar em qual uso da terra que se obtém um maior teor no estoque de carbono no solo dessa região.

OBJETIVOS E ESTRUTURA DO TRABALHO

Objetivo Geral

Avaliar a variabilidade do estoque de carbono no solo considerando diferentes coberturas vegetais e o uso da terra no município de Ariquemes-RO.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar e comparar mudanças no teor de estoque de carbono em diferentes usos da terra, assim levantar informações que possibilitem a utilização na agricultura familiar regional;
- Analisar a textura do solo da região, densidade aparente em diferentes usos da terra;
- Levantar em qual uso da terra que se obtém um maior teor no estoque de carbono no solo dessa região.

A partir destes objetivos o trabalho foi estruturado da seguinte forma: Na introdução fazemos a apresentação do trabalho, justificativa e seus objetivos. No primeiro capítulo é a revisão bibliográfica, onde foram apresentados os conceitos de aquecimento global e efeito

estufa, protocolo de Quioto, mecanismos de desenvolvimento limpo – MDL créditos de carbono, agricultura familiar e o sequestro de carbono, reservatório de carbono, matéria orgânica do solo, carbono no solo, florestas, reflorestamento, cana de açúcar e pastagem. Na sequencia no segundo capítulo, uma breve descrição da área de estudo como: clima e hidrografia, usos do solo, vegetação, aspectos geológicos, aptidão agrícola, geomorfologia e pedologia. No terceiro capítulo é a apresentação dos materiais e os métodos empregados na presente pesquisa, bem como os dados utilizados e procedimento para a obtenção dos dados obtidos na pesquisa. No quinto capítulo, são mostrados os resultados e discussão procurando explicitar todos os objetivos específicos e comparando com outros estudos. Por fim, são as conclusões sobre o trabalho e algumas sugestões possíveis para os resultados obtidos.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 AQUECIMENTO GLOBAL E EFEITO ESTUFA

O aquecimento global, tema que preocupa algumas nações mundiais, não é algo se possa chamar de inédito, primeiramente, porque ele está ligado à intensificação de um fenômeno existente há muitos milhões de anos, o efeito estufa. Em segundo lugar, diversos são os registros de preocupações científicas relacionadas com o aumento desses gases e, consequentemente, da temperatura média da terra, em razão de atividades humanas, cujo marco inicial pode ser a revolução industrial ou mesmo datas bem anteriores (AVZARADEL, 2008).

A atmosfera é constituída por uma mistura de gases, onde se destacam em maior porcentagem o nitrogênio (N_2) e o oxigênio (O_2). E em menores quantidades os que constituem os “gases de efeito estufa”, como o como o dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), juntamente com o vapor d’água (H_2O), no entanto, a atenção prioritária é dedicada ao dióxido de carbono, uma vez que o volume de suas emissões para a atmosfera representa algo em torno de 55% do total das emissões de gases de efeito estufa e o tempo de sua permanência na atmosfera, é de pelo menos 10 décadas (GABETTA, 2006).

Sendo o vapor d'água o gás mais importante para o efeito estufa (representando 3 a 4% do volume da atmosfera), e o CO_2, o segundo em importância, ocupando apenas 0,035% do volume da atmosfera. "Esses gases recebem tal denominação por apresentarem a propriedade de reter o calor, da mesma forma que os vidros de um carro fechado ou o revestimento de uma estufa sob a incidência do sol" (BNDES,1999). Uma importante contribuição de Yu (2004) ao afirmar que:

> O CO_2 é o principal gás causador do efeito estufa e está presente nos quatro principais reservatórios de C: a atmosfera, os oceanos, os depósitos de combustível fóssil e a biomassa terrestre e solo. Portanto, no balanço global de C na atmosfera de nosso planeta, dos 6,3 Gt C. ano-1 emitidos no período de 1989 a 1998, 3,3 Gt C permanecem na atmosfera, provocando o aumento do efeito estufa e o restante é reabsorvido pelos oceanos e pela biota terrestre (YU, 2004, p.20).

Nesse sentido, se consideram que a concentração dos GEEs gerada em grande parte por atividades econômicas e industriais poderá causar um aumento da temperatura média do planeta entre 3 a 5°C nos próximos 100 anos. Além dos efeitos diretos do aquecimento global, podem ocorrer outros como o empobrecimento da biota, com extinção de algumas espécies animais e vegetais e aumento da aridez dos solos, acarretando problemas para a humanidade como a sede e a fome, obrigando populações inteiras a migrar levando países a conflitos (RENNER, 2004). Deve-se destacar que o último relatório do IPCC (2013) tinha três mensagens principais: a mudança climática em pleno processo de acontecimento; as ações dos seres humanos possuem influência; e, preciso agir com urgência. São mudanças cruciais e decisões que são relevantes para o processo com um clima sustentável e com menos impacto de eventos como os desastres naturais.

O tempo apresenta-se como um fator agravante para ações capazes de minorar questões relativas à mudança climática global, mas a questão decisiva diz respeito ao compromisso e responsabilidade de todos em relação às mudanças climáticas, sobretudo às nações com poder e condições de frear tais consequências que podem ser desastrosas. Nesse contexto tem-se como opção para "sequestro de carbono" a agricultura e o reflorestamento, que pode ser considerada uma das mais importantes alternativas, em particular para o Brasil, devido a seu potencial de mitigação do efeito estufa e contribuição para o Desenvolvimento Sustentável Brasileiro.

1.2 PROTOCOLO DE QUIOTO

Os problemas decorrentes das questões climáticas e ambientais atingem globalmente todas as nações indistintamente. Neste sentido, quaisquer medidas no sentido de conter as

graves consequências naturais devem refletir um esforço conjunto. Por tais razões, passa-se a apreciar o advento do Protocolo de Quioto por sua importância e pertinência temática.

O Protocolo de Quioto foi o resultado da 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada no Japão, em 1997. Entrou em vigor em fevereiro/2005. A conferência reuniu representantes de 166 países para discutir providências em relação ao aquecimento global. Em 1997 é adotado o Protocolo de Kyoto, no Japão, o mais importante acordo ambiental feito pela ONU. Segundo ele, até 2012, trinta e oito países industrializados precisam reduzir em 5,2% as emissões de gases de efeito estufa, entre eles o CO_2.

Aspecto importante do protocolo, que cabe aqui ser salientado, é que apenas os países ricos, do chamado Anexo I, são obrigados a reduzir suas emissões. Países em desenvolvimento, como Brasil, China e Índia, grandes emissores de gases poluentes, podem participar do acordo, mas não existem obrigações de redução previamente estabelecidas.

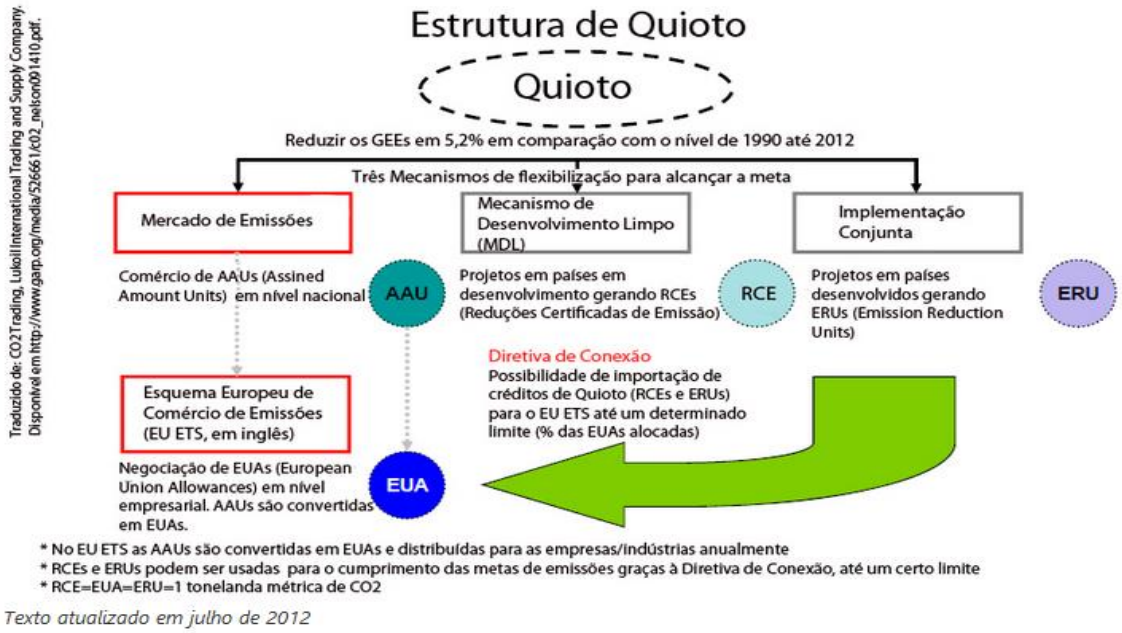
> Para os Países não listados no Anexo I[1], chamados de Países do Não-Anexo I, incluindo o Brasil, foram estabelecidas medidas para que o crescimento necessário de suas emissões fosse limitado pela introdução de medidas apropriadas, contando, para isso, com recursos financeiros e acesso à tecnologia dos países industrializados (ABREU, 2012).

Ribeiro (2005) relata ainda que o Protocolo de Quioto tem entre seus pontos básicos propor mecanismos para remoção ou redução dos GEEs; estabelecimento de limites de emissões de GEEs para cada parte envolvida e determinação de quotas de redução de GEEs para os países.

> Vale destacar que o Protocolo de Quioto prevê três mecanismos de flexibilização, com a intenção de ajudar os países Anexo I no alcance da meta de redução de emissões: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os dois primeiros se aplicam aos países do Anexo I da Convenção, ao passo que o último, o MDL, se aplica também aos países não-desenvolvidos. Anexo I, a figura abaixo ilustra a estrutura do Protocolo de Quioto. (ABREU, 2012).

[1] Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Europeia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheco-Eslovaca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia

Figura 1 - Estrutura do protocolo de Quioto.



Fonte: INSTITUTO CARBONO BRASIL (2014)

1.3 MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO – MDL

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) foi criado pela Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*) como uma maneira de ajudar os países a cumprirem as metas do Protocolo de Quioto (Artigo 12). De acordo com o artigo 12 do Protocolo de Quioto, parágrafo 2º, o objetivo do MDL:

> [...] é estimular a produção de energia limpa, como a solar e a gerada a partir de biomassa, removendo o C da atmosfera. As ações em relação ao MDL relacionam-se ao sequestro de C atmosférico, sendo que este se refere ao processo de mitigação biológica das plantas em absorver CO_2 do ar e fixá-lo em outros ambientes, como a serapilheira, o solo, etc. (RIBEIRO, 2005, pg.92).

A proposta de MDL, conforme se depreende, consiste na implantação de um projeto em um país em desenvolvimento com o objetivo de diminuir as emissões de gases do efeito estufa (GEEs) favorecendo o desenvolvimento sustentável local. Cada tonelada de CO_2 equivalente deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera se transforma em uma unidade de crédito de carbono, chamada Redução Certificada de Emissão (RCE) (ABRAF, 2009). Este mecanismo de mercado permite desenvolver projetos por meio dos quais a emissão de gases de efeito estufa seja amenizada ou reduzida.

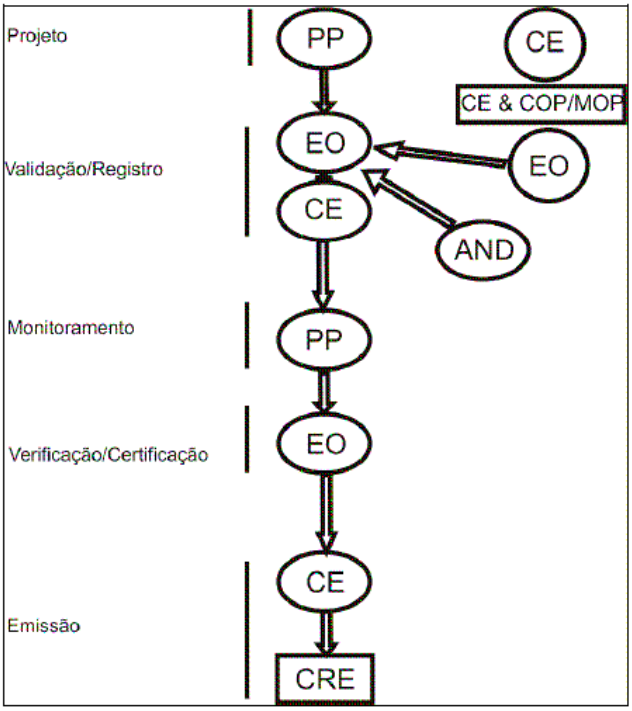
Deste processo resultam os Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) que podem ser vendidas (cada RCE equivale a 1 (uma) tonelada de CO_2 e) às empresas de países obrigados a

reduções de poluentes na atmosfera pelo Protocolo de Quioto em seu anexo I (GARCIA, 2009).

Deve-se aclarar que a compra de RCEs não significa que o direito de poluir é livre. Cada país que deve reduzir a emissão de poluentes deve cumprir com o seu dever, sendo os projetos de MDL apenas um complemento para a redução de poluentes.

De acordo com Tomaselli (2005), para se credenciar na obtenção de recursos faz-se necessário seguir um processo de encaminhamento, análise para validação, monitoramento, verificação e registro para depois emitir os certificados, como esquematizado na figura 2.

Figura 2 - Ciclo de um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)



Fonte: SCARPINELLA (2002)
Onde: PP – Participantes do Projeto
EO – Entidade Operacional
CE – Comitê Executivo
AND – Autoridade Nacional Designada
COP/MOP – Conferência das Partes/Membros das Partes
CRE – Certificados de Redução de Emissões

1.4 CRÉDITOS DE CARBONO

Didaticamente demonstrou-se até aqui os problemas emergentes das mudanças climáticas, da intervenção humana e o compromisso assumido no Protocolo de Quioto para conter tais avanços nocivos ao meio ambiente. Assim, a questão do crédito de carbono destaca-se como importante política destinada a estancar as consequências das destruições ambientais.

Segundo Meneguim (2012) com o Protocolo de Quioto, os países industrializados deverão reduzir suas emissões de GEE em relação às emissões de 1990. O Protocolo estabeleceu três mecanismos inovadores, conhecidos como Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Os dois primeiros são exclusivos dos países que possuem metas obrigatórias, o que não é o caso do Brasil. Somente no caso do MDL é que existe a finalidade de contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países em desenvolvimento. O comércio de emissões é um sistema global de compra e venda de emissões de carbono, baseado no esquema de mercado *cap-and-trade*. A expressão *cap-and-trade*, que na tradução livre seria algo como "limite e negociação", é usada para denominar um mecanismo de mercado que cria limites para as emissões de gases de um determinado setor ou grupo. Com base nos limites estabelecidos, são lançadas permissões de emissão e cada participante do esquema determina como cumprirá estes limites.

Segundo Lombardi (2008) e o Instituto Brasil Carbono (2012) o Mercado de Créditos de Carbono ganhou notoriedade a partir do Protocolo de Quioto, pois a partir das discussões e decisões em Quioto que deram origem a vários movimentos que proporcionaram um mercado relacionado às emissões de GEEs, criando, inclusive, o Fundo Protótipo de Carbono em abril de 2000, o que se traduz pela parceria entre 17 empresas e 6 governos gerido pelo Banco Mundial com o propósito de congregar, o dinheiro dos participantes aos projetos de MDL.

> Deste modo, teve início um mercado de carbono efetivo por meio de uma commoditie comercializável para as reduções de emissões de GEEs, isto sendo possível pela determinação de padrões comuns em um mercado definido. O sistema envolvendo a padronização cria um sistema de comércio que pode ser utilizado para facilitar estes negócios. Assim, alguns aspectos foram analisados para a implementação de um mercado de carbono, são eles: o estabelecimento das toneladas de carbono equivalente; identificação dos direitos sobre essa commoditie; metas de redução de emissão de GEEs; regulamentação para o acompanhamento das emissões de GEEs; cálculo dos benefícios dos programas de redução e remoção de emissões de GEEs (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2012).

Todos os bônus, cotado em dólares, equivale a uma tonelada de poluentes. Quem não cumpre as metas de redução progressiva estabelecidas por lei, tem que comprar certificados

das empresas mais bem sucedidas. O sistema tem a vantagem de permitir que cada empresa estabeleça seu próprio ritmo de adequação às leis ambientais.

Estes certificados podem ser comercializados por intermédio das Bolsas de Valores e de Mercadorias. (KHALILI, 2003). Como o exemplo do *Clean Air* de 1970, os contratos na bolsa estadunidense (*Emission Trading - Joint Implementation*). Ebling e Yasue (2007), afirmam que a conservação de grandes florestas como a amazônica pode gerar lucro de bilhões de dólares por ano, estes ainda afirmam que a colocação em prática de mecanismos financeiros, no mercado de carbono, deve ser estimulada para evitar a destruição de áreas de grandes florestas.

Segundo a Revista do CREA-RO (2014), Rondônia tem o segundo maior projeto de sequestro de carbono indígena no mundo. O projeto surgiu como uma alternativa de financiamento e geração de renda para a população indígena. Os moradores da Terra Indígena Sete de Setembro, que abrange 248 mil hectares de florestas em Rondônia e Mato Grosso, trabalham na preservação da Amazônia, evitando que ela seja desmatada, e também no reflorestamento de áreas que tenham sido degradadas. O objetivo é "sequestrar" o carbono, ou seja, evitar que ele seja liberado para a atmosfera. O projeto, amplamente benéfico ao meio ambiente, auxilia famílias e redistribui o carbono para quem sabe qual fim dar no material poluente.

1.5 AGRICULTURA DE BAIXA EMISSÃO DE CARBONO

O Brasil ratificou o Protocolo de Quioto e, portanto, nessa condição deve envidar esforços para cumprir os planos e metas assumidas que passam por políticas públicas e sustentabilidade ambiental, opção por matrizes energéticas não poluentes, dentre outras. Nesse sentido, governo brasileiro está implantando diferentes ações, como a redução do desmatamento da Amazônia e do Cerrado, a ampliação da eficiência energética e a adoção, em larga escala, de práticas sustentáveis na agricultura (CORDEIRO et al, 2011).

Através dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do Desenvolvimento Agrário (MDA) o Governo brasileiro elaborou o Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono em 2012, onde afirmou que:

> No caso específico da agricultura, os compromissos se referem à expansão da adoção ou do uso de tecnologias para mitigar emissões de GEE e, em contrapartida, promover a retenção ou remoção de CO_2 na biomassa e no solo. A esse conjunto de tecnologias denominou-se "Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Em 9 de dezembro de 2010, foi publicado o Decreto no 7.390, que regulamenta os artigos 6º, 11 e 12 da Lei no 12.187. Para efeito dessa regulamentação no caso específico da agricultura, ficou estabelecida a constituição do Plano Setorial para a Consolidação

> de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também denominado Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC) [...]O ABC está estruturado em seis ações: 1) Recuperação de Pastagens Degradadas; 2) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF); 3) Sistema Plantio Direto (SPD); 4) Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); 5) Florestas Plantadas; e 6) Tratamento de Resíduos Animais. (BRASIL/MAPA/MDA, 2012, p. 87).

1.6 AGRICULTURA FAMILIAR E O SEQUESTRO DE CARBONO

1.6.1 Aprofundando o Conceito e Características e Agricultura Familiar

Eleita como tema do ano de 2014 pelos 193 países membros da ONU - Organização das Nações Unidas, a Agricultura Familiar tem importância estratégica para a inclusão produtiva, para a segurança alimentar e para a erradicação da pobreza no mundo. A nomeação de 2014 como o Ano Internacional da Agricultura Familiar é considerada uma vitória das 350 organizações, de 60 países, ligadas ao setor que apoiaram a campanha Family Farming Campaign*, iniciada em 2008 (MACIEL, 2013).

A agricultura familiar tem características próprias, contudo a tarefa de defini-la se faz complexa, pois complexa é a própria estrutura rural dada à diversidade de atividades desenvolvidas no meio, segundo Garcia Filho (2000, p. 09) tal complexidade "resulta na existência de distintos tipos de produtores, que se diferenciam tanto pelas suas condições socioeconômicas e por seus critérios de decisão, quanto pelos seus sistemas de produção e pelas suas práticas agrícolas".

Para Altafin (2007):

> Agricultura familiar não é propriamente um termo novo, mas seu uso recente, com ampla penetração nos meios acadêmicos, nas políticas de governo e nos movimentos sociais, adquire novas significações. Quando o poder público implanta uma política federal voltada para este segmento, o Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF (BRASIL, 1996) ou quando cria a Lei 11.326/2006, a primeira a fixar diretrizes para o setor (BRASIL, 2006), a opção adotada para delimitar o público foi o uso "operacional" do conceito, centrado na caracterização geral de um grupo social bastante heterogêneo. Já no meio acadêmico, encontramos diversas reflexões sobre o conceito de agricultura familiar, propondo um tratamento mais analítico e menos operacional do termo.

O que diferencia a agricultura familiar das outras formas de agricultura é a presença da relação que se estabelece entre terra, trabalho e família, o conceito elaborado pelo Instituto

Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) considera essa tríade definindo-a da seguinte forma:

> A agricultura familiar pode ser definida a partir de três características centrais: a) a gestão da unidade produtiva e os investimentos nela realizados são feita por indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de casamento; b) a maior parte do trabalho é igualmente fornecida pelos membros da família; c) a propriedade dos meios de produção (embora nem sempre da terra) pertence à família e é em seu interior que se realiza sua transmissão em caso de falecimento ou de aposentadoria dos responsáveis pela unidade produtiva (INCRA/FAO, 1996, p. 4).

Em síntese recorrem-se as palavras de Carneiro (1999, p. 329) "por agricultura familiar entende-se, em termos gerais, uma unidade de produção onde trabalho, terra e família estão intimamente relacionados".

Andrioli (2013) traz importante contribuição para o entendimento que se busca:

> A agricultura familiar é constituída por famílias de agricultores que com o seu próprio trabalho vêm produzindo alimentos. São duas características importantes a destacar: a) na agricultura familiar é o próprio trabalho da família que é responsável pela geração de valor, diferente da agricultura patronal, na qual há uma relação típica de exploração de trabalho alheio de empregados ou trabalhadores assalariados; b) a agricultura familiar é responsável pela maior parte da produção de alimentos, principalmente por sua característica de integrar a produção e o consumo. Agricultores familiares, portanto, ao mesmo tempo em que produzem, eles também consomem parte de sua produção.

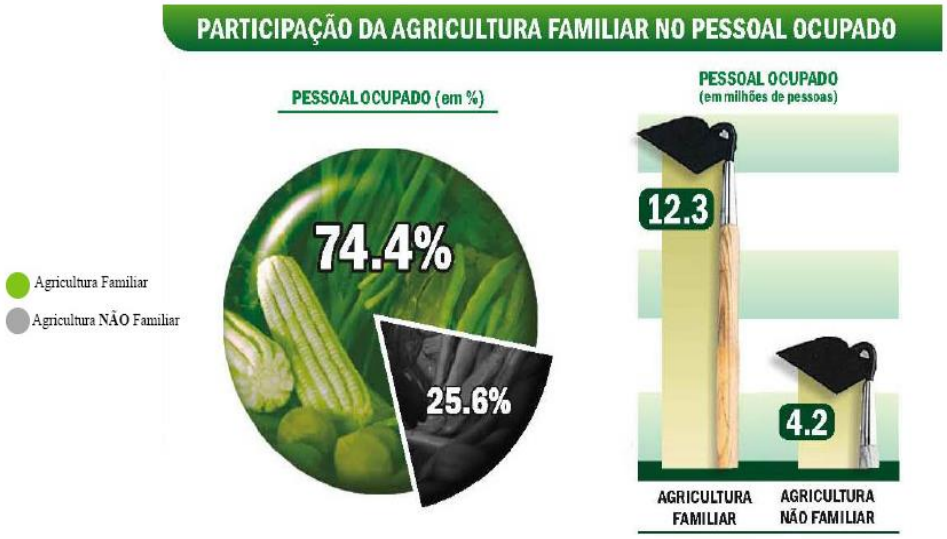
A agricultura familiar surge no Brasil como uma alternativa de produção contrária à monocultura e ao latifúndio instalado desde o período colonial, pois esta se caracteriza pela ocupação de pequenas porções de terras e grande parte de sua produção é destinada ao consumo familiar, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2013):

> No Censo Agropecuário de 2006 foram identificados 4.367.902 estabelecimentos de agricultura familiar. Eles representavam 84,4% do total, mas ocupavam apenas 24,3% (ou 80,25 milhões de hectares) da área dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Já os estabelecimentos não familiares representavam 15,6% do total e ocupavam 75,7% da sua área (IBGE, 2013)

Observa-se, na figura 3, que o número de propriedades rurais familiares é significativamente maior que as propriedades não familiares e a área ocupada muito menor, logo, mais pessoas usufruem da produção e a degradação ambiental é bem menor uma vez que ocupa áreas menores. Embora haja uma tendência de redução de pessoas ocupadas na agropecuária brasileira como um todo desde 1985, a agricultura familiar foi capaz de reter um

maior número de ocupações que a agricultura não familiar. O número total de pessoas ocupadas na agricultura familiar em 2006 é mais de duas vezes superior ao número de ocupações geradas pela construção civil (IBGE, 2006).

Figura 3 – Percentual de Participação da agricultura familiar.



Fonte: IBGE Censo Agropecuário 2006.

A utilização do termo agricultura familiar data da década de 1990, quando o êxodo rural se configurou em um problema para os centros urbanos, pois com a chamada revolta verde iniciada na década de 1950 o governo começou a incentivar a monocultura, prática característica dos grandes latifúndios, o pequeno agricultor se fez refém desta política ficando à mercê da pobreza rural sujeitando-se a evadir-se do campo para as grandes cidades.

> O processo de modernização, também foi responsável pela inviabilidade da produção, pela baixa competitividade e pelo baixo poder de barganha das propriedades de nível familiar, obrigando muitos desses produtores a venderem suas terras para aventurarem-se nos pequenos, médios e grandes centros urbanos ou sendo obrigados a viver em condições de miséria rural abandonados pelos programas excludentes de incentivo a modernização da agricultura (SILVA e JESUS, 2013).

Para Carneiro (1999), a visão da agricultura familiar mudou de atrasada por ser desprovida de muitas das tecnologias, para potencialidade, por oferecer a oportunidade de o

homem sobreviver em sua propriedade gerando emprego e renda aos membros da família, e isso atrai a atenção dos gestores públicos e investimentos ao setor.

A autora complementa o seu raciocínio ao afirmar que:

> Esta abordagem pressupõe a integração dessas unidades de produção limitada apenas à economia de mercado, tendo como consequência duas implicações. Primeiro, exclui da participação na economia e na sociedade toda uma parcela de agricultores considerados "sem potencialidades para o progresso". Segundo, associa a competitividade dos viáveis à natureza intrínseca da agricultura familiar na medida em que esta forma de produção não incorporaria nem a renda da terra nem os lucros da produção (CARNEIRO, 1999, p. 332, *grifo da autora*).

Neste cenário a agricultura familiar ganhou notoriedade e importância para a economia brasileira, Lima e Figueiredo (2006, p. 57), consideram que "[...] a agricultura familiar, considerando em seu todo, é fruto de um longo processo de conquista".

Estas conquistas se traduzem em visibilidade, reconhecimento da agricultura familiar como modalidade de produção capaz de fixar o homem no campo, evitando o superpovoamento dos centros urbanos e os problemas que lhe são derivados, como por exemplo, o desemprego.

Na atualidade, com tantos problemas que afligem os grandes centros urbanos, como desemprego, violência, transporte e muitos outros, a agricultura familiar ganha importância pela geração de emprego no campo para o homem do campo, geração de renda e qualidade de vida, também tem grande destaque na preservação do meio ambiente, pois é baixo o uso de defensivos e agrotóxicos, bem como requer menor área desmatada que a pecuária e tem se mostrado altamente produtiva, tanto em quantidade como em diversidade, segundo dados do IBGE (2013) a agricultura familiar "[...] era responsável por 87% da produção nacional de mandioca, 70% da produção de feijão, 46% do milho, 38% do café, 34% do arroz, 21% do trigo e, na pecuária, 58% do leite, 59% do plantel de suínos, 50% das aves e 30% dos bovinos".

1.6.2. O Sequestro de Carbono na Agricultura Familiar

Resta demonstrar a importância da política acerca do crédito de carbono, bem como o potencial de produção sustentável da agricultura familiar. Uma questão interessante é sondar o potencial que esta modalidade de produção agrícola possui ou não acerca da prática do sequestro de carbono, que poderá resultar em créditos e, portanto, em possibilidades

econômicas de desenvolvimento da mesma por meio de uma atividade reconhecidamente limpa e sustentável.

A agricultura familiar[2] constituída por pequenos e médios produtores representa a imensa maioria de produtores rurais no Brasil. São cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos, dos quais 50% no Nordeste. O segmento detém 20% das terras e responde por 30% da produção global. Em termos da localização, a parcela familiar tem características regionais bem demarcadas. Nas regiões do Norte, Sul e Nordeste o agronegócio familiar tem expressiva colaboração no Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio. Por outro lado, no Centro-Oeste e Sudeste, sua participação é bem inferior (GUILHOTO et al., 2007).

Ainda, de acordo com Guilhoto et al. (2007) a região Norte, onde agora se encontra a fronteira de expansão agrícola, tem grande participação do familiar, mas o montante do próprio agronegócio total é baixo se comparado com de outras regiões. As propriedades familiares do Norte e também do Nordeste são bem diferentes das do Sul, pois sua existência é derivada de uma agricultura atrasada e de subsistência, ainda mantida pela saturação e o desemprego nos centros urbanos.

Cabe ressaltar que, com as inúmeras previsões de impactos negativos sobre a produção agrícola em relação aos impactos ambientais, nesse contexto, estratégias de adaptação que conciliem aumentos de produção e redução de emissões de gases de efeito estufa são cada vez mais imprescindíveis, sejam elas voltadas para grande ou pequena agricultura. É preciso, portanto, que se busque o que vem sendo identificado como uma "produção agrícola de baixa emissão de carbono".

No entendimento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) a produção familiar é aquela que exigirá mais atenção. Além de participação importante na produção de alimentos e na geração de empregos no campo, a produção familiar é aquela que conta com menos recursos para se adaptar em um mundo em aquecimento (CERQUEIRA, 2013).

O Brasil conta com inúmeras iniciativas, tais como os programas PRONAF ECO e PRONAF FLORESTAS, voltado a fortalecer a presença das árvores na agricultura familiar, um Fundo de Carbono Para Agricultura Familiar (FUNCAF). Além disso, merece destaque uma proposta que foi elaborada por pesquisadores da Embrapa Florestas, consultor

[2] Em 26 de setembro de 2013, um relatório conjunto da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) afirmou que a agricultura familiar é uma das principais atividades geradoras de novas fontes de trabalho na América Latina e Caribe. Na América do Sul, a participação da atividade nos empregos agrícolas é significativa, oscilando nos países analisados entre 53% (Argentina) e 77% (Brasil) (ONU, 2014, online).

independente e pelo consultor técnico da Secretaria de Agricultura Familiar (ZANETTI et al., 2009), cujo alcance poderá viabilizar um significativo acesso de pequenos produtores aos benefícios do Protocolo de Quioto e também dos mercados voluntários de carbono.

A sugestão da Embrapa foi testar esta política pública em um programa piloto, na região Norte do Mato Grosso junto a Câmara Técnica Setorial do Norte do MT e na metade norte do Rio Grande do Sul onde estão em andamento, um projeto de sistema agroflorestal de erva mate e um de florestas com leite, vinculados à agricultura familiar da região através em articulação com a Embrapa, EMATER-RS, APROMATE e Agentes Financeiros.

1.6.3. AGRICULTURA FAMILIAR E SUSTENTABILIDADE

Em resposta a uma ideologia capitalista e mesmo para atender às necessidades de consumo de alimentos da humanidade a agricultura conquistou atenção dos governantes e de investidores, nasceu assim, a agricultura patronal que visando exclusivamente o lucro não se ocupou em questões de sustentabilidade ambiental ou ainda social e econômica. O processo de modernização na agricultura teve início no final da década de 50, com a mecanização agrícola. As políticas de modernização seguiram a mesma lógica dos países industrializados. Nessa época não havia a mínima preocupação com a sustentabilidade do processo de modernização da agricultura.

Entre essas chamadas políticas de modernização linhas crédito amplas e fartas aos grandes ruralistas subsidiadas pelo governo e o agricultor familiar ficou excluído desse benefício, segundo Menegetti (2013):

> A modernização da agricultura no Brasil acontece quase da mesma forma que nos países industrializados, com uma particularidade, aqui ela se dá dentro de uma aliança entre o capital agroindustrial, os grandes produtores e o Estado, excluindo os pequenos produtores, ou relegando-os a um segundo plano. Ela acontece por vontade e ação consciente do Estado. Também aqui a modernização da agricultura tem a função de fornecer mão-de-obra barata para o setor urbano, fornecer matéria-prima para a indústria e ser consumidora de produtos industriais.

Conforme já mencionado que entre as características da agricultura familiar está à ocupação de pequenas porções de terra por cada unidade produtora e como os produtos agrotóxicos aumentam em muito o custo da produção e ao interferir na área de produção também afeta o meio onde vive o agricultor é comum que agricultores familiares procurem outros meios para controle de pragas e para agregarem valor à produção, segundo Andrioli

(2013): na agricultura familiar, nós temos uma relação direta com a natureza e, por isso, os problemas ambientais passam a ser um problema social.

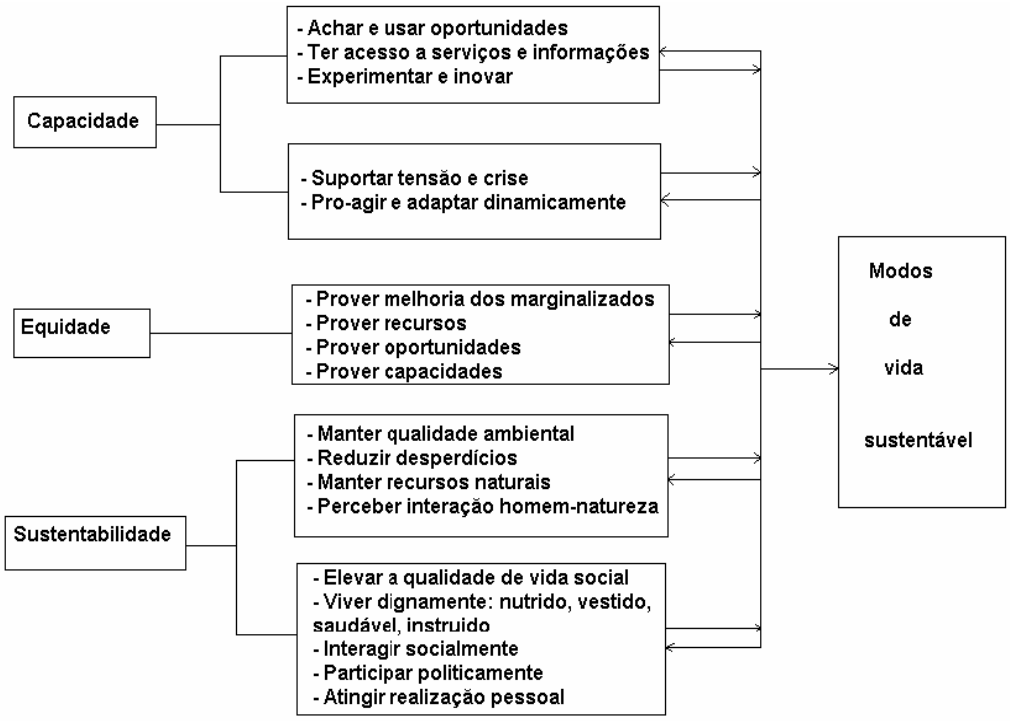
Dessa relação direta com a natureza estabelecida na agricultura familiar advém maior preocupação com a preservação dos recursos naturais que são primordiais para a subsistência do agricultor familiar, também relação de trabalho estabelecida entre os membros da família tem grande diferença entre a agricultura patronal e a familiar, como bem explica Andrioli (2013):

> Na agricultura patronal, interessa uma redução de custos de produção para que, por unidade produzida, se tenha maior valor gerado ou acumulado. Para efetuar essa redução de custos, os empresários rurais têm utilizado tecnologias que reduzem a força de trabalho necessária para se produzir determinada unidade de produção (saca de soja, saca de milho, etc.). Para que um agricultor familiar possa reduzir o tempo de trabalho necessário para se produzir algo, isso significaria que ele teria que desempregar a si mesmo, seus filhos ou alguém da sua família. E, com um agravante: essas mesmas pessoas continuariam consumindo. Se essas pessoas continuam consumindo sem que o seu trabalho seja remunerado, nós termos uma condição especial na agricultura familiar: um empobrecimento ou uma auto exploração, de forma que os que trabalham precisam trabalhar mais para sustentar aqueles que somente consomem.

Logo, são estas características que tornam a agricultura familiar mais próxima da sustentabilidade ambiental que a patronal, que são: a relação direta do agricultor com os recursos naturais e a relação de trabalho, empregando todos os membros da família que destinam parte da produção para seu próprio consumo.

Como discutido anteriormente, a sustentabilidade ambiental refere-se à produtividade sem exaurir os recursos naturais de modo que as gerações futuras tenham acesso aos mesmos recursos que reconhecidamente são essenciais à vida humana no planeta terra, Bicalho (1998) entende que o desenvolvimento para ser sustentável deve apresentar três indicadores: capacidade, equidade e a sustentabilidade, na figura abaixo o autor ilustra suas ideias.

Figura 4 - Operacionalização do desenvolvimento rural sustentável.



Fonte: BICALHO (1998) p. 78.

Ao analisar a figura 4 várias características atribuíveis à agricultura familiar, tanto que fundamentados na ideia do autor, podemos afirmar que a agricultura familiar se caracteriza como um modo de vida sustentável, pois sua operacionalização conta com mão de obra dos membros da família, portanto gera emprego e renda resultando em melhorias na qualidade de vida de toda a relação homem-natureza é intensa, já que o ambiente onde se produz é o mesmo onde se vive e muitos dos recursos naturais são utilizados na sua própria subsistência, enfim, por estas e por outras razões a agricultura familiar é o modo de produção que menos agride o meio ambiente, sendo, portanto sustentável.

1.7 RESERVATÓRIO DE CARBONO

As pesquisas acerca dos principais reservatórios de carbono não apresentam uma conclusão uníssona quanto aos mesmos. Assim, há afirmações em comum que apontam para alguns grandes reservatórios, tais como os oceanos e a biomassa terrestre. A destarte, das posições divergentes, o presente se debruça ao objeto de estudo, qual seja a consideração acerca do solo como principal reservatório de carbono.

Bruce et al. (1999) p. 386 destacam que: "O papel do solo frente à problemática exposta é muito importante. O solo é considerado o principal reservatório temporário de carbono no ecossistema", e "por apresentar, em média, 4,5 vezes mais carbono do que a biota e 3,3 vezes mais do que a atmosfera. De acordo com esses valores de estoque de carbono presente no solo e na biota fica claro que a preservação desses reservatórios é de grande relevância para o equilíbrio da concentração do gás carbônico na atmosfera. O sequestro de carbono pelos solos é o mecanismo responsável pelo maior potencial de mitigação de gases de efeito estufa (GEE), com uma estimativa de contribuição de 89% de acordo com o IPCC (2007).

O Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – USP desenvolveu estudo que proporcionou a seguinte constatação:

> O maior reservatório de carbono encontra-se nos sedimentos e nas rochas da crosta terrestre, contudo, o tempo necessário à sua conversão é tão longo que é relativamente insignificante em uma escala humana. Do ponto de vista dos seres vivos, uma grande parte do carbono é encontrada em plantas terrestres, este é representado pelo carbono de florestas e pastos, constituindo o principal sítio da fixação fotossintética de CO_2 (tabela1). Em contra partida há uma maior quantidade de carbono presente na matéria orgânica morta, denominada húmus, que nos seres vivos.

Tabela 1 - Principais reservatórios de carbono na terra.

Reservatório	**Carbono (gigatons)[a]**	**Porcentagem total de carbono na terra**
Oceanos	38×10^3 (> 95% correspondem a C inorgânico)	0,05
Rochas e sedimentos	75×10^5 (> 80% correspondem a C inorgânico)	99,5
Biosfera terrestre	2×10^3	0,003
Biosfera aquática	1-2	0,000002
Combustíveis fósseis	$4,2 \times 10^3$	0,006
Hidratos de metano	10^4	0,014

Fonte: Instituto de Biociências da universidade de São Paulo – USP (2014)

De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC), metade do carbono dos ecossistemas terrestres está nas florestas do planeta (IPCC, 2007). Entretanto, a perda da cobertura florestal e não florestal e substituição desses ecossistemas por pastagens e agricultura tem resultado em elevadas taxas de emissão de carbono (ASNER et al., 2005; LAL, 2008). Dessa maneira, a recuperação da vegetação nativa em larga escala representa uma grande oportunidade para o sequestro de carbono em áreas degradas ou alteradas com baixo estoque de carbono e redução das emissões.

1.8 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO (MOS)

A matéria orgânica do solo (MOS) é toda fração orgânica presente no solo em forma de resíduo fresco ou em diversos estágios de decomposição, compostos humificados e materiais carbonizados, associados ou não à fração mineral e outra parte composta por organismos vivos como raízes e os constituintes da fauna edáfica (ROSCOE; MACHADO, 2002).

A matéria orgânica do solo é fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando na infiltração, na retenção de água e de nutrientes, a complexa ação de elementos tóxicos e a estruturação do solo. Atua também, sobre outros processos como a ciclagem de matéria orgânica dos solos é considerada um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade do solo (GREGORICH et al., 1994).

A MOS pode estar presente no solo como partículas orgânicas livres ou ligadas às superfícies dos agregados ou com substâncias húmicas (SHs) ou não húmicas, associadas à fração mineral de diferentes tamanhos de partículas. Os diversos métodos de fracionamento da MOS, segundo Pillon (2000), são baseados principalmente na sua localização na matriz mineral, (fracionamento físico por tamanho de partículas), no seu grau de associação com a fração mineral (fracionamento físico por densidade) ou em características de solubilidade dos compostos orgânicos (fracionamento químico).

O nitrogênio total do solo (NT) é controlado, em condições naturais, por fatores climáticos e pela vegetação. Em solos sob clima tropical, a concentração de nitrogênio total pode variar entre 0,02 e 0,4%, podendo, em casos extremos de solos orgânicos, chegarem até 2% e cerca de 95% do nitrogênio total do solo se encontra na forma orgânica, sendo a MOS do solo um importante reservatório de formas potencialmente disponíveis desse elemento para

os vegetais, principalmente na forma nítrica ($N\text{-}NO_3^-$) e amoniacal ($N\text{-}NH_4^+$) (STEVENSON, 1994).

A mineralização da matéria orgânica do solo, que inclui o processo de aminação e amonificação, é responsável, por ano, pela conversão de 2 a 5% do nitrogênio orgânico a nitrogênio mineral (D´ANDREA et al., 2004; MOREIRA e SIQUEIRA, 2002). Tognon et al. (2002) avaliando o teor e distribuição da matéria orgânica em Latossolos da floresta Amazônica e dos Cerrados do Brasil Central, observaram que o teor de matéria orgânica da região amazônica está presente em maior quantidade nos horizontes superficiais. Esses autores observaram também que à medida que aumenta o teor de argila do solo, aumenta o teor de matéria orgânica, e que os solos da região amazônica apresentam maior teor de nitrogênio com relações C/N menores do que nos solos de Cerrados. Os teores de MO encontrados foram maiores que 31,9 g Kg^{-1}, na faixa de precipitação 1.500 a 2.000 mm e 36,3 g Kg^{-1} na faixa de 2.500 a 3.000 mm (CASTRO, 2008).

No campo das mudanças climáticas globais, o solo e suas formas de manejo estão em foco, especialmente pelo fato do solo ser considerado fonte ou sequestrador de gases de efeito estufa, dependendo do tipo de manejo adotado. Ele é capaz de retardar ou incrementar a transferência de carbono para a atmosfera, podendo reter matéria por tempo mais prolongado, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, além de melhorar a sua própria qualidade, pelo aumento na agregação, porosidade, infiltração e retenção de água, aeração, balanço de nitrogênio, entre outros (BARROS, 2013).

1.9 CARBONO NO SOLO

A adoção de práticas agrícolas que visem à sustentabilidade ambiental é importante para garantir melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Além destas melhorias, a estabilidade da Matéria Orgânica do Solo (MOS) garante o aumento quantitativo do C na litosfera terrestre, diminuindo a quantidade do dióxido de carbono CO_2 na atmosfera e elevando os níveis de fertilidade do solo (SORDI, 2014).

Sordi et al. (2014) comentam que este incremento de C no solo é possível pela a adição de resíduos e adoção de práticas que minimizem as perdas de C. Entre as alternativas que possam diminuir e/ou minimizar a emissão desses gases na atmosfera, a captura ou sequestro de C pelas plantas e seu estoque no solo são de grande relevância para a mitigação

do efeito estufa. Neste sentido, o C do solo se constitui no principal agente responsável pelas melhorias do ambiente atmosférico e dos atributos do solo. Em termos gerais, o C estocado em ecossistemas tropicais (solo e vegetação) representa cerca de 20 a 25 % do C terrestre mundial. Pesquisas realizadas têm demonstrado que solos sob florestas em regiões tropicais apresentam maior potencial de dreno de C comparativamente ao uso do solo para fins agrícolas, devido à maior biomassa depositada anualmente na forma de manta orgânica e de raízes mortas (GATTO et al., 2010, p. 1070).

O potencial de fixação e estocagem de C no solo sofre influência das condições climáticas locais, do relevo, da drenagem e do tipo de manejo de solo adotado, entre outras variáveis que ditam as taxas de aumento do C orgânico do solo (FALLOON et al., 2007, LAL, 2005; SMITH, 2008).

1.10 FLORESTAS E BALANÇO DE CARBONO

Os estudos e pesquisas empíricas e bibliográficas demonstram que as florestas são importantes para o equilíbrio do balanço global de CO_2. Segundo Fernandes (1999) e Watzlawick et al. (2003), por meio da fotossíntese, fixam e armazenam C na biomassa das árvores, no sub-bosque, na serapilheira e no solo florestal (LIRA, 2006).

Diferentes tipos de florestas armazenam diferentes quantidades de C na biomassa, em função dos diferentes estágios de sucessão, idade, regime de manejo, composição de espécies e teor de C nos componentes de cada espécie, Sanqueta e Balbinot (2004 apud Sandi 2009) relatam a importância das florestas, afirmando que elas representam um dos mais importantes recursos naturais para a humanidade, fornecendo diversos bens e serviços úteis ao homem e ao equilíbrio ambiental do planeta.

Para Miranda (2008) as florestas armazenam dentro de suas árvores e no solo, mais C do que existe atualmente na atmosfera, e estão entre os sistemas vivos com a maior capacidade de armazenar C em sua biomassa, devido ao seu porte avantajado, a sua longevidade e à possibilidade de crescerem em maciços, por isso são consideradas como sumidouros de C e o reflorestamento ou florestamento é aceito como meio efetivo de capturar o CO_2 da atmosfera poluída. Portanto, a conservação das florestas e os reflorestamentos são formas importantes para mitigar os problemas causados pela elevada taxa de emissão do CO_2, principal responsável pelo aumento do efeito estufa.

No entendimento de Watzawick et al. (2002) as estimativas do estoque de carbono devem ser obtidas em todos os estágios de desenvolvimento, bem como nas diferentes partes componentes de uma árvore e diferentes compartimentos do ecossistema florestal, já que diferentes tipos florestais, em diferentes estágios, armazenam quantidades diferentes de carbono.

Portanto, conclui-se que o aumento de cultivo de florestas se manifesta como uma importantíssima atividade, para diminuir o aumento do C atmosférico com o sequestro biológico na biomassa que pode ter o impacto maior por um período de poucas décadas. Por isso, tem-se que considerar que o sequestro de C é visto como uma medida provisória para os próximos 50 ou 60 anos até que se consiga atingir os cortes imprescindíveis nas emissões de CO_2 (ANTENA VERDE, 2004).

1.11 REFLORESTAMENTO E SEQUESTRO DE CARBONO

As florestas exercem um papel importante e decisivo em relação à atividade de controle e aumento do Carbono no ambiente. Igualmente, pende a análise acerca da questão do reflorestamento. Desta forma, passa-se a apreciar a temática do reflorestamento e suas implicações em relação ao controle, sequestro de Carbono. Dentre os projetos que podem ser usados para a compensação pelos países desenvolvidos destaca-se o uso de “sumidouros” de GEE. O plantio de árvores remove CO_2 da atmosfera, à medida que a floresta cresce há o chamado “sequestro de carbono”. O “sequestro” de carbono através de atividades florestais é baseado em duas premissas. Primeiramente, o gás carbônico circula no mundo todo; consequentemente, os esforços para a remoção dos GEE terão efeito igual, sejam eles aplicados próximo à fonte ou do outro lado do mundo. Em segundo lugar, a vegetação retira o gás carbônico da atmosfera pelo processo de fotossíntese e o utiliza para fazer açúcar e outros compostos orgânicos usados no crescimento e metabolismo. As árvores armazenam carbono em madeira e outros tecidos até a morte e decomposição, fase em que o carbono poderá ser desprendido na forma de gás carbônico, monóxido de carbono ou metano, ou poderá ficar incorporado ao solo como substância orgânica (RIBAS, 2009).

Em termos de sequestro de carbono, necessário reafirmar a importância e relevância das florestas. Somente por existirem, operam uma enorme redução do estoque de carbono na atmosfera. (Só na América do Sul, que possui a terceira maior floresta do mundo (a maior

tropical, que é a Amazônia), estima-se um estoque de 70 bilhões de toneladas de carbono (BUCKERIDGE, 2008).

> Por sua vez, os reflorestamentos além de contribuírem com o sequestro de carbono, geram subprodutos, como frutos, sementes, folhas e seivas, utilizadas para subsistência e atividade comercial. O Brasil é o país no mundo com o maior potencial de implementação de projetos de reflorestamento, devido às suas condições climáticas e de solo. (AMBIENTE BRASIL)[3].

Os projetos de silvicultura da bacia amazônica podem ser usados de diversas formas com objetivos de captação de carbono e redução das emissões. Há um potencial enorme para os projetos de reflorestamento na Amazônia brasileira: mais de 200 mil km² de terra estão abandonados no momento e/ou em estado de degradação (NOBRE, 2008,).

Com as exigências da legislação ambiental brasileira e com a ratificação do Protocolo de Quioto surgiu um cenário de transição aos produtores do segmento rural. Estes produtores estão deixando de serem somente produtores rurais e assumindo a postura de guardiões de florestas, sequestradores de gás carbônico (CO_2) e usuários de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), na busca de produção e renda com baixo carbono ou baixa poluição atmosférica (PESSOA, 2008).

Pessoa (2008) comenta que foi aprovada pelo Conselho Executivo do MDL uma metodologia simplificada para elaboração dos chamados Projetos de Pequena Escala de Florestamento e Reflorestamento. Essa metodologia tem como objetivo fazer com que pequenos proprietários rurais, de forma sustentável, ampliem suas rendas com a comercialização de créditos de carbono, utilizando o MDL, sem a necessidade de se fazer desflorestamentos e queimadas. Portanto, nos termos do Protocolo de Quioto, serviços ambientais de “não poluir” ou “despoluir o ambiente” através de reflorestamentos e sequestro de CO_2, podem ser transformados em tCERs e lCERs e comercializados junto ao mercado internacional.

Os procedimentos para participar de um projeto de florestamento ou reflorestamento (A/R) no âmbito do MDL estão definidos pelas Resoluções CIMGC nº 1/2003 e 2/2005 que encamparam as Decisões do Protocolo de Quioto. Ao selecionar a área para implementação de projeto de MDL devem ser observadas os critérios de elegibilidade descritos nos termos do artigo 3º da Resolução 2/2005 e Rocha (2006):

---

[3] AMBIENTE BRASIL. Sequestro de Carbono na Amazônia e o Zee. Disponível em: http://www.ambientebrasil.com.br/. Acesso em: 23 de agosto de 2014.

a) área de terra que não continha floresta em 31.12.1989 (para reflorestamento) e área sem floresta nos últimos 50 anos (para florestamento). A área deve medir no mínimo um hectare, com árvores que tenham no mínimo 30% de cobertura de copa e no mínimo 5 metros de altura. Portanto, uma área antropizada passa a ser considerada florestada ou reflorestada novamente ao atingir os percentuais acima, por regeneração natural ou por iniciativa do homem;

b) adicionalidade do projeto (sequestro de carbono maior que o que ocorreria na ausência do projeto) e;

c) contribuição ao desenvolvimento sustentável da localidade onde será implantado o projeto.

Outros critérios a serem observados na elaboração de projetos de MDL estão relacionados aos conceitos abaixo:

Reflorestamento: é a conversão, induzida diretamente pelo homem, de terra não florestada em terra florestada por meio de plantio, semeadura e/ou a promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes, em área que foi florestada, mas convertida em terra não florestada. Para o primeiro período de compromisso, as atividades de reflorestamento estarão limitadas ao reflorestamento que ocorra nas terras que não continham florestas em 31 de dezembro de 1989 (IPAM);

Florestamento: é a conversão induzida diretamente pelo homem de terra que não foi florestada por um período de pelo menos 50 anos em terra florestada por meio de plantio, semeadura e/ou a promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes (LOPES, 2002). Dentro de poucos anos, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo será uma importante fonte de capital de investimento. O Brasil é o país com maior potencial de implementação de projetos devido à quantidade e à qualidade das florestas. E, em se tratando de "Sequestro de Carbono", os reflorestamentos serão alvo de maior interesse, mostrando eficiência na captação e fixação de gás carbônico. Visando o desenvolvimento sustentável, projetos do MDL beneficiarão tanto o meio ambiente como a população e a economia. (AMBIENTE BRASIL)[4].

Além disso, a recuperação da vegetação nativa em larga escala tem ainda um elevado potencial para contribuir com a economia brasileira por meio da geração de riqueza, postos de trabalho e renda. Por exemplo, nos próximos 20 anos a recuperação da cobertura vegetal degradada tem potencial para empregar centenas de milhares de pessoas e movimentar

[4] Op cit.

investimentos na ordem de dezenas de bilhões de reais em toda a cadeia produtiva da recuperação da vegetação nativa. Além disso, também serão criados empregos diretos na exploração e beneficiamento de produtos florestais e não florestais e através das empresas fornecedoras de insumos para os diferentes elos da cadeia produtiva.

1.12 CANA DE AÇÚCAR E SEQUESTRO DE CARBONO

Conforme proposto no início nesse estudo, dentre outras perspectivas, analisar-se-ia a cultura da cana-de-açúcar e sua relação impactante com a questão do carbono. Assim, ainda que de maneira sintética e breve, passa-se a expor considerações que se julga relevante sobre o cultivo da mesma e as consequências no que tange ao solo e demais implicações.

A cana-de-açúcar é uma gramínea tropical que tem provável origem na Nova Guiné e que foi introduzida no Brasil em 1533 (SOUZA, 2007 apud DOOREMBOS; KASSAM, 1979).

De acordo com Barros (2011, p. 79):

> A cana-de-açúcar é considerada uma planta mitigadora de carbono, fazendo-se necessário estudos, que venham comprovar os efeitos benéficos dos cultivos racionais, no favorecimento da MOS. Finalmente, pode-se dizer que, o entendimento das modificações nas propriedades químicas do solo, decorrentes do cultivo contínuo de cana-de-açúcar, poderá fornecer elementos para a produção em bases sustentáveis, uma vez que o conteúdo e a qualidade da MOS constituem atributos dos solos que podem ser utilizados para avaliar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

A agricultura familiar é referência na geração de emprego no campo e na produção de alimentos, sobretudo em alimentos destinados ao autoconsumo, destacando, portanto sua função social em relação às econômicas, contudo, há que se destacar a eficácia da agricultura familiar em evitar o êxodo rural, bem como sua importância para a geração de riquezas que em muito contribui para a economia não só do setor agropecuário, mas do próprio país. Neste sentido, o processamento da cana-de-açúcar se constitui em uma alternativa para a agricultura familiar em termos de reprodução social das famílias. Peres et al, (2009) destaca que: os agricultores familiares sempre desenvolveram algum tipo de processamento com o objetivo de preservar os alimentos, principalmente para o consumo da família, sendo assim a agro industrialização de produtos não é considerada uma novidade para os mesmos.

1.13 PASTAGEM E ESTOQUE DE CARBONO

Abordam-se, aqui, algumas considerações sobre a relação entre pastagem, cultura do solo e a temática do estoque de Carbono. Vale ressaltar que essa pesquisa leva em consideração catalogação empírica do comportamento específico de local de pastagem e o potencial de estoque de Carbono. Portanto, de fundamental importância à contextualização da análise bibliográfica que segue sobre a cultura da pastagem.

A pecuária bovina no Brasil é quase toda baseada no uso de pastagens, o que lhe confere vantagens, como o baixo custo de produção e a capacidade de oferecer melhores condições de sanidade e conforto animal. A criação de gado a pasto praticamente elimina a possibilidade de aparecimento de moléstias graves como o 'mal da vaca louca' e ao mesmo tempo assegura aos animais um ambiente livre de estresse, devido às condições para expressar o seu comportamento natural (BRAGA 2010).

Apesar disso, o cultivo de pastagens é frequentemente associado ao desmatamento de florestas e ao mau uso da terra. Isso decorre, dentre outras razões, do manejo inadequado que geralmente provoca o abandono de áreas cultivadas tão logo se inicie o processo de degradação. Braga, (*op cit*) lembra ainda que a recuperação de áreas degradadas bastaria para que a produção de carne aumentasse de maneira significativa sem a necessidade de abrir novas fronteiras agrícolas através de novos desmatamentos. A recuperação dessas áreas através do manejo adequado e da reposição de nutrientes ao solo garantiria a sustentabilidade do sistema de produção de carne em pastagens, além de minimizar os danos ao meio-ambiente. Segnini (2007, p. 34-35) citando vários autores informa que: na literatura existem alguns estudos feitos por (FISHER et al., 1994; TARRÉ et al., 2001; REZENDE et al., 1999) que mostram indicadores de degradação e possíveis soluções para o restabelecimento de pastagens de Brachiaria no Brasil [...]. Considerando pastagens bem manejadas, dados de acúmulo de carbono (C) podem ser avaliados com a finalidade de se obter os estoques de carbono (EC) [...] as pastagens bem manejadas apresentam grande potencial para retirar CO da atmosfera e enriquecer o solo com matéria orgânica (MO). Esses autores também mostraram que após 10 anos de retirada da vegetação nativa de cerrado e da instalação das pastagens cultivadas de Brachiaria, o estoque de matéria orgânica do solo (MOS) foi reposto pela forrageira e tendeu a aumentar, por meio da decomposição de seus resíduos aéreos e raízes, acumulando grande quantidade de C [...] os teores de MO nas pastagens de Brachiaria podem ser maiores que o dos Cerrados virgens. Essas forrageiras tropicais são conhecidas

também pela sua capacidade de adaptação às condições de clima e solos tropicais, produção de matéria seca em abundância, durante todo o ano, se as condições de temperatura e umidade do solo forem favoráveis. [...] foi verificado que o *Panicum maximum* e a *Brachiaria brizantha* foram eficientes quanto ao aumento do teor de MO em um solo degradado. A *Brachiaria brizantha* foi a melhor opção a ser introduzida na rotação cultura pastagem para melhorar a qualidade do solo, no que se refere à quantidade e distribuição de biomassa radicular. Qualquer mudança nos estoque de carbono (EC) provocada por introdução dessas espécies de gramíneas proporciona um enorme impacto no balanço de gases do Efeito Estufa [...].

CAPÍTULO 2 - ÁREA DE ESTUDO

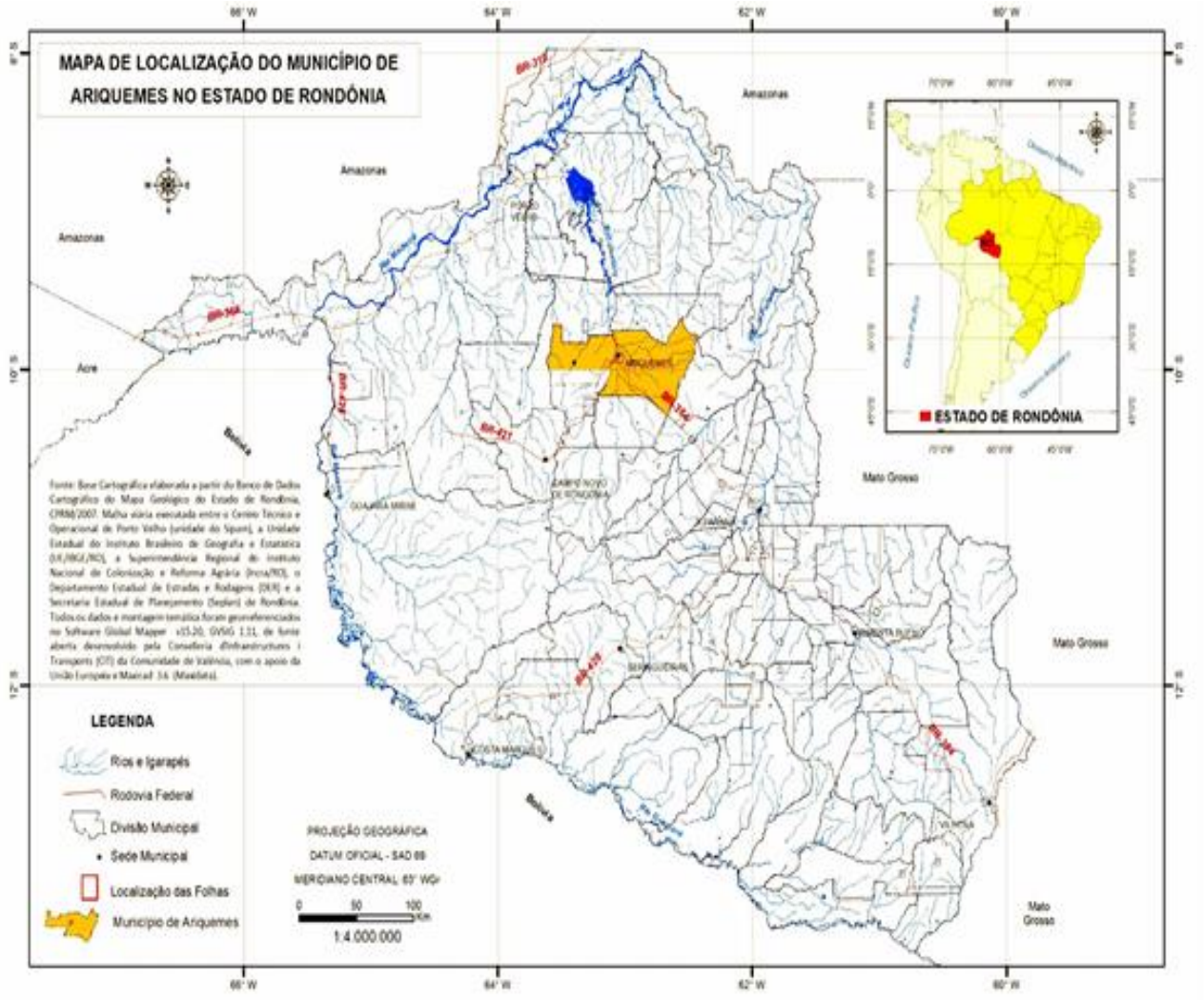
2.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo está localizada na Fazenda do Instituto Federal de Rondônia-IFRO Campus Ari quemes, que pertence ao município de Ariquemes cujas coordenadas são: 09º 54' 48" S e 63º 02' 27" W e com altitude de: 142m. Sua população é de 101.269 habitantes (IBGE/2013). Possui uma área de 4.427 km². Está localizado na porção centro-norte do estado, a 203 quilômetros da capital, Porto Velho, sendo que a Figura 5 mostra a localização geográfica do município no Estado, destacado na cor laranja e do Estado de Rondônia no mapa do Brasil com destaque na cor vermelha.

A economia ariquemense se baseia na produção agropecuária, indústrias, comércio e na extração de cassiterita, registre-se que está no município o garimpo de cassiterita Bom Futuro, que foi o considerado o maior garimpo a céu aberto do mundo, e hoje é denominado Distrito de Bom Futuro com aproximadamente 2.500 habitantes. Dados do IBGE indicam que o Produto Interno Bruto (PIB) do município é de R$ 1.005.152,00 e o PIB Per capita R$ 11.883,90 (IBGE, 2013, online). Possui nove (9) escolas da rede estadual, dezoito (18) da

rede municipal, seis (6) particulares e uma (1) federal (IFRO) e o Campus da Universidade Federal de Rondônia entre outras Faculdades particulares.

Figura 5 - Mapa de localização do município de Ariquemes no Estado de Rondônia



Elaborado por Challes Barata (2014)

A área para a instalação da Escola Média de Agropecuária Regional da CEPLAC (EMARC/RO) foi adquirida pela Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) junto à Empresa Agrícola "Frey Rondônia", no ano de 1984. A área total da propriedade é de 300 ha (trezentos hectares) e está localizada à Rodovia RO 01, a 13 km (treze quilômetros) da Sede do município de Ariquemes.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC), foi criado através da Lei No. 11.892, de 29 de dezembro de 2008, que reorganizou a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica composta pelas Escolas Técnicas, Agro técnicas e CEFET'S, transformando-os em 38 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia distribuídos em todo o território nacional (IFRO, 2015).

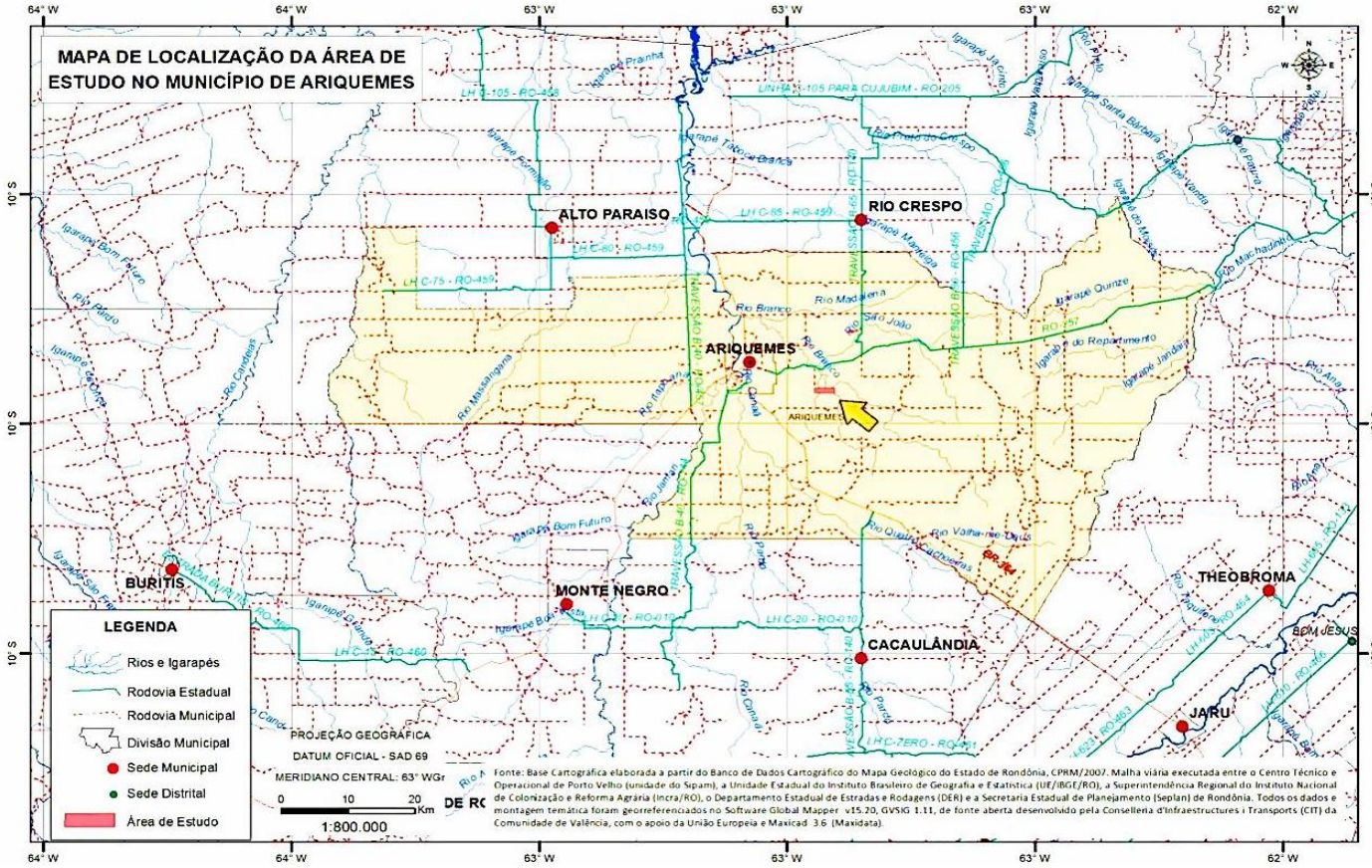
Portanto, o IFRO surgiu como resultado da integração da Escola Técnica Federal de Rondônia (à época em processo de implantação com Unidades em Porto Velho, Ji-Paraná, Ariquemes e Vilhena) e com a Escola Agro técnica Federal de Colorado do Oeste, com 15 anos de existência (IFRO, 2015).

A Escola iniciou suas atividades no dia 13 de abril de 1987, com o Curso Técnico em Agropecuária, em nível de 2º Grau, no qual foram matriculados 60 (sessenta) alunos com idade entre 14 e 21 anos, oriundos dos seguintes municípios rondonienses: Ariquemes, Cacoal, Cerejeiras, Guajará-Mirim, Jaru, Ouro Preto do Oeste, Pimenta Bueno, Porto Velho e Rolim de Moura (IFRO, 2015).

Em 29 de dezembro de 2008, foi publicada a Lei Nº 11.892 que criou os 38 (trinta e oito) Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, dentre eles o Instituto Federal de Rondônia – IFRO, composto por cinco (05) *campus*: Ariquemes, Colorado do Oeste, Ji-Paraná, Porto Velho e Vilhena (CONSUP/IFRO, 2014).

O *Campus* Ariquemes foi criado a partir da transferência do patrimônio da EMARC/RO para o IFRO, de modo que a sede desse *Campus* está instalada na área da antiga Escola, localizada na Rodovia RO 257, km 9, sentido Machadinho do Oeste, zona rural do município de Ariquemes (RO), conforme figura 6 com a localização do Instituto.

Figura 6 - Mapa de localização da área do estudo no Município de Ariquemes.

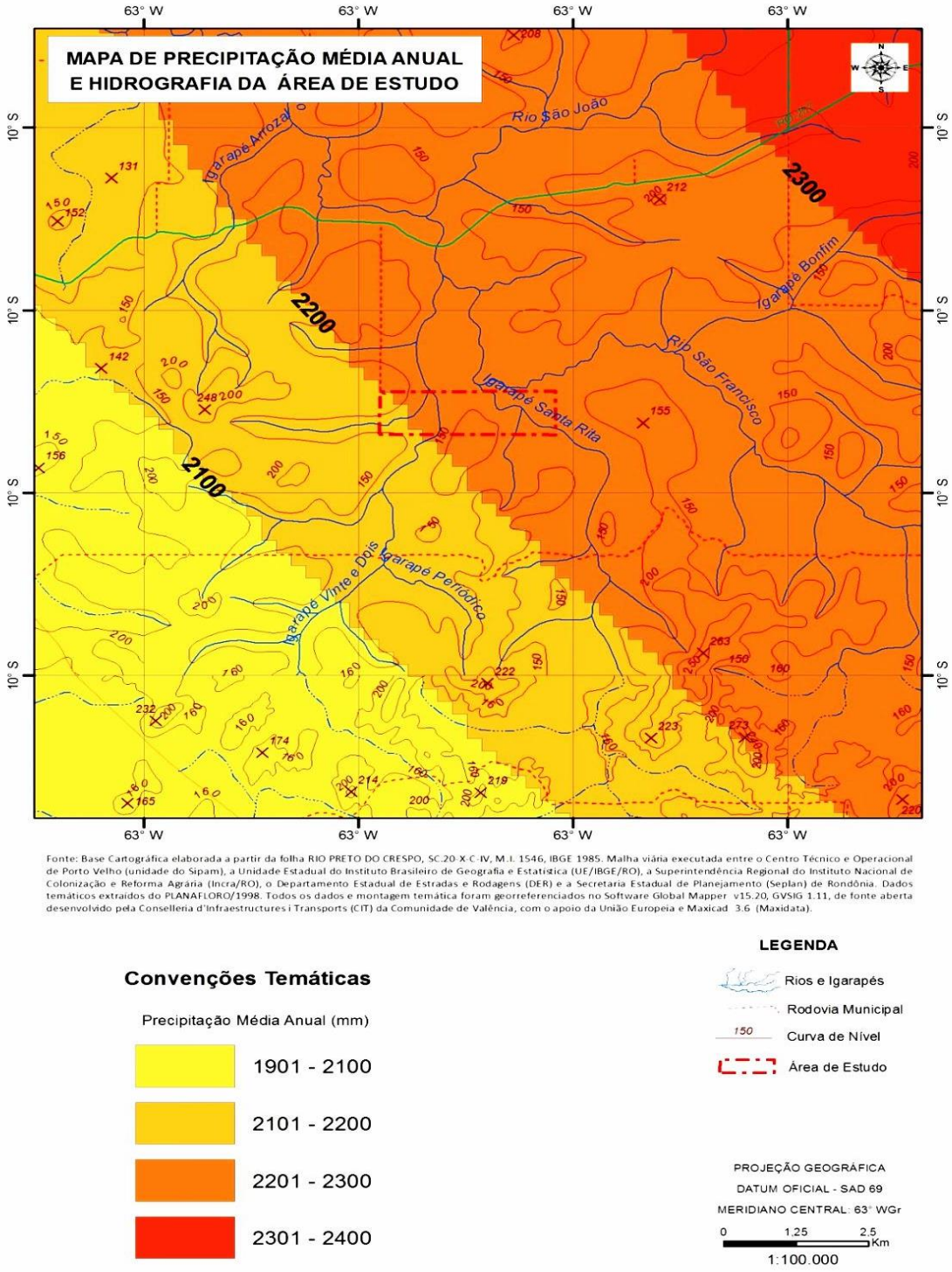


Elaborado por: Charlles Barata (2014)

2.2 CLIMA E HIDROGRAFIA

O clima de Ariquemes segue a classificação de Köppen, que se a aplica a quase todo o estado de Rondônia, sendo este do tipo equatorial, predominantemente quente e úmido, temperatura média em torno de 28°C, com as máximas de 40°C e mínimas de 16°C, índice pluviométrico de 2.100mm/ano e umidade relativa média anual chegando a 86% pois consiste basicamente de muito calor e umidade intercalados com um período de seca que pode durar até dois meses (CPRM, 2000). Na figura 07 da página 52 podemos observar a precipitação média anual na região de estudo.

Figura 7 - Mapa de precipitação média anual e hidrografia da área de estudo no município de Ariquemes - RO .



Dados Planaforo 1998

Elaborado por: Charlles Barata (2014)

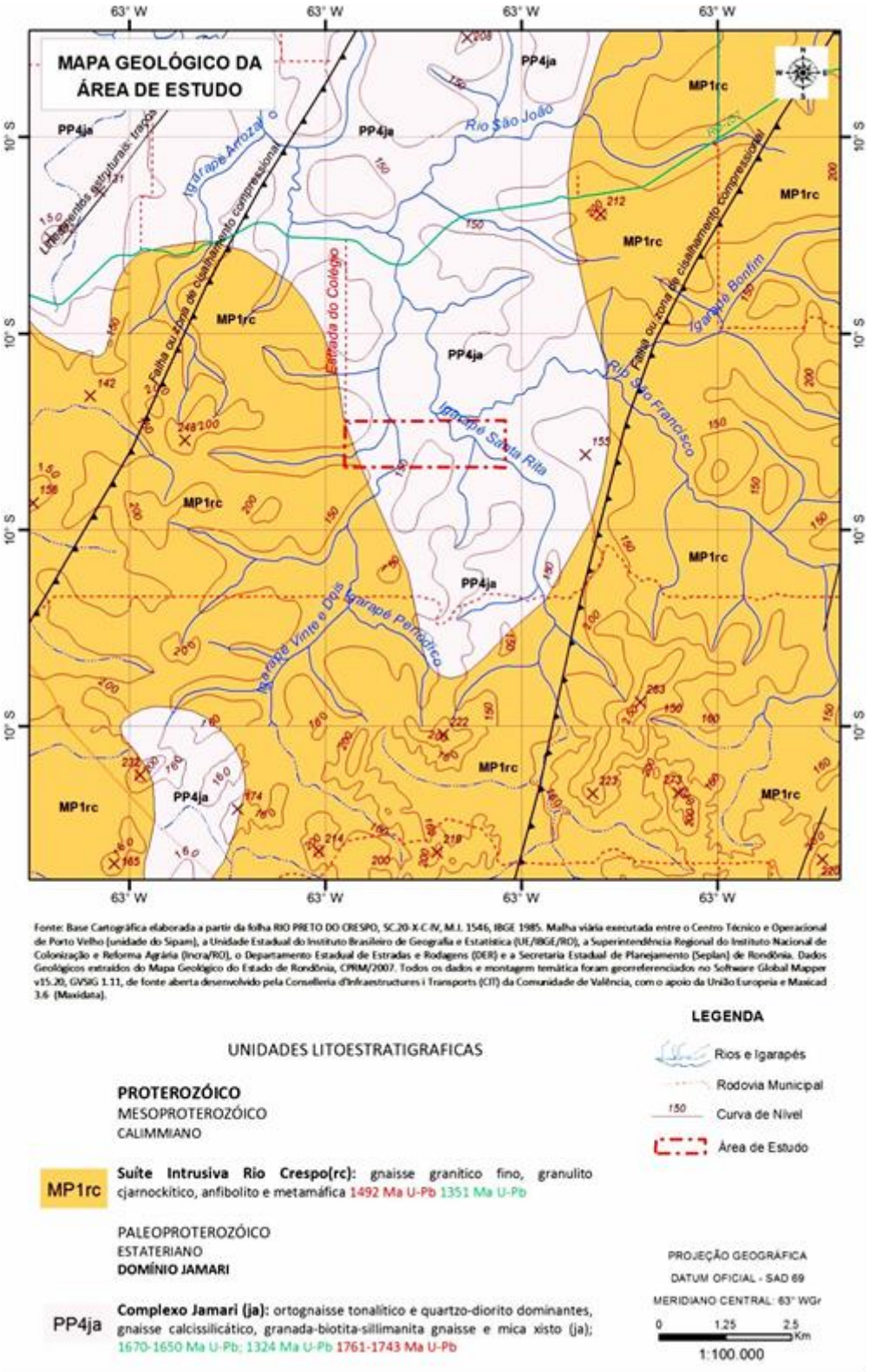
Observa-se que, de acordo com a localização geográfica, o município de Ariquemes está inserido parcialmente dentro da bacia hidrográfica do Rio Jamari, cerca de 80 % de seu território, por outro lado, a região leste do município, cerca de 20 % de seu território está inserida na bacia hidrográfica do Rio Machado. Os principais afluentes do Rio Jamari são os rios Massangana, Tabapoã, Canaã e o Rio Branco que passa pela área do IFRO. A Bacia do Rio Jamari tem área de contribuição de aproximadamente 29.700 km², é delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas, 08º 28’ a 11º 07’ de latitude sul e 62º 36’ a 64º 20’ de longitude oeste.

2.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A maior parte do Estado de Rondônia está localizada em terrenos do Escudo Pré-Cambriano Brasileiro subdividido em pré-cambriano basal, composto por rochas metamórficas gnáissicas e graníticas intrusivas e também por rochas sedimentares marinho-continentais (arenitos, folhelhos, siltitos, conglomerados e calcários). As Formações Superficiais Terciárias, constituídas por sedimentos inconsolidados, ocorrem principalmente nas regiões norte e sudoeste do Estado e ao longo dos vales dos rios Madeira, Machado e Guaporé. Depósitos aluvionais Quaternários constituídos por argilas e apresentando algumas vezes cobertura laterítica, ocorrem também ao longo dos rios acima citados (RONDÔNIA, 2002). Conforme dados da CPRM (2000; 2004) e do IBGE (2003) a área estudada é pertencente a Unidade Litoestratigráfica denominada Suíte Intrusiva Rio Crespo e Complexo do Jamari, conforme figura 08.

Complexo Jamari: Na constituição destes os terrenos destaca-se a alternância de gnaisses orto e paraderivados, com amplo predomínio dos últimos, organizados, aparentemente, sob a forma de um aleitamento tectônico, onde trama e mineralogia são compatíveis com condições de alto grau metamórfico. Zonas de cisalhamento transectam este terreno. Rochas anfibolíticas e granitóides porfiróides, presentes no conjunto, mostram relações intrusivas nos gnaisses paraderivados. Destaca-se a expressiva migmatização da unidade, refletindo as condições tectono-termais que determinaram os processos metamórficos durante a evolução geológica da região (CPRM, 2004). O Complexo Jamari aflora, na região, no leito e nas margens do rio Ji-paraná e na bacia do rio Tarumã, associado à Suíte intrusiva Serra da Providência.

Figura 8 - Mapa Geológico da Área de estudo



Fonte: CPRM, 2007

Elaborado por Charlles Barata (2014)

Suíte Intrusiva do Rio Crespo: O termo Suíte Intrusiva Rio Crespo foi proposto por Payolla et al. (2002) para reunir os gnaisses graníticos e granulitos charnockiticos que ocorrem a sul da cidade de Ariquemes. Posteriormente, Rizzotto et al. (2003, 2004a) ampliam a área de ocorrência da unidade como resultado do mapeamento na região centro-oeste de Rondônia. Na Suíte Intrusiva Rio Crespo predominam gnaisses quartzofeldspaticos, rosados a esverdeados, finos a médios, compostos por bandas leucocraticas quartzo-feldspaticas alternadas com bandas compostas de hornblenda, magnetita, granada e titanita. Os granulitos charnockiticos são menos frequentes e ocorrem em lentes de contatos transicionais com os gnaisses quartzo-feldspáticos (CPRM, 2007).

2.4 GEOMORFOLOGIA

No Estado de Rondônia, desde a década de 70, estudos geomorfológicos vêm sendo efetuados por instituições de pesquisa, como a CPRM e o RADAMBRASIL, produzindo documentos temáticos parciais. Com a realização do Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia, desenvolvido nos últimos anos da década de 90, e pelo Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil-Bolívia, foram elaborados os primeiros mapas integrados do Estado, baseados principalmente numa adequação metodológica do Sistema ITC (VAN; ZUIDAM, 1985).

A análise regional das formas de relevo distribuída no Estado indica a existência de cinco grandes ambientes geomorfológicos: áreas de domínio de superfícies regionais de aplanamento, divididas em Níveis 1, II e III; serras constituídas por rochas sedimentares antigas na forma de superfícies tabulares; áreas de denudação em rochas sedimentares terciárias; colinas e morros associados à presença de rochas resistentes à erosão e que se destacam sobre as superfícies regionais de aplanamento e o sistema fluvial do Rio Madeira, que inclui ainda os subsistemas Mamoré, Guaporé, Ji-Paraná e Roosevelt .

Domínio das Superfícies Regionais de Aplanamento - Esse ambiente possui grande importância e distribuição no Estado, formando áreas de arrasamento em rochas antigas e cobertas parcialmente por coberturas sedimentares indiferenciadas (Terciário-Quaternário). Sobre essas superfícies ocorrem quantidades variáveis de *inselberges* e *tors*, indicando a erosão de uma considerável espessura do manto de intemperismo. Feições comuns a essas

superfícies, como forte intemperismo químico, formação de lateritas, depósitos sedimentares e *inselberges* e *tors*, indicam um relevo poligenético complexo, formado após um tempo geológico considerável. Alguns autores classificam estas unidades como pediplanos.

Domínio de Serras Constituídas por Rochas Sedimentares Antigas na Forma de Superfícies Tabulares - Constituem as formas de relevo associadas às serras dos Pacaás Novos e Uopianes, elaboradas sobre rochas sedimentares, organizadas como superfícies tabulares. Revelam uma frente abrupta, onde se desenvolvem *footslopes*, estando geneticamente relacionada a um controle estrutural. Apresentam-se fortemente erodidas, sendo comuns blocos-testemunhos. Atingem alturas de até 1.000 metros.

Domínio de Áreas de Denudação em Rochas Sedimentares Terciárias - Unidade representada no extremo noroeste do Estado, caracterizada por uma dissecação variável sobre sedimentos preferencialmente finos atribuídos a Formação Solimões. A forma geomorfológica assumida é de colinas, com graus e padrões distintos de dissecação.

Domínio de Colinas e Morros Associados à Presença de Rochas Resistentes à Erosão - Compreende relevos residuais associados principalmente a rochas do embasamento cristalino, podendo possuir ou não controle estrutural. A maior densidade dessas formas conduz a adjetivação de serras.

Domínio do Sistema Fluvial do Rio Madeira - Esse domínio é caracterizado por uma grande complexidade geomorfológica, exibindo planícies aluviais, terraços fluviais, áreas alagadas, lagos, leques inativos, áreas de escoamento superficial impedido, entre outros.

O contexto geomorfológico regional do município de Ariquemes (Figura 9) interpretado no âmbito do estado de Rondônia (RONDÔNIA, 2002 b), revela características morfológicas relacionadas às categorias de agradação (unidades deposicionais ou agradacionais) e degradação (unidades denudacionais).

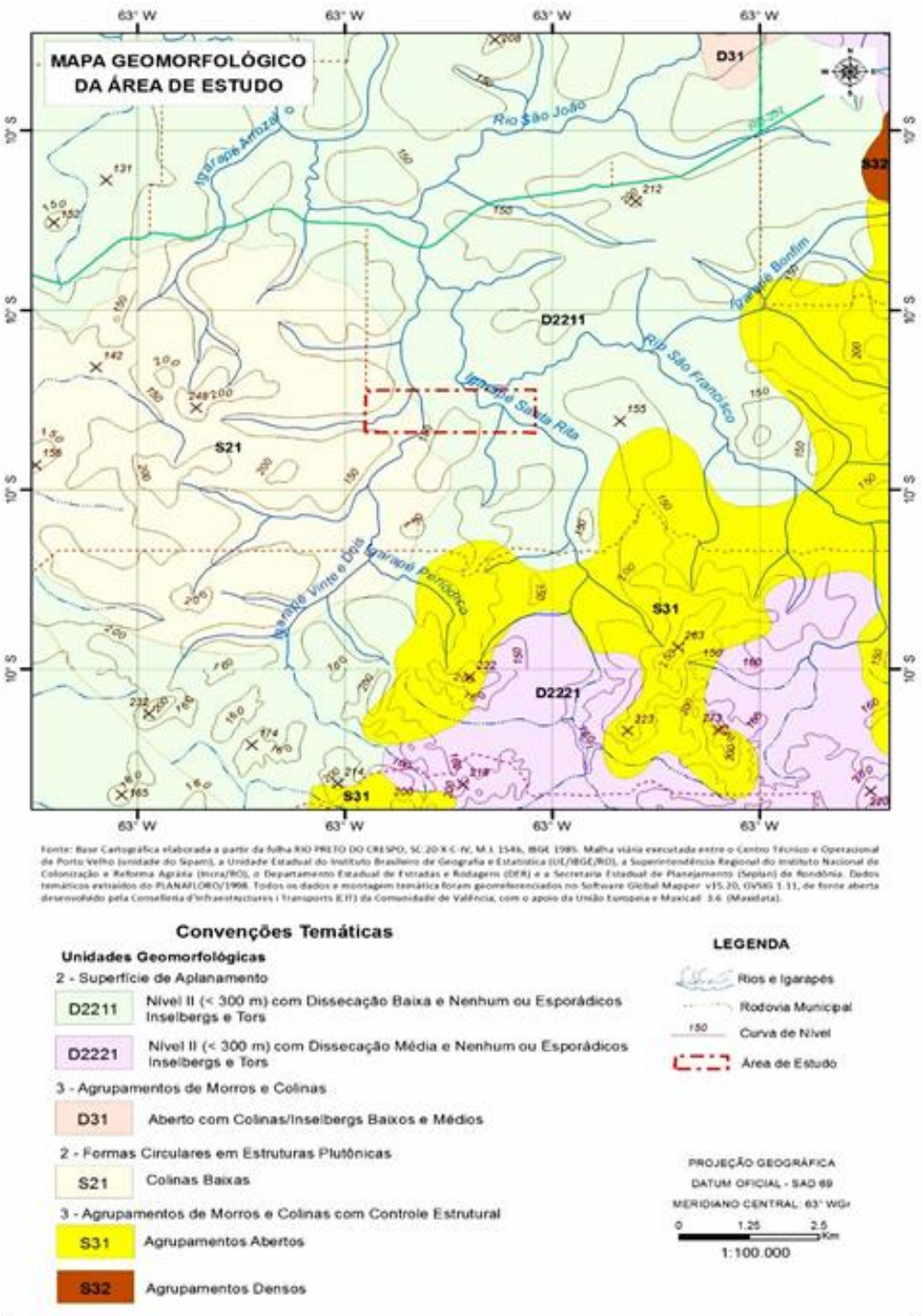
As agradacionais são relacionadas a processos de acumulação de sedimentos e zonas de depressão relativas, estando ligadas a desgastes provocados por agentes exodinâmicos, são elas:

- Planícies Aluviais e Depressões: trata-se de superfícies deposicionais geradas por acumulação fluvial geralmente sujeitas a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais ou zonas embrejadas. A sedimentação predominante é arenosa a síltica arenosa com eventuais conglomerados. Seu processo de geração é sazonalmente alimentado nos períodos de cheias.

- Planícies Fluviais: trata-se de uma unidade de deposição associada às planícies fluviais das drenagens. Dado sua representatividade, os rios e suas planícies fluviais foram

caracterizadas em subunidades relacionadas aos rios principais e aos rios secundários, sem que haja qualquer diferenciação entre os processos atuantes. O exemplo é o do subsistema do rio Machado.

Figura 9 - Mapa de Geomorfológico da Área De Estudo



Fonte: Planafloro, 1998.

Elaborado por Charlles Barata (2014).

- Terraços Fluviais: são constituídos pelas áreas localizadas ao longo das faixas fluviais, onde se localizam depósitos antigos.

Compreendem as formas de relevo elaboradas por processo de denudação que são responsáveis pelo seu rebaixamento progressivo. Na região as unidades denudacionais encontradas são as seguintes:

- Níveis de Superfície de Aplanamento: são arrasamentos generalizados remanescentes do relevo, gerados por processos erosivos. Trata-se de superfícies arrasadas progressivamente por meio de lenta denudação, através de um processo de rebaixamento do nível de base.

Nível II: as cotas atingidas por esta superfície distribuem-se no intervalo de 200-300m.

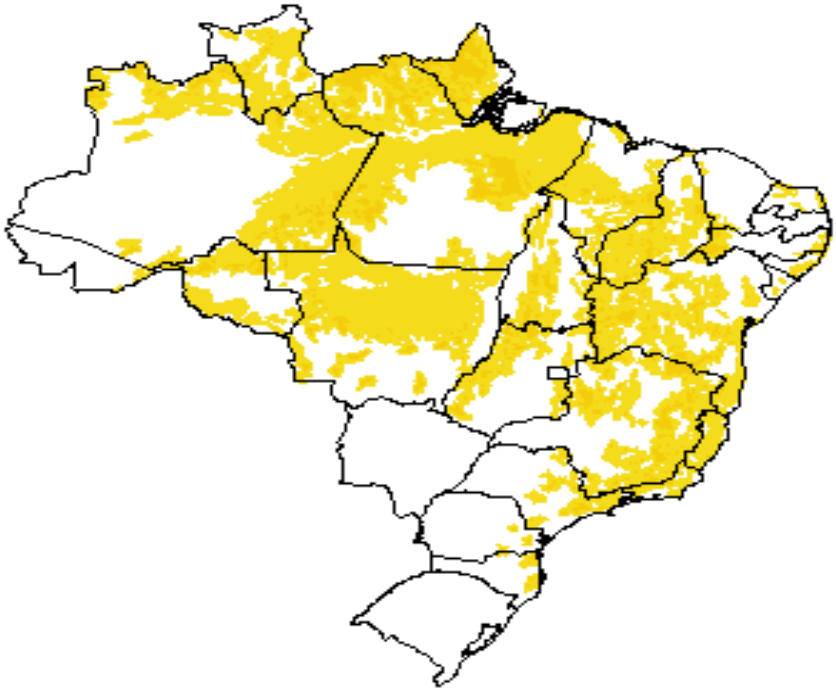
Nível III: as cotas atingidas por esta superfície são inferiores a 200 m.

- Agrupamentos de morros e colinas: são feições geomorfológicas associadas a morros e colinas dispersas regionalmente. São relevos residuais, associados a diferentes rochas do embasamento cristalino, não possuindo controle estrutural nítido.

2.5 PEDOLOGIA

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade (EMBRAPA, 2006). O mapa nesta página mostra a distribuição das principais áreas de ocorrência de Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos no Brasil. Como se vê (figura 10), eles estão amplamente distribuídos por todo o território brasileiro.

Figura 10 - Mapa da Distribuição das Principais Áreas de Ocorrência de Latossolos Amarelos e Vermelho Amarelos no Brasil.



Fonte: http://www.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CLVAmarelo.htm, 15 de mar 2015.

O levantamento de solo mais recente em Rondônia foi realizado pela Tecnosolo/DHV/EPTISA como requisito para a elaboração da segunda aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico Ecológico do Estado. O mapa gerado pelo levantamento informa a diversidade de solos de Rondônia, mostrando predominância dos Latossolos, Argissolos, Neossolos, Gleissolos e Cambissolos, no mapa que segue (figura 11) temos a ilustração dos solos existentes na área do estudo.

É predominante a ocorrência de solos em condições de terras firmes e relevo suave ondulado, como os Latossolos, Argissolos, grande parte dos Neossolos e dos Cambissolos.

A classe que se impõe a todas as demais é a do Latossolo, em torno de 58% do Estado. Na região do município de Ariquemes a predominância é de Podzólico Vermelho- Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo, ocupando cerca de 90% da área total do município.

O Latossolo segundo Lepsch (2002) p. 93-98:

> É um solo profundo, fortemente intemperizado, bem drenado, sem aumento significativo de argila em profundidade, baixa capacidade de troca; minerais primários facilmente intemperizados ausentes ou em quantidade muito pequenas. Por causa do intemperismo intenso e duradouro, de um modo geral esses solos são

> quimicamente pobres, apresentando acidez elevada, com valores baixos de pH, altos teores de alumínio trocável, baixos teores de soma e saturação de bases e valores altos de saturação com alumínio. [...] Quando situados em regiões permanentemente úmidas, a vegetação original é uma densa floresta, como a Amazônica, mantida por uma quantidade mínima de nutrientes, rápida e periodicamente, reciclada pela vegetação.

Segundo SIBCS (2006), os latossolos são típicos das regiões equatoriais e tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos, sob condições de clima e tipos de vegetação os mais diversos, com a maior e mais ampla distribuição geográfica no Brasil

Os Latossolos são solos bem intemperizados, ou seja, bem desenvolvidos que apresentam as seguintes características: solos profundos (1 a 2 metros) ou muito profundos (mais de 2 metros), bem drenados (a água infiltra com facilidade, não havendo encharcamento); pouca diferenciação de cor e textura em suas camadas (horizontes) superficiais e subsuperficiais; apresentam maiores resistência aos processos erosivos, e geralmente, solos ácidos (baixa fertilidade natural), são solos profundos, muito bem drenados, homogêneos e altamente intemperizados e lixiviados. Tendem a teor teores de argila médios ou altos (SEDAM, 2004).

- Latossolos Amarelos (LA): são solos com teores de sesquióxido de ferro (Fe_2O_3) até 7%. Apresentam consistência dura a muito dura quando estão secos e acumulação maior de argila natural, isto é, argila dispersa na água. Esta característica favorece o aumento da densidade aparente que se reflete numa porosidade total mais baixa e maior coesão dos elementos estruturais do que em outros latossolos. O horizonte A superficial é pouco espesso e de baixos teores de matéria orgânica e o horizonte B, principalmente os argilosos e muito argilosos, apresentam estrutura prismática fracamente desenvolvida que se desfaz em blocos subangulares.

-Latossolos Vermelho-Amarelos (coloração vermelho-amarelo, teor de ferro intermediário) e Latossolos Vermelho (coloração vermelha-escuro; antes essa subordem era conhecida como Latossolo Vermelho-Escuro). Os Latossolos Vermelho-Amarelos se apresentam em maior expressão, em torno de 26%, enquanto os outros dois se apresentam, individualmente, em 16% do Estado, geralmente, encontrados em relevo predominante plano

e suave ondulado. A fertilidade natural baixa a muito baixa constituí a principal limitação de uso agrícola, necessitando de correção e adubação, exceto a subordem Latossolo Vermelho em que predomina fertilidade natural média a alta (SEDAM, 2004).

Figura 11 - Latossolo Vermelho Amarelo.

Fonte: IBGE - Manual Técnico de Pedologia, 2007, p. 104.

Na figura 12, está demonstrada a diversidade de solos existentes na região de Ariquemes, mostrando predominância dos Latossolos. Foram encontrados 3 tipos principais de solos na análise do mapa, na região de Ariquemes.

Latossolo Vermelho-Escuro: Formados a partir de uma grande diversidade de materiais de origem, os Latossolos de coloração com teores de ferro obtidos pelo ataque sulfúrico entre 8 e 18% são denominados Vermelho- Escuros (LEPSCH, 2010).

Argissolo: Os solos desta classe apresentam grande variação em características morfológicas e analíticas, com textura argilosa a muito argilosa, com variadas profundidades,

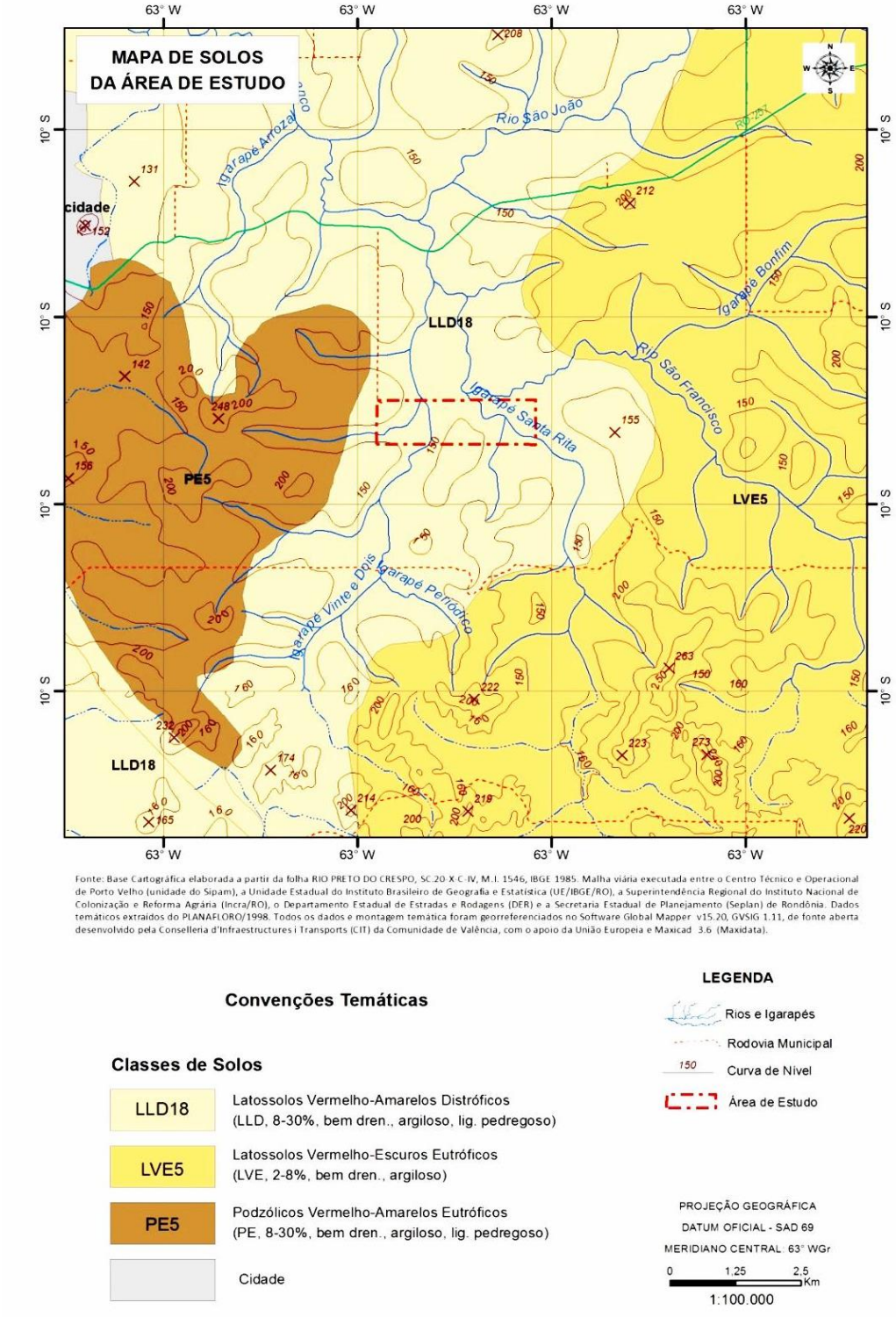
com presença ou não de calhaus e cascalhos. Eventualmente podem ser encontradas pedras em alguns destes solos. Juntamente com os Latossolos Vermelho-Amarelos, constitui a classe de solos mais comum do Brasil, o que dá importância especial. Sua grande diversidade de atributos de interesse agronômico: Podem ser eutróficos, distróficos ou álicos. Juntamente com os Latossolos Vermelho-Amarelos, constitui a classe de solos mais comum do Brasil, o que dá importância especial. Têm profundidades variadas e ampla variabilidade de classes texturais. Nesses solos, constata-se grande diversidade nas propriedades de interesse para a fertilidade e uso agrícola (teor variável de nutrientes, textura, profundidade, presença ou ausência de cascalhos, pedras o concreções, ocorrência em diferentes posições na paisagem, entre outras). Dessa forma, torna-se difícil generalizar suas qualidades. Nos solos eutróficos, não existe limitação quanto a fertilidade. Entretanto, a retirada constante de nutrientes pelas plantas cultivadas, e a erosão nas áreas mais declivosas podem reduzir a disponibilidade de nutrientes (EMBRAPA, 2006)

Na área de estudo se destaca o latossolos vermelho-amarelos distróficos que são solos desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região amazônica relacionados à Formação Alter-do-Chão, podendo também ocorrer fora destes ambientes quando atenderem aos requisitos de cor definidos pelo SiBCS.

A cor amarelada é uniforme em profundidade o mesmo ocorrendo com o teor de argila. A textura mais comum é a argilosa ou muito argilosa. Outro aspecto de campo refere-se à elevada coesão dos agregados estruturais (solos coesos). Apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade, sendo intensivamente utilizados para culturas de cana-de-açúcar e pastagens, e em menor escala, para cultivo de mandioca, abacaxi, coco da baía e citros; e grandes áreas de reflorestamento com eucalipto. Na Amazônia, são utilizados principalmente para pastagem.

O relevo é plano ou suavemente ondulado, sendo favorável à mecanização agrícola e não favorecendo a erosão, mas os problemas de compactação limitam a utilização deste solo. O enraizamento é limitado em profundidade por ser álico ou distrófico, e também devido à elevada coesão dos agregados, pois o solo é muito duro ou extremamente duro no estado seco.

Figura 12 - Mapa de Solos da Área de Estudo



Fonte: Planafloro, 1998.
Elaborado por Charlles Barata (2014).

2.6 APTIDÃO AGRÍCOLA

Segundo dados do Zoneamento sócio econômico e ecológico do estado de Rondônia (ZEE-RO), o município de Ariquemes (sub-zonas 1.1, 1.2) - 4.975,00 Km², quase todo o seu território está contido na sub-zona 1.1 ou área de intensa ocupação. Uma pequena parte de extensão se encontra sob a classificação de sub-zona 1.2 ou área de acelerado processo de ocupação, como pode-se verificar na figura 11.

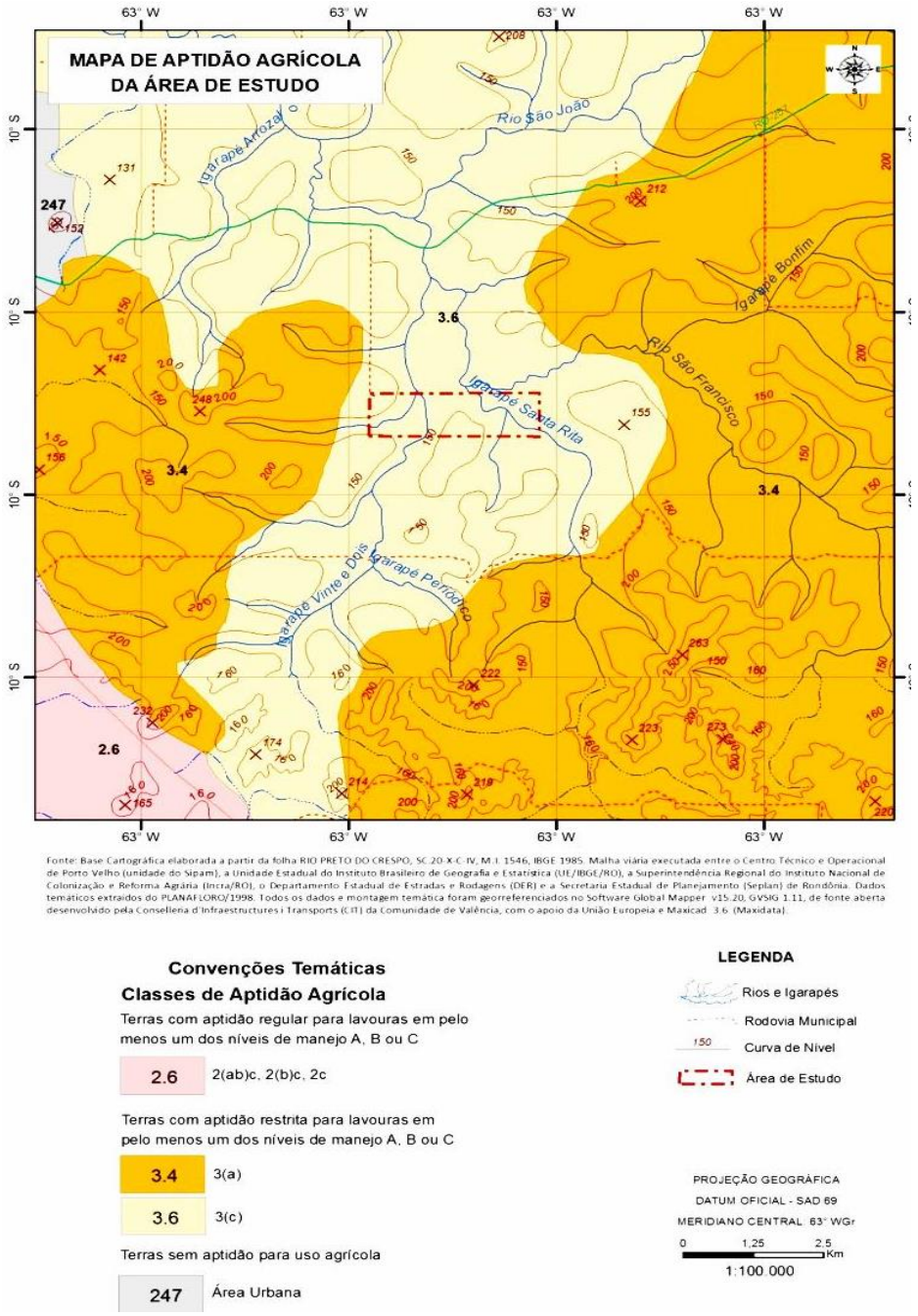
A aptidão agrícola é uma modalidade de classificações interpretativa de solos segundo Ramalho e Beek (1995) a interpretação da aptidão agrícola é relativo à solos como método de interpretação dos levantamentos de solos realizado em base nos resultados de levantamentos pedológicos. As informações e explicações sobre o mapa de aptidão do CNPS – EMBRAPA Fearnside (1989), apresentou que os melhores solos ou de maior fertilidade foi os dos cinco primeiros projetos de colonização nos PICs e dois nos PADs em relação aos projetos de colonização implantados posteriormente. Predominantemente, o projeto Marechal Dutra a aptidão agrícola ficou estabelecida como: solos bons para agricultura com insumos baixos ou médios.

Conforme Fearnside (1989) no PAD Marechal Dutra os grupos de manejo (1 e 2) apresentaram terras considerados boas e moderadas para aptidão agrícola em pelo menos um dos três níveis de manejo A, B ou C e terras inapta para uso que não seja florestal. Os grupos (3, 4 e 5) não proporcionaram resultados satisfatórios, porque no grupo (3) houve a redução de produtividade acarretada pelas condições de manejo, isto fez com que se tornassem inviáveis as lavouras pelo aumento de insumos inseridos. No entanto, no grupo (4) as práticas de pastagem em solos com baixa fertilidade tornaram-se problemáticas devido à redução das disponibilidades de fósforo (P) no solo, compactação e invasão de ervas. Isto acarretou baixa produtividade nas pastagens. Para o grupo (5) a silvicultura em solos de baixa fertilidades trouxe resultados desfavoráveis.

Os dados recentes sobre aptidão agrícola de Rondônia foram agrupados no levantamento feito pelo PLANAFLORO. Os dados da fase de campo deste levantamento numa primeira fase apresentaram características da paisagem, descrições dos solos e seus perfis. Posteriormente, numa segunda fase, o trabalho realizou-se sobre a avaliação da aptidão agrícola inserindo fatores limitantes e níveis de manejo para a produção agrícola, bem como, a viabilidade de se contornar e/ou minimizar os fatores limitantes especificado no sistema da EMBRAPA (RONDÔNIA, 2001)

Os dados levantados segundo Rondônia (2001) apresentam na figura 09, as características da aptidão agrícola do município de Ariquemes /RO em: aptidão regular para em pelo um dos níveis de manejo (A, B ou C) restrito a pelo menos um dos níveis de manejo (A, B e C) para lavouras.

Figura 13 - Mapa de Aptidão Agrícola da Área de Estudo.



Fonte: Planafloro 1998.

Elaborado por Charlles Barata (2014).

Conforme Fearnside (1989) no PAD Marechal Dutra os grupos de manejo (1 e 2) apresentaram terras considerados boas e moderadas para aptidão agrícola em pelo menos um dos três níveis de manejo A, B ou C e terras inapta para uso que não seja florestal. Os grupos (3, 4 e 5) não proporcionaram resultados satisfatórios, porque no grupo (3) houve a redução de produtividade acarretada pelas condições de manejo, isto fez com que se tornassem inviáveis as lavouras pelo aumento de insumos inseridos. No entanto, no grupo (4) as práticas de pastagem em solos com baixa fertilidade tornaram-se problemáticas devido à redução das disponibilidades de fósforo (P) no solo, compactação e invasão de ervas. Isto acarretou baixa produtividade nas pastagens. Para o grupo (5) a silvicultura em solos de baixa fertilidade trouxe resultados desfavoráveis.

2.7 VEGETAÇÃO

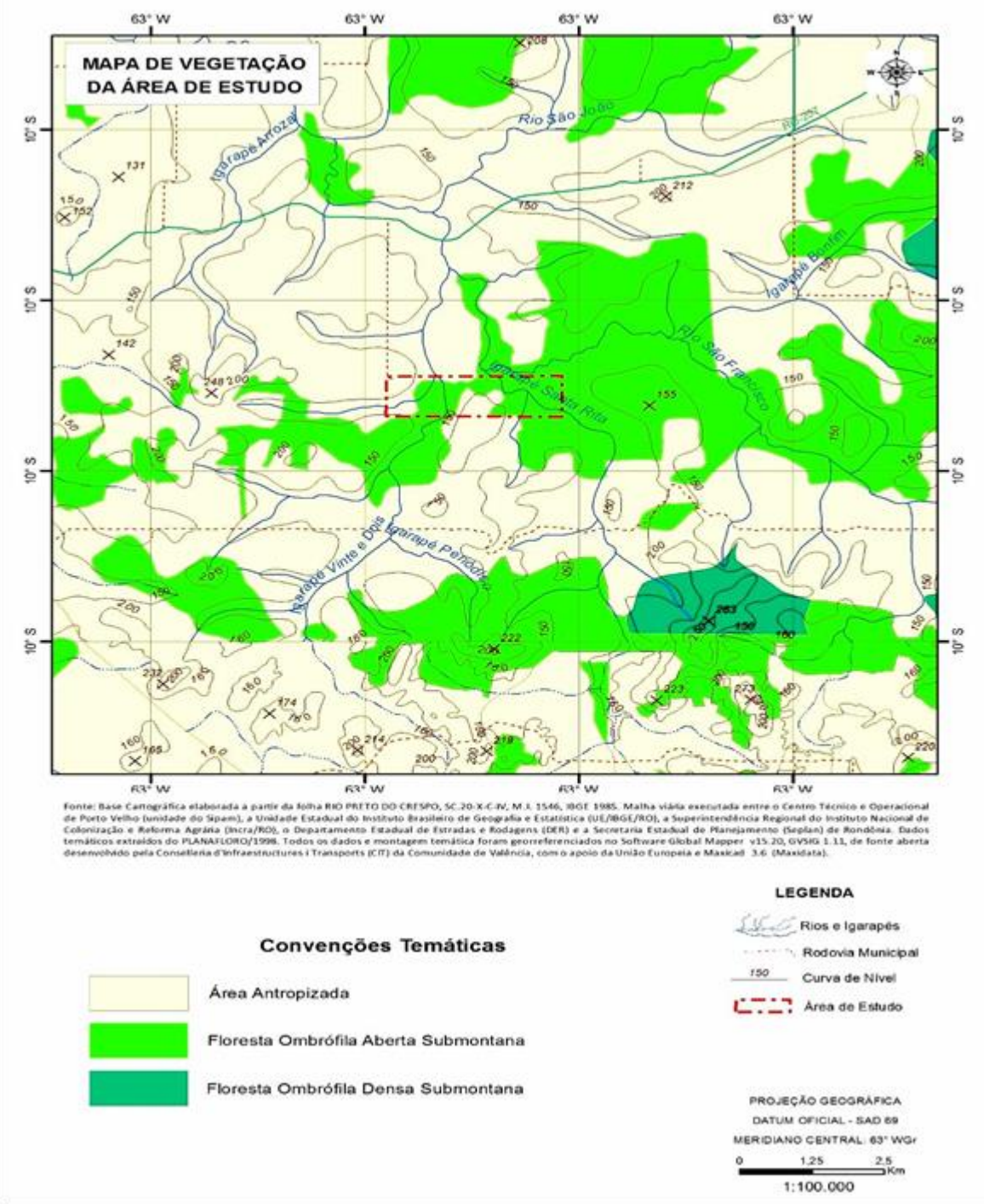
Dois biomas importantes são caracterizados na região: floresta amazônica e cerrado, ocorrendo vegetação transicional entre ambos. Estes biomas são especificados conforme a classificação das formações vegetais do estado de Rondônia, baseada no Zoneamento Socioeconômico e Ecológico de Rondônia (ZSEE-RO), Planafloro 1998. A vegetação na área de estudo, está representada na figura 9, é composta principalmente por floresta ombrófila, tais como: floresta ombrófila aberta de terras baixas (Ab), floresta ombrófila aberta submontana (As), floresta ombrófila densa submontana (Ds). Na área de estudo em destaque predomina **Florestas Ombrófila Aberta Submontana (AS)** e uma parte de área antropizada por diversos usos do solo.

Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (Ab): ocorrem em relevo plano e suavemente ondulado não ultrapassando 100 m de altitude. Esta formação compreendida entre 4° de latitude Norte e 16° de latitude Sul, em altitudes que variam de 5 até 100m, apresenta predominância da faciação com palmeira (Martins, 2009).

Florestas Ombrófila Aberta Submontana (AS): Ocorrem em solos antigos, rasos, fortemente intemperizados, com afloramento de rochas, seixos superficiais e lateritas. Predominam em áreas de relevo mais acentuados, com altitudes entre 100 a 600m, com presença de vales no qual é comum o aparecimento de indivíduos de açaí, sororoca e paxiúba (Martins, 2009, p.36).

Floresta Ombrófila Densa Submontana (Ds): ocorrem em solos rasos, antigos e arenosos como podzólicos vermelhos e areias quartzosas. Vegetação de aporte elevado que cresce principalmente sobre os planaltos e interflúvios tabulares (Martins, 2009, p.36).

Figura 14 - Mapa de vegetação da área de estudo.



Elaborado por Charlles Barata,(2014)

2.8 USOS DO SOLO

De acordo com os dados do Planafloro (2006) a utilização da terra com culturas anuais e permanentes corresponde a 56.814 ha e 26.924 ha, equivalente a 22,3% e 15,1% do total do Estado. A área destinada a pastagens plantadas no Território Vale do Jamari equivale a 346.782 há contra 12.623 ha de pastagens nativas. Em termos de florestas nativas a área corresponde a 1.008.805 ha, correspondendo a 19,8% do total do Estado. As áreas em descanso representam 13.826 ha, o equivalente a 20% do total do Estado. Já as áreas produtivas e não utilizadas representam 23.943 ha. Ariquemes de apresentar a segunda maior área do Território com culturas permanentes (13.669 ha) e a maior área utilizada com pastagens plantadas (110.289 ha).

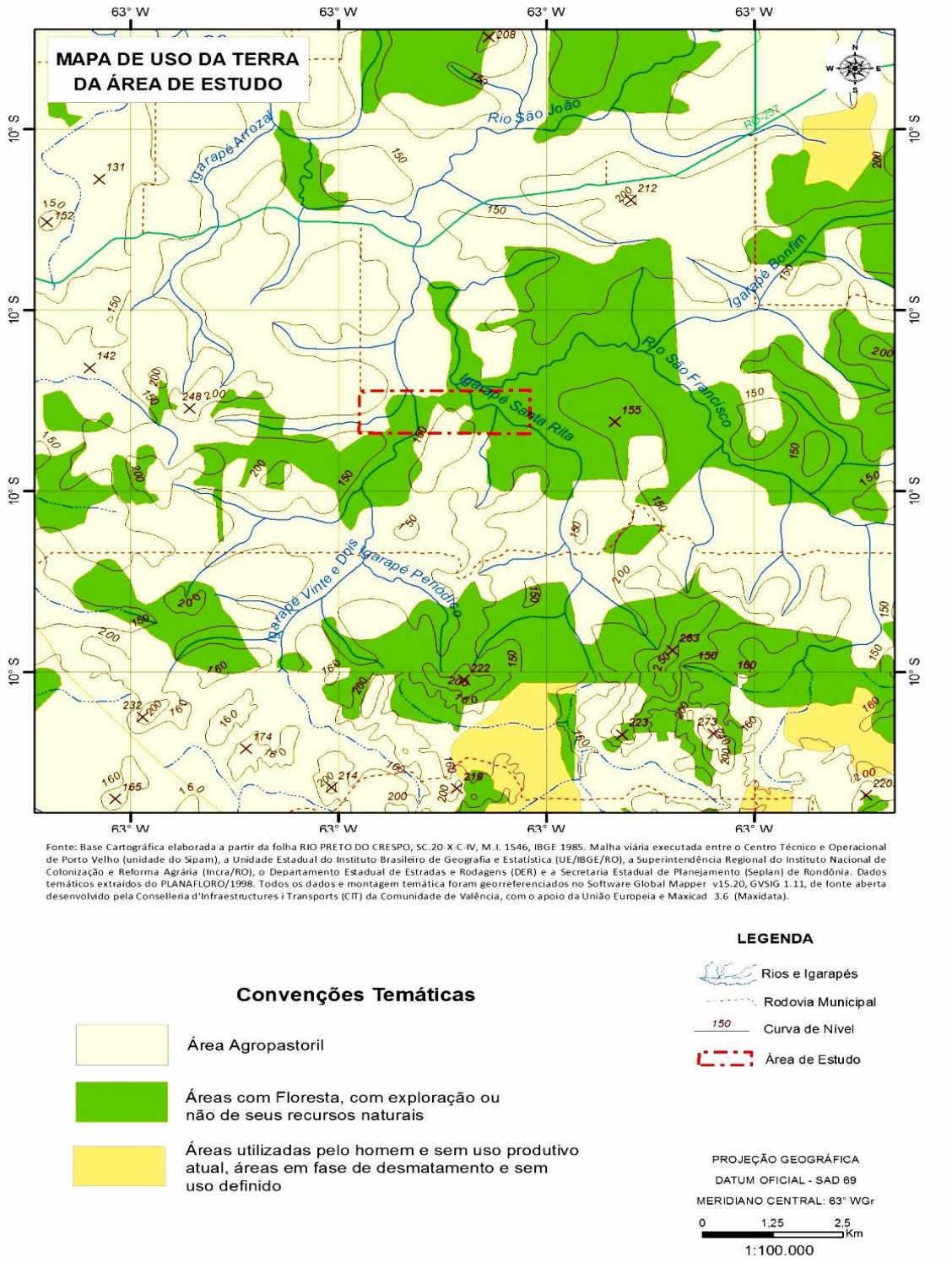
Analisando o resultado do processo de ocupação e colonização agrícola do Estado de Rondônia, que ocorreu concentrando-se no eixo da BR-364, fica evidente a substituição de áreas de florestas nativas por cultivos agrícolas e gramíneas para a formação de pastagens. Mais acentuado, porém localizados, foram os impactos causados pela exploração mineral a céu aberto. Impactos menores, porém significativos em relação à biodiversidade, foi à exploração florestal seletiva, praticada por madeireiros, envolvendo apenas espécies florestais de maior interesse econômico, provocando o empobrecimento genético e econômico das florestas nativas, que ainda não pode ser mensurado. Todas estas atividades continuam sendo praticadas no Estado, porém de forma e intensidade distintas das décadas anteriores (70 e 80), em função das limitações dos recursos naturais, do contexto sócio-econômico e da dificuldade de acesso a terra.

Destaca-se a atividade de pecuária bovina extensiva, que é a atividade rural predominante no Estado, mas não é a predominante na agricultura familiar do Território. Apesar das áreas desmatadas em Rondônia serem predominantemente ocupadas por pastagens extensivas, bem como o fato que a pecuária bovina vem aumentando significativamente ano a ano, parte das áreas de pastagens plantadas não está sob pastoreio, e são transformadas temporariamente em áreas de pastagens sujas ou capoeiras.

Dados mais recentes quanto ao uso do solo, as principais atividades desenvolvidas na região são a pecuária e agricultura (RONDÔNIA, 2002). Sem incluir as áreas urbanas, rios e lagos, foram identificadas cinco principais categorias na área em questão: agropastoril, pastagens, áreas de mineração, ocupação ribeirinha e uma pequena parte de cerrado. A

categoria agropastoril, não possibilita diferenciar a quantidade de área ocupada com agricultura e pecuária, portanto é de uso indefinido.

Figura 15 - Mapa de Uso do Solo na Área de Estudo.



Elaborado por Charlles Barata (2014).

Existe também outro número significativo de área aberta ou desmatada, indicando essa tendência de uso da terra para agropecuária. Em dez anos, entre 1985 e 1995, das categorias que compunham a área aberta no Estado, a que com pouca exploração antrópica como mostra a figura 8 mais se expandiu foi a pastagem plantada. A área do IFRO tem o destaque maior para florestas.

CAPITULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Esse estudo foi desenvolvido em duas fases:

a) Uma fase de campo, na qual foram levantadas informações sobre o tipo de solo e escolha das áreas a serem estudadas, bem como a coleta das amostras de solo dos diferentes sistemas de uso;

b) Análise química das amostras em laboratório para a avaliação do solo.

3.1 MATERIAIS

Para o presente trabalho foram feitos levantamentos bibliográficos na biblioteca do IFRO – Instituto de Ciências e Tecnologia de Rondônia, em bibliotecas virtuais da USP, vários outros sites de pesquisas eletrônicos e também em livros particulares adquiridos para o trabalho . Foi realizado também um estudo das áreas de onde foram realizadas as coletas de solos para análise através de conversas com os funcionários mais antigos da EMATER que exerceram o papel de professor quando o IFRO ainda era uma Escola Técnica da EMARC. Para as coletas das amostras de solo foram utilizados os seguintes materiais:

- Trado Holandês;
- Pá-de-corte;
- Enxadão;
- Enxada;
- Anel Volumétrico;
- Câmera Fotográfica;
- Latas para acomodar as amostras de densidade;
- Trena, baldes, prancheta, fita adesiva, barbante, peneira, balança, sacos plásticos para acomodar e identificar as amostras após a coleta;

- Estufa.

3.2. MÉTODOS

3.2.1 – Seleção da Amostragem

A quantificação do estoque de carbono no solo consistiu, essencialmente, em dois passos, o primeiro, a amostragem de solo no campo para análises químicas e físicas do solo, bem como da densidade; e o segundo, a determinação dos teores de carbono total (COT) nos diferentes tipos de uso amostrados.

O trabalho de campo foi efetivado durante os dias 14 e 16 de dezembro de 2013 e 07 de janeiro de 2014.

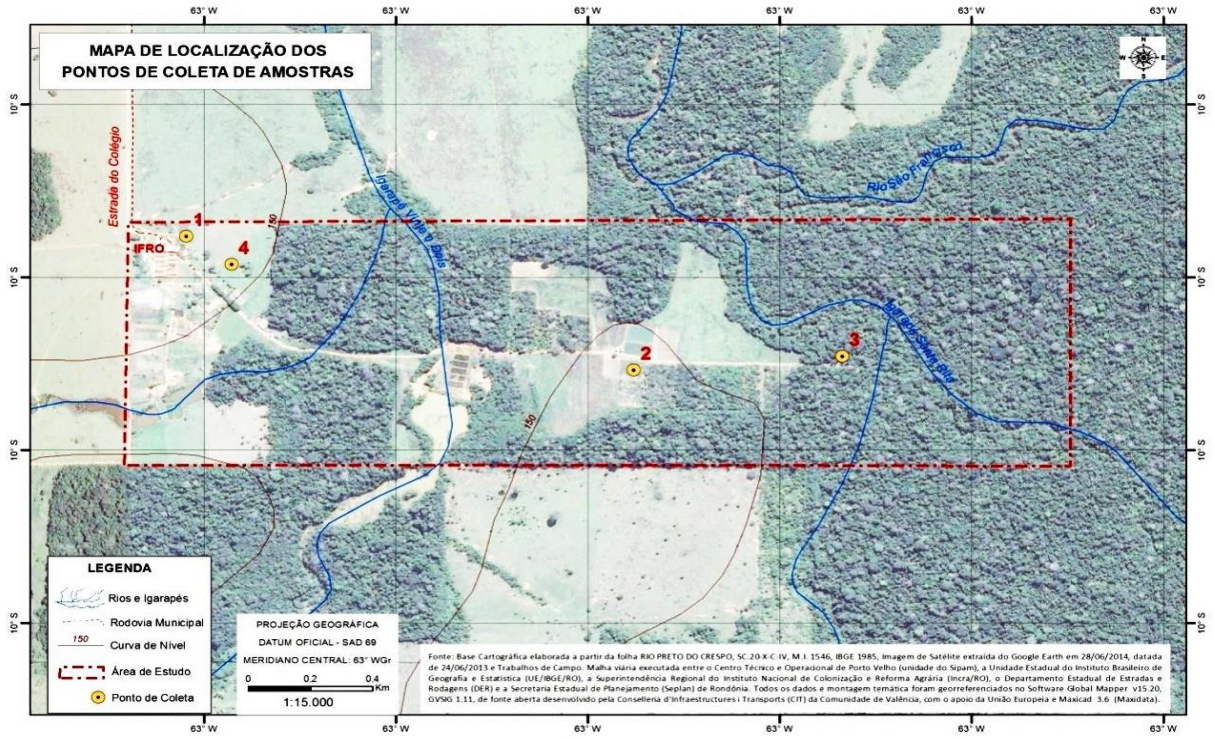
A seleção das parcelas com diferentes usos para o levantamento do estoque de carbono na área da pesquisa foi à primeira etapa da metodologia. Sendo assim as amostras foram coletadas nas áreas de:

- *Tectona grandis* - Teca (REF);
- *Brachiaria brizantha*-pastagem degradada pelo uso (PDE);
- *Saccharum ssp* cana-de-açúcar (CAN);
- Floresta da mata natural (FMN).

O solo com Teca e pastagem encontra-se com 28 anos, enquanto aqueles ocupados com cana de açúcar com três anos. A mata atual que teve pequenas alterações antrópicas a muito anos atrás participa como referência para fazer as comparações entre os outros uso da terra nos quesitos analisados.

Na figura 16 pode ser visualizada cada área onde as coletas aconteceram, sendo que, no mapa, as áreas receberam números de 1 a 4, onde o número 1 indica o plantio de cana-de-açúcar, o número 2 o reflorestamento com Teca, o número 3 a floresta nativa e o número 4 a pastagem.

Figura 16 - Mapa de Localização dos Pontos de Coleta das Amostras.

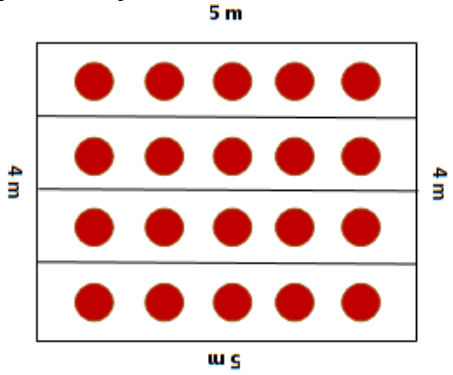


Google Earth. Acesso em: 15 agosto de 2014.
Elaborado por Charlles Barata, 2014.

As áreas escolhidas para a coleta das amostras de solo foram selecionadas a partir de critérios pré-estabelecidos, pois se sabe que vários fatores interferem no teor de carbono no solo, como a declividade do terreno e o tipo de solo, portanto, cuidou-se para que as coletas fossem realizadas em áreas que guardassem semelhanças em declividade e em tipo de solo, bem como observou para que todas as coletas fossem efetuadas em solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999).

Para a quantificação do estoque de carbono, há necessidade de se estabelecer a profundidade do solo a que se refere. Para a presente pesquisa, as amostras de solo foram obtidas nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade por dois motivos: o primeiro deles é que grande quantidade de carbono é armazenado nessas camadas; o segundo está relacionado ao fato de que as atividades agrícolas têm forte influência nessas profundidades. A ilustração abaixo mostra a localização das perfurações nas áreas escolhidas.

Figura 17 - Representação dos Pontos de Coletas nas Áreas.



3.2.2.Metodologia de Amostragem de Campo

Para cada uso da terra definido, foram realizadas amostragens em 20 pontos alocados respeitando a distância de 1 metro entre cada perfuração, como mostra a figura 17. Foram obtidas amostras de solo das camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade com trado holandês, sendo que foram coletadas cinco amostras simples para cada profundidade fazendo uma amostra composta.

Foto 1 - Coleta de Solo para Determinação de Carbono.

Foto: Márcia Bay, 2014

Também nas mesmas trincheiras abertas foram coletadas em 3 pontos aleatórios de amostras do solo para determinação da densidade totalizando 6 amostras para a determinação

da densidade, 08 amostras compostas para a determinação do carbono orgânico total por parcela estudada totalizando 32 para os quatro usos da terra.

As amostras para densidade foram envoltas em material protetor, acondicionadas em latas de alumínio (Foto 2), evitando impactos e perdas no transporte até o laboratório do IFRO.

FOTO 2 - Amostra para densidade.

Fonte: Márcia Bay, 2014

No total foram obtidas 32 amostras para análise do carbono orgânico total e 24 para determinação da densidade. Todo o solo coletado na amostra composta foi embalado e identificado para determinação do carbono orgânico total, densidade aparente, pH e granulometria. Na foto 3 está apresentada a coleta nos quatro cenários do estudo.

As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos identificados com o local e a profundidade da coleta, posteriormente secas ao ar, peneiradas, pesadas em torno de 400 gramas e enviadas ao Laboratório Agro técnico Piracicaba Ltda (PIRASOLO) em São Paulo.

3.3 ANÁLISES FÍSICAS

3.3.1 Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta EMBRAPA (1997). Foram utilizadas 50 g de solo dispersando-o com solução aquosa de pirofosfato de sódio puro (6 kg m^{-3}) e de hidróxido de sódio (4 kg m^{-3}) por agitação lenta durante 16 horas. As frações grosseiras (areia fina e grossa) foram separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para obtenção dos respectivos percentuais. O teor de silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%, sendo obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original.

3.3.2. Densidade

Para o cálculo da densidade aparente do solo (g.cm-^{3}) foi adotada metodologia da EMBRAPA (1997).

Equação 1 - Determinação da densidade aparente.

$$\text{Densidade aparente } (g.cm^{-3}) = \frac{a}{b}$$

Onde: a = peso da amostra seca a 105ºC (g)
b = volume do anel ou cilindro (cm^3)

No laboratório, as amostras previamente identificadas foram colocadas em estufa a 105ºC por 72 horas. Após secas as amostras de cada camada (profundidade) foram pesadas em balança de precisão.

3.4 ANÁLISES QUÍMICAS

3.4.1. Matéria Orgânica

A determinação da matéria orgânica do solo foi realizada nos laboratórios Agro técnico Piracicaba Ltda (PIRASOLO). As análises foram realizadas de acordo com protocolo estabelecido pela EMBRAPA (1997) e por Nelson e Sommers (1996), resumidamente apresentados a seguir:

O método baseia-se na ação oxidante do dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio ácido, sobre a fração do solo denominada carbono orgânico. Esse método proposto por Walkley e Black (1934) é o método mais utilizado nos laboratórios brasileiros, pois é de simples execução e dispensa o uso de equipamentos especializados, além de apresentar boa exatidão e oxidar as frações de MO mais reativas no solo (TEDESCO et al., 1995). A oxidação do CO do solo ocorre por íons dicromato em meio fortemente ácido, e a determinação da quantidade de íons Cr^{3+}reduzido é feita por titulação do dicromato em excesso com íons Fe^{2+}, de acordo com a seguinte reação:

Equação 2 - Dicromato em meio ácido.

$$2\ Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 3\ C^0{}_{(s)} + 16\ H^+{}_{(aq)} \rightarrow 4\ Cr^{3+}{}_{(aq)} + 3\ CO_{2(g)} + 8H_2O_{(l)}$$

Equação 3 - Dicromato em excesso de Ferro II (Fe^{2+}).

$$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 6\ Fe^{2+}{}_{(aq)} + 14\ H_{+\ (aq)} \rightarrow 2\ Cr^{3+}{}_{(aq)} + 6\ Fe^{3+}{}_{(aq)} + 7\ H_2O_{(l)}$$

Na equação 1 considera-se o dicromato reduzido equivalente ao CO existente na amostra de solo. O excesso de dicromato é titulado com íons Fe^{2+}obtidos a partir de uma solução padronizada de sulfato ferroso amoniacal (Sal de Mohr). O CO é determinado pela diferença entre a quantidade de Fe^{2+}gasta na titulação quando o Cr^{6+}foi adicionado e aquele gasto na titulação do dicromato que restou após a oxidação do carbono da amostra, assumindo que todo o carbono da matéria orgânica está no estado de oxidação zero (Equação 2). A partir do valor obtido de CO é possível determinar o teor de matéria orgânica do solo, partindo da premissa de que, em média, a MOS possui 58% de C. Assim o teor de MOS é dado pela seguinte equação: MOS = C x 1,724, sendo o fator resultante denominado de van Bemmelen. De acordo com Gismonti 2010, para calcular o carbono no solo, parte-se do teor de matéria orgânica:

Equação 4 - Determinação do teor de carbono no solo.

$$MO = C \times 1{,}72$$

$$C = MO / 1{,}72$$

Então, no exemplo temos:

$$C = 30/1{,}72$$

$$C = 17{,}44\ g/dm^3$$

Os estoques de C foram calculados a partir dos teores de C com a densidade do solo para cada camada amostrada pela expressão (Veldkamp, 1994):

Equação 5 - Determinação do estoque de carbono no solo.

$$Est\ C = \frac{(C \times D \times h)}{10}$$

Onde: Est C = estoque de C orgânico em determinada profundidade ($Mg.ha^{-1}$)

D = densidade aparente do solo ($g.cm^{-3}$);

h = espessura da camada amostrada(cm);

C = teor de carbono total do solo($g.dm^{-3}$).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística dos dados e elaboração dos gráficos foi utilizado o software GraphPad Prism 5 (GraphPad Inc, EUA). Os resultados foram apresentados como média ± erro padrão da média (E.P.M.). Os dados obtidos foram avaliados pelo teste Tukey ($p<0,05$), ou análise de variância com um critério (*ANOVA – one way*).

3.6 COMPARAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO DOS DIFERENTES TIPOS DE USO COM A FLORESTA NATIVA ($\triangle$ ESTC)

Para verificar a tendência em acumular ou perder carbono orgânico em relação ao sistema de referência, foi calculada a variação do estoque de carbono em relação à floresta nativa pela diferença entre os valores médios do estoque de carbono nesse sistema e em cada

um dos demais, nas profundidades estudadas (BAYER et al., 2000,FORTIN et al., 1996; ROCHA, 2000).

4 CAPÍTULO - RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E FÍSICAS DOS PERFIS ANALISADOS

A granulometria é um componente inerente do solo que varia em função do material de origem e grau de intemperização, não apresentando grande alteração pelo manejo. Segundo Lima (2003), as frações de areia, silte e argila estão condicionados a gênese do solo através de perdas, adições, transformações e transporte de materiais, não sendo influenciadas diretamente pela cobertura vegetal.

A granulometria apresenta uma relação direta com a proteção física e química da matéria orgânica no solo, sendo que a sua determinação é importante para verificar a homogeneidade entre as áreas de estudo. A relação entre a matéria orgânica e o teor de argila está relacionada com a estabilidade dos agregados, o qual tem grande impacto sobre os fatores que influenciam o crescimento das culturas e a qualidade de um solo (MOREIRA, 2013).

FOTO 3 - Áreas das coletas - respectivas: pastagem, teca, mata nativa e, cana de açúcar.

Foto: Márcia Bay, 201

Nas áreas estudadas, todos os perfis analisados apresentaram textura bastante homogênea, com teores de argila variando de 491 a 871 $g.kg^{-1}$ e silte de 13 a 97 $g.kg^{-1}$ e com fração areia total variando ente 100 a 440 $g.kg^{-1}$, ou seja todos os perfis possuem uma textura muito argilosa, exceto a área de floresta que apresenta solo argiloso conforme dados apresentados na tabela 2, os maiores valores de argila dispersa em água foram observados nas camadas de 20 - 40 cm, para a Teca (T6) e a cana (C6), para a pastagem (P6) e na floresta (F6), prevalecendo então para as maiores profundidades em todos os tipos de cultivos analisados, onde se destaca na área de cana de açúcar.

Ainda no que se refere à argila dispersa em água (ADA) nas camadas de 0 – 20 cm para Teca (T1) e para a floresta (F1) apresentam os menores valores de argila dispersa em água (ADA) e prevalecendo os maiores valores para pastagem (P1) e cana de açúcar (C1).

FOTO 4 - Perfil do solo no IFRO do ponto 4 da coleta – Área de Pastagem

Foto: Márcia Bay,2014

Tabela 2 - Teores de areia, silte e argila presentes nas parcelas estudadas.

Sistemas de uso do solo	Profundidade	Argila	Silte	Areia Total	Areia Grossa	Areia Fina
	1-0-20 cm	<0,002mm	0,053-0,002mm		2,00-0,210mm	0,210-0,053mm
		---------- g/kg ----------				
	6-20-40 cm			----		
1-Teca	T1	635 ±2,2	45 ± 1,4	320 ± 1,8	180^{A} ± 3,1	140 ±2,4
6-Teca	T6	687 ±0,9	13 ± 0,8	300 ± 2,4	180^{A} ± 2,7	120 ±1,8
1-Cana	C1	781 ±2,5	79 ± 1,7	140 ± 3,2	70 ± 1,2	70 ± 0,9
6-Cana	C6	871 ±3,2	29 ± 1,5	100 ± 0,8	50 ± 0,8	50 ± 1,7
1-Pastagem	P1	693 ±2,0	97 ± 1,3	210 ± 2,7	120 ± 1,6	90^{B} ±2,2
6-Pastagem	P6	765 ±1,5	35 ± 2,1	200 ± 1,4	110 ± 1,9	90^{B} ±3,4
1-Floresta	F1	491 ±2,6	69 ± 1,1	440 ± 2,3	200 ± 2,5	240 ±2,3
6-Floresta	F6	558 ±1,7	32 ± 1,8	410 ± 2,8	180 ± 3,3	230 ±1,9

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os maiores valores de argila na área de cana de açúcar podem estar associados ao intenso revolvimento do solo durante o seu preparo, mas também é provável que apresente diferença na granulometria, em razão de serem áreas relativamente grandes.

O teor de argila aumentou com a profundidade nos perfis, propiciando uma predominância de horizontes que se enquadram nas classes texturais franco-argilo-arenosa e argilo-arenosa (Embrapa, 2006) o que pode ser atribuído a fatores ligados a gênese do solo em estudo.

4.2 DENSIDADE DO SOLO

A densidade é uma propriedade que pode variar com a atuação de alguns componentes do sistema, como a matéria orgânica, cultivo intensivo e também o tipo de manejo. A densidade geralmente aumenta com a profundidade do perfil isto é um comportamento natural e esperado, isto é, a densidade do solo, em condições naturais, aumenta com a profundidade, em função da diminuição da MOS e também devido às pressões exercidas pelas camadas superiores, provocando a compactação e reduzindo a porosidade e adensamento de solo (PEQUENO et al., 2002).

Esta característica foi observada em todos os cultivos estudados, sendo a menor densidade nas camadas superficiais que foi observada em todos os tipos de uso da terra, sendo explicada pela maior quantidade de matéria orgânica e menor teor de argila no solo.

Os dados de densidade do solo variaram entre 1,03 a 1,30 $g.cm^{-3}$ para os diferentes usos da terra, onde o menor valor obtido foi na área de cana-de-açúcar e o maior valor na área

de Teca. Na tabela 3 estão apresentados os valores médios da densidade aparente do solo nos tipos de uso da terra estudados.

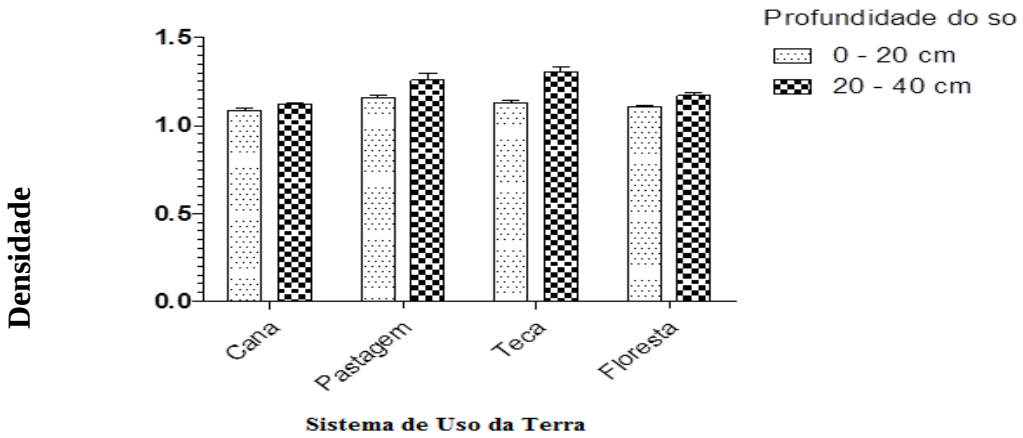
Tabela 3 – Valores médios da densidade aparente ($g.cm^{-3}$), nas profundidades do solo em floresta nativa, cana de açúcar, pastagem e teca.

Cultivares	**Densidade do Solo ($g.cm^{-3}$)**	
Profundidade do solo	0 - 20 cm	20 - 40 cm
Teca	1,13 ^{a} ± 0,027	1,30 ^{c} ± 0,076
Cana de açúcar	1,09 ^{a} ± 0,034	1,12 ^{a}± 0,018
Pastagem	1,16 ^{a} ± 0,028	1,26 ^{b,c} ± 0,089
Floresta native	1,16 ^{a} ± 0,037	1,17 ^{a,b} ± 0,015

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Por outro lado, no solo com pastagem e teca observa-se um pequeno aumento gradual da densidade aparente para ambas as profundidades do solo, o que pode ser visualizado no gráfico 2 de modo geral verificam-se menores densidades para o solo com cultivo de cana de açúcar para ambas as profundidades.

Gráfico 1 - Valores médios da densidade aparente ($g.cm^{-3}$), nas diferentes profundidades do solo em mata nativa, cana de açúcar, pastagem e teca.



Verifica-se a tendência de aumento de densidade do solo nas áreas antropizadas (teca e pastagem) nas camadas estudadas demonstrando que o efeito do uso solo pode atingir camadas mais profundas.

Para a cana de açúcar, que apresentou valores próximos a floresta, de acordo com Vasconcellos

> [...] a presença de resíduos orgânicos diminui a densidade do solo e criam poros de diâmetro grande, que favorecem a entrada de ar e a drenagem de água o que pode ter ocorrido na cana de açúcar ocorre uma maior incorporação de resíduos orgânicos sob o solo o que pode fazer a densidade apresentar menores valores resultados que são decorrentes do maior aporte de matéria orgânica neste sistema(2010, p. 309-316): .

Nas áreas em estudos, a serapilheira que atua como fornecedora de matéria orgânica no solo das áreas apresentava maior volume na cana de açúcar, enquanto que para a floresta nativa o volume observado foi menor, o que pode explicar a maior média de densidade obtida como dizem Sirois, Stokes e Ashmore (1985) p. 122-127:

> A presença de uma camada de matéria orgânica (serapilheira) sobre o solo minimiza o impacto da chuva e a lixiviação do solo, protegendo a sua superfície mineral e a fração propriamente dita do solo, argila, silte e areia. Em todas as áreas avaliadas verifica-se menor densidade na camada superficial do solo, o que pode ser explicado por ser a camada de maior "contato" ou interação com a fonte de resíduos, ou ser a camada de maior aporte de resíduos orgânicos.

A literatura cita que a classe textural de um solo tem importância primordial como ferramenta auxiliar na determinação da capacidade de suprimento de nutrientes dos sólidos do solo, no fornecimento de água e ar (BRADY, 1974), entretanto, os tratamentos estudados neste trabalho não apresentaram variações significativas quanto a sua classe textural e apresentaram respostas diferentes quanto à densidade, sugerindo que tais diferenças estão relacionadas à presença das diferentes coberturas vegetais. A densidade aparente do solo diminuiu linearmente com o aumento no teor de carbono orgânico, o que é mostrado na tabela 4. Assim, quanto maior o teor de carbono orgânico, significando maior teor de matéria orgânica, menor a densidade global do solo. Isto se relaciona com o efeito integrado dos atributos físicos e químicos do solo, os quais, em conjunto, atuam na melhoria da qualidade da estrutura. Isto se reflete, entre outros aspectos, na redução da densidade, devido à proteção física do carbono orgânico exercida pelos constituintes minerais, conforme verificado por Luciano et al. (2010,); Amado et al. (2001) e Telles et al. (2002).

Para Marcolan e Aghinoni (2006, p.163-170) os sistemas de manejo influenciam diretamente as propriedades estruturais do solo, uma vez que a agregação e a estabilidade dos agregados dependem, dentre outros fatores, do conteúdo e tipo de MO, o que incide diretamente em uma menor densidade aparente do solo como verificado nas áreas estudadas. Em todas as áreas estudadas verifica-se a menor densidade na camada superficial do solo, o que pode ser explicado por ser a camada de maior contato ou interação com a fonte de resíduos. Para (Silva Filho 2009), os solos com valores mais elevados de matéria orgânica apresentam índices de densidade aparente menor. Essa afirmação é confirmada pelos valores

da densidade aparente, observados na área de cana de açúcar em relação as demais áreas do Latossolo Amarelo, cujo valor em torno de 1,30 g/cm^3 é o mais alto registrado, como exposto no gráfico 2 e na Tabela 3.

Tabela 4 - Teores de Carbono, Matéria Orgânica e Estoque de Carbono para as profundidades 0-20 e 20-40 cm nos diferentes cultivos.

Cultivares	**Matéria Orgânica ($g.dm^{-3}$)**		**Teor de Carbono ($g.dm^{-3}$)**		**Estoque de Carbono ($Mg.ha^{-1}$)**	
Profundidade do solo	0 - 20 cm	20 – 40 cm	0 - 20 cm	20 – 40 cm	0 - 20 cm	20 – 40 cm
Floresta	32,05 ^{A,a} ± 5,01	17,81 ^{a,b,c} ± 2,05	18,82 ^{a} ± 2,94	10,47 ^{a,b,c,d} ± 1,20	41,75^{a} ± 6,25	25,55 ^{a,b,c,d} ± 3,00
Cana de açúcar	32,2 ^{B,b} ± 6,72	25,03 ± 5,14	18,93 ^{b} ± 3,95	14,70 ± 1,20	41,37^{b} ± 9,45	32,91 ± 6,61
Pastagem	30,8 ^{C,c} ± 4,43	17,43 ^{a,b,c} ± 3,74	18,12 ^{c} ± 2,61	11,76 ^{a,b,c,d} ± 2,52	42,03^{c} ± 6,71	29,58 ± 6,30
Teca	17,67^{A,B,C} ± 2,86	20,06 ^{a,b,c} ± 4,30	17,66 ^{d} ± 2,86	10,55 ^{a,b,c,d} ± 1,87	39,97^{d} ± 6,84	29,82 ± 4,02

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e mesma letra minúscula, na linha, possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Testes realizados na horizontal e profundidade das camadas.

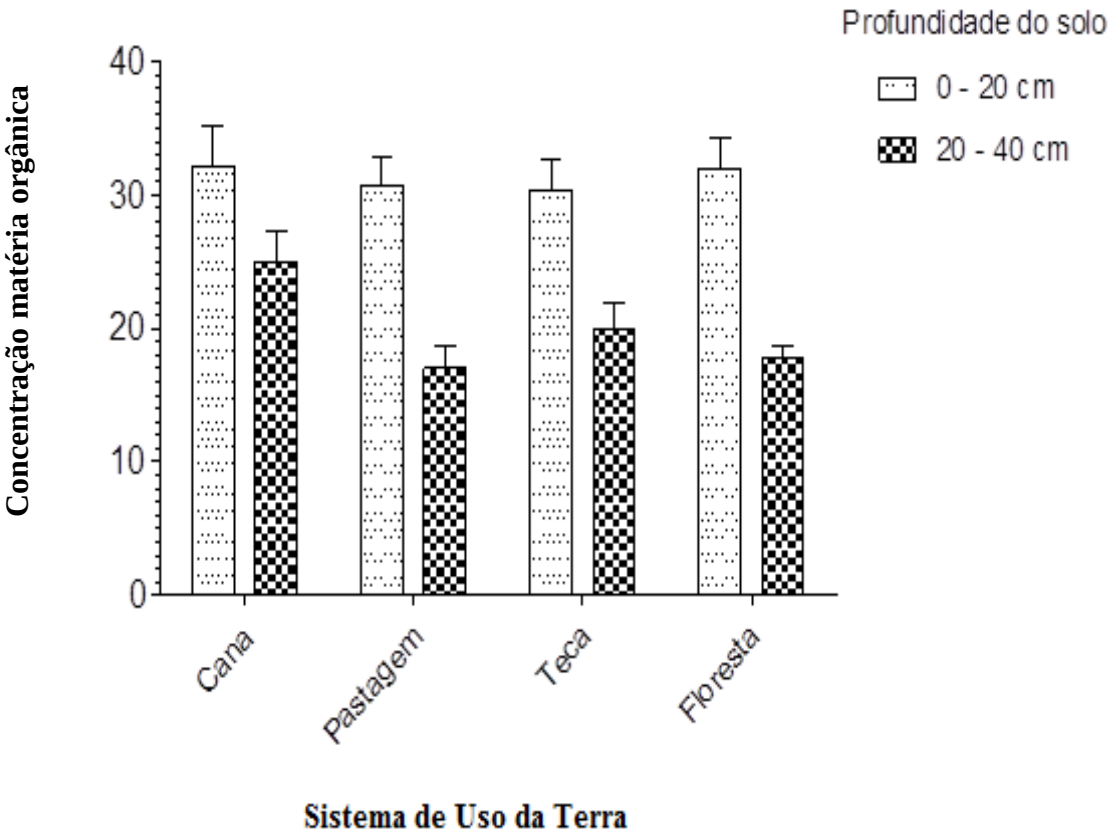
4.3 ANÁLISE DA MATÉRIA ORGÂNICA NAS DIFERENTES PARCELAS.

Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica apresenta uma estreita relação com as demais propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Portanto, o manejo sustentável da matéria orgânica do solo é fundamental a manutenção da capacidade produtiva do solo em longo prazo.

Pode-se observar no gráfico 3 que a matéria orgânica diminui na medida em que aumentou a profundidade do solo, esse fato pode ser atribuído aos resíduos na parte superficial que formam uma manta sob o solo, sendo que estes através de processos de degradação química e biológica transformam-se em matéria orgânica, consequentemente, refletindo nos valores. Foi verificada diferença significativa na profundidade de 0 – 20 cm para a Teca em relação aos demais cultivos, e ocorreram diferenças significativas entre as profundidades, exceto para a cana de açúcar e na profundidade de 20 – 40 cm não ocorreram diferença estatística ($p< 0,05$) entre os sistemas de uso estudados.

Bernoux *et al*., (1999), ao avaliarem o carbono e o nitrogênio em pastagens com diferentes idades, verificaram acréscimo no conteúdo de C, na camada 0-20 cm, de 0,33 kg m^{-2} e 0,89 kg m^{-2} respectivamente, nas áreas de pastagens cultivadas por 4 e 15 anos em relação à mata nativa. Segundo Choné et al., (1991) e Cerri e Andreux, (1990) com a introdução da pastagem, a quantidade de matéria orgânica do solo normalmente decresce nos primeiros anos de sua implantação, aumentando em seguida até atingir níveis muito próximos aos previamente existentes na mata natural. Em relação à área de pastagem da pesquisa atual, podemos perceber que na profundidade de 20 – 40 cm os valores da matéria orgânica são próximos ao da floresta nativa, o que podemos atribuir aos fatores citados por esses autores. Já para a camada de 0 - 20 cm o valor na floresta segue a tendência de um maior valor da matéria orgânica; a floresta favorece a manutenção de resíduos vegetais na superfície, contribuindo para o contínuo aporte de matéria orgânica no solo como o que foi evidenciado com os valores encontrados na tabela 4.

Gráfico 2 - Matéria orgânica(g.dm^{-3}) no solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas áreas de floresta, cana de açúcar, pastagem e teca.



4.4 CONCENTRAÇÕES DE TEOR CARBONO NO SOLO

Quanto à profundidade das coletas das amostras de solo, observou-se que os teores de carbono (C) na camada de 0 – 20 cm foram maiores que aqueles obtidos nas camadas de 20 – 40 cm de profundidade, as quais apresentaram diferenças significativas nos teores deste elemento. Contudo, verificou-se a tendência do maior teor de C na camada de 0 - 20 cm de profundidade (Tabela 4). Os maiores teores de carbono orgânico total (COT) foram encontrados na profundidade 0 - 20 cm na cana de açúcar e prevalecendo na profundidade de 20 – 40 cm, enquanto, nas demais modalidades de uso os teores foram menores e semelhantes entre si; mas com diferenças significativas entre si. De acordo com o teste estatístico aplicado nas duas profundidades estudadas foi observado diferença significativa. O maior teor de

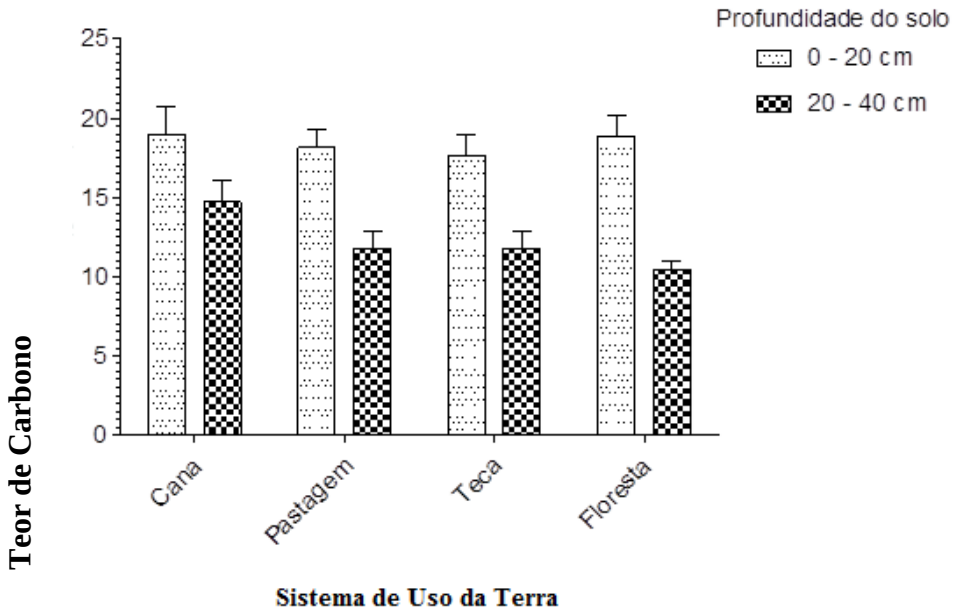
carbono foi observado para a cana de açúcar para a profundidade de 0 – 20 e 20 – 40 cm, destacando que não foi evidenciado diferença significativa entre as profundidades estudadas entre os cultivos, apesar disso verificou-se que existe tendência a diminuição do teor de C com o aumento da profundidade.

Assis et al. (2006), sustentam que os teores de C tendem a diminuir com o cultivo do solo quando comparado a vegetação nativa. Para Don (2011), a conversão de áreas de vegetação nativa para áreas pastejadas promove perda de 12% do C orgânico do solo, o que se deve, principalmente, devido ao super pastejo, à grande exportação de biomassa e à falta de reposição dos nutrientes via adubação, características típicas de pastagens mal manejadas e que, consequentemente, se tornarão degradadas. O fato de a pastagem ter apresentado valor aproximado do estoque de carbono da floresta nativa este resultado pode ser atribuído ao sistema radicular mais desenvolvido e bem distribuído das gramíneas sob pastagem; o que favorece a elevada deposição de C ao solo na forma de raízes conforme também verificado por Rangel e Silva, (2007).

Os dados encontrados corroboram com Moreira e Siqueira (2006) que afirmou que as pastagens, em geral, apresentam distribuição regular do sistema radicular até um metro de profundidade, com 46% das raízes na camada superficial do solo (0 -10 cm), 18,6% na camada de 10 – 20 cm, 22,8% na de 20 – 40 cm e 12,4% na de 40 – 100 cm e Alves et al. (2008) que citou que os teores de C encontrados em áreas de pastagem podem ser próximos ou até superiores aos encontrados em áreas de mata nativa, principalmente nas camadas mais superficiais (0 - 20 cm), sendo que na medida em que aumenta a profundidade há uma tendência de aumento dos estoques de C em áreas de mata nativa.

Costa et al. (2007) salientam que os altos teores de C presente nas pastagens estão ligados ao material orgânico a ser degradado e não à quantidade de material produzido, visto que as pastagens produzem materiais mais resistentes à degradação por serem ricos em lignina e polifenóis, o que pode garantir uma maior permanência do C em um sistema em relação a outro e pode mostrar que ambos os solos podem funcionar como depósitos de C.

Gráfico 3 - Teor de carbono no solo(g.dm^{-3}) nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas áreas de floresta, cana de açúcar, pastagem e teca.



De modo geral, maiores estoques de carbono são observados em solos com maior teor de argila para uma mesma condição climática, solos argilosos têm maior potencial de acumular C, comparados aos solos arenosos (SILVA et al., 1994), o que pode ter favorecido o resultado encontrado na cana de açúcar que apresentou um maior teor de argila conforme tabela 2. A adição de resíduos vegetais ao solo favorece a decomposição da matéria orgânica, e aumentam o teor de C na camada superficial, complementado pela decomposição de raízes, mais abundantes na superfície.

Com os resultados obtidos nos manejos adotados evidenciam a importância do aporte de resíduos vegetais para o acúmulo de C orgânico no solo o que contribui para fixação de C no solo e a redução da emissão CO_2 da atmosfera, de modo a mitigar as mudanças climáticas. Para Moreno et al. 2012, na Amazônia a adoção de planos de manejo florestal madeireiro e não madeireiro podem reduzir impactos sobre as florestas primárias porque permitem ganhos de produção sem o aumento das áreas manejadas. O gráfico 04 mostra os resultados obtidos para ambas as profundidades.

4.4.1. Estoque de Carbono no Solo

O estoque de carbono do solo depende de uma série de fatores que interagem entre si, entre eles, a profundidade do solo, o conteúdo de argila e mineralogia, os atributos estruturais e a habilidade em formar agregados, a retenção de umidade no solo, a densidade de cargas e a superfície específica, além do histórico da área (LAL, 2006). Embora se conheça os fatores que influenciam o armazenamento de C no solo, não existe um consenso sobre a direção de mudanças de estoques após a conversão da vegetação nativa. Em um estudo realizado por Cerri et al. (2000), foi observado que 57% do total de C estocado a 100 cm de profundidade encontrava-se a 30 cm de profundidade. Machado (2005) salienta que os teores de C tendem a diminuir com a profundidade havendo pouca alteração em profundidades maiores. Atualmente, o carbono (C) frequentemente tem sido utilizado como indicador de qualidade do solo, tanto em sistemas agrícolas como em áreas de vegetação nativa.

As maiores partes dos artigos que tratam da dinâmica da matéria orgânica do solo em diferentes sistemas dão mais ênfase para dados na forma de teores de carbono, e não de estoque. No entanto, o estoque de carbono é um conceito mais útil na avaliação do impacto de diferentes manejos na dinâmica da matéria orgânica do solo, pois se trata de uma medida de massa de carbono em um determinado volume do solo (Galdos, 2007).

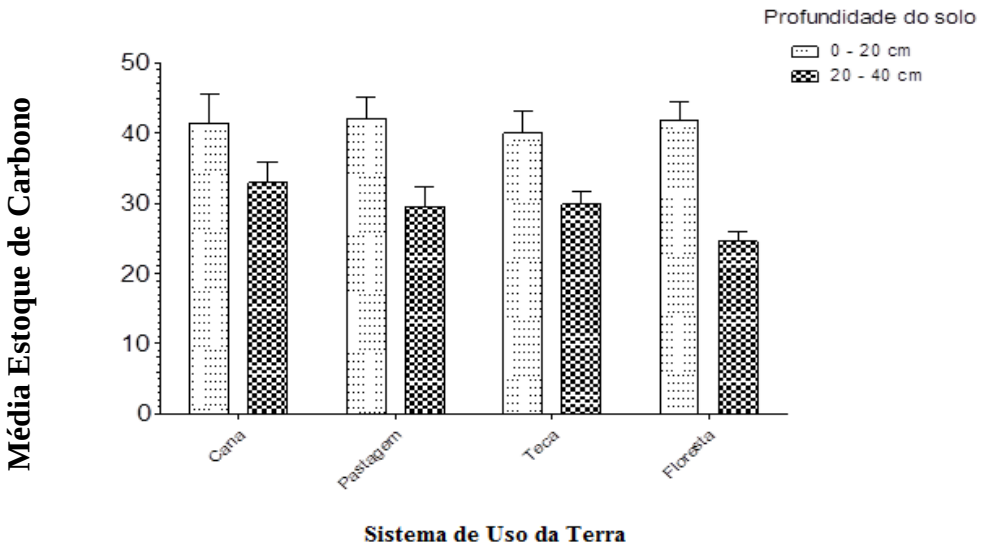
De modo geral verificou-se um comportamento característico para o tipo de solo estudado, ou seja, com maiores concentrações nas camadas superficiais e diminuição dos teores de C com o aumento da profundidade em todas as parcelas estudadas, conforme tabelas 4, e também na média geral demonstrado no gráfico 5; visto que a camada superficial do solo é onde a deposição de material orgânico ocorre com maior intensidade, contribuindo com os resultados encontrados.

Os teores de COS variaram entre os sistemas de uso de 42,0 $Mg.ha^{-1}$ a 24,5 $Mg.ha^{-1}$ nas camadas de 0 – 20 a 20 – 40 cm, respectivamente. O estoque de carbono no solo apresentou diferença significativa para a floresta nativa em ambas as profundidade; na cana de açúcar, pastagem e Teca não foram evidenciadas diferenças significativas nas profundidades de 0-20 e 20 – 40 cm, destacando os maiores valores de estoque de carbono para a pastagem de 0 – 20 cm e na cana de açúcar de 20 – 40 cm.

Essa variação, provavelmente ocorre em razão da maior deposição e acúmulo de resíduos em superfície, além de favorável concentração de raízes finas na superfície do solo, comparada com os menores valores de COS verificados em camadas subsuperficiais. Em solos sob vegetação natural, a preservação da MO tende a ser máxima, pois o revolvimento do

solo é mínimo, sendo o aporte de C nessas áreas mais elevado do que em áreas cultivadas. Neil e Davidson (2000) relataram estudos de caso de pastagens estabelecidas após a conversão da floresta amazônica apresentaram aumento no conteúdo de carbono no solo, ocorrendo o inverso em outros casos onde a mesma mudança do uso da terra ocorreu. Para os autores, a direção da mudança pode estar relacionada ao regime pluvial, as práticas de adubação, espécie de gramínea utilizada ou outros fatores que regulam a quantidade e qualidade da produtividade em cada local. No caso das áreas plantadas com reflorestamento, os resultados podem se diferir pelo uso anterior do solo, do clima e das espécies de árvores plantadas. Para alguns autores, embora as florestas depositem maior quantidade de resíduos lenhosos no solo, pode haver um declínio na matéria orgânica no solo, uma vez que esses resíduos são mais resistentes à decomposição (DAVIS; CONDROM, 2002).

Gráfico 4 - Média de estoque de carbono (Mg.ha^{-1}) no solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm nas áreas de floresta, cana de açúcar, pastagem e teca.



O sistema formado pela pastagem é mais fechado o que pode proteger a perda da matéria orgânica superficial pela água da chuva, o que pode ser um dos fatores do maior valor do estoque de carbono para a pastagem e também Conforme Reis e Reis (1997), durante o período de seca, a morte de raízes, especialmente as finas é mais intenso, as quais podem vir a fazer parte da matéria orgânica do solo e ter refletido nos resultados obtidos. A presença de diferença significativa entre as parcelas de floresta nativa e os demais cultivos pode ser explicada por diversos fatores, dentre eles o fato da floresta nativa em estudo já ter sofrido

pequenas intervenções antrópicas, sabe-se que naquela área foram retiradas as espécies de maior valor comercial, outro fato é o das raízes das árvores não apodrecerem ou ter pouca atividades entre 20 – 40 cm isso deve ter reduzido o estoque de carbono nessas áreas, já para a camada de 20 – 40 cm os maiores teores ocorreram sob cana de açúcar 32,9 $Mg.ha^{-1}$ o que pode estar associado a maior exposição da matéria orgânica e ao fato da maior intensidade do fator sol na área de cana de açúcar que contribuem para acelerar a decomposição da matéria orgânica no solo. O manejo do solo e a ação de fatores abióticos como radiação, temperatura e umidade, do solo influenciam na degradação da MO e consequentemente na concentração de C no solo (SANDI, 2009). Enquanto que para teca, pastagem e floresta nativa os valores são um pouco menor: 29,8 $Mg.ha^{-1}$, 29,6 $Mg.ha^{-1}$ e 24,5 $Mg.ha^{-1}$ respectivamente. Apesar dos teores de carbono encontrados no sistema com floresta nativa serem numericamente menores que na cana de açúcar e floresta nativa, o atributo físico da densidade foi melhor quando contrastados com os outros sistemas produção de pastagem e teca. Podemos levar em conta também que o sistema radicular contribui substancialmente para a adição de COS em subsuperfície, denotando que a mata nativa possui uma grande heterogeneidade de espécies vegetais, o que torna a distribuição da deposição de material orgânico através de raízes mais heterogêneas ao longo do perfil de monoculturas, principalmente no caso da cana de açúcar que forma um grande aporte da camada de serapilheira no solo.

Os estoques de C no solo são controlados por fatores climáticos e biogeoquímicos e são influenciados diretamente por mudanças no uso e ocupação do solo, em particular pela conversão de ecossistemas nativos para áreas cultivadas (CERRI et al., 2008).

Considerando as avaliações realizadas somente nas camadas superficiais do solo (até 40 cm de profundidade) constatam-se perdas consideráveis de C ocorridas ao longo do perfil. Entretanto, observando os valores das concentrações de C nas camadas abaixo de 20,0 cm de profundidade, percebe-se que há diferença significativa entre os sistemas. Mas apesar das mudanças dos estoques de C ocorreram as demais camadas também são importantes reservatórios de C e, dependendo do manejo adotado as camadas mais profundas também podem ser fonte ou dreno de C para a atmosfera.

A comparação entre estoques de carbono em diferentes sistemas de manejo do solo é bastante utilizada para avaliar o desempenho do solo como depósito ou fonte de carbono para a atmosfera, e serve como parâmetro na busca por um sistema sustentável. Os resultados obtidos são importantes para estudos, propostas e análise de políticas relacionadas à dinâmica do C e MOS em diferentes escalas (local, regional, etc), considerando que a estimativa dos estoques originais é indicativa da capacidade de armazenagem de C nos solos.

O quadro 1 que mostra os estoques de C observados em pesquisas realizadas por diferentes autores e a comparação com dados observados nesta pesquisa mostra que as estimativas obtidas aproximaram-se das realizadas por diversos autores em diversas pesquisas. Salientando que as mesmas foram realizadas em outras regiões do país. Levando em conta que no Estado de Rondônia existem poucos resultados nesse tipo de pesquisa.

Porém é importante ressaltar que o maior teor e quantidade de carbono orgânico foi observado nas profundidades menores em todos os estudos citados. Este decréscimo é frequentemente evidenciado no trópico úmido e em particular em solos brasileiros. Isso ocorre em função do teor mais elevado de matéria orgânica nessa profundidade, proveniente principalmente da decomposição da serapilheira, à medida que aumenta a profundidade ocorre uma redução da matéria orgânica.

No caso da floresta que apresentou um menor valor em relação aos demais estudos pode ser atribuído a baixos valores de carbono orgânico no solo de florestas tropicais que são causados por uma rápida decomposição da serapilheira. A variação entre florestas tropicais pode ser muito grande, alcançando diferenças comparáveis entre tropicais e as florestas temperadas e boreais (ANDERSON E SWIFT, 1983).

A explicação para os resultados da cana de açúcar ter sido bem satisfatório é que quando em comparação com os demais estudos citados somente para um o valor ficou inferior, fato este que pode ser considerado que comumente, as áreas de cana de açúcar ocupam antigas áreas de pastagem, e no processo da formação de canaviais, ocorre à incorporação da matéria orgânica remanescente e no levantamento efetuado sobre os usos anteriores das áreas em estudo esse fator foi citado, como sendo um plantio em substituição a pastagem. Em relação à cana de açúcar esses resultados ressaltam a importância da manutenção dos resíduos da colheita na área de cultivo após o corte e não da remoção dos resíduos após a colheita.

Na região amazônica existem poucas plantações florestais, devido principalmente, a carência de conhecimentos científicos sobre o comportamento das espécies nativas, o que dificulta a discussão dos dados obtidos neste estudo com outros autores. O estoque de carbono obtido na parcela reflorestada com Teca (40,0 $Mg.ha^{-1}$) está de acordo com as estimativas de Usuga et al (2010) com média de 35,8 $Mg.ha^{-1}$, na camada 0 – 25 cm obtida a partir da espécie estabelecidas em diferentes florestas tropicais. Se os dados obtidos com Teca forem comparados com o reflorestamento *Eucaliptus* o valor se aproxima bem mais, o que está sendo usado por que os dados com Teca são encontrados em menor quantidade.

Cultivos que privilegiam o aporte de resíduos ao solo e menor revolvimento do solo ou a ausência de revolvimento do solo, garantem uma maior agregação do solo favorecendo uma maior estabilidade dos sistemas (NEVES et al., 2004), promovem uma maior agregação do solo favorecendo uma estabilidade da MOS e podem mitigar a redução do CO_2 a plantação de Teca está inserida neste contexto.

As divergências de resultados podem estar relacionadas com os diferentes tipos de solos, condições ambientais, as camadas de solo avaliadas, bem como os procedimentos experimentais utilizados, esses fatores podem influenciar em diferentes resultados, mesmo em cultivos iguais ao desta pesquisa.

Quadro 1 - Estoques de C observados em pesquisas realizadas por diferentes autores e a comparação com dados observados nesta pesquisa.

Uso	cm	Estoque de C ($Mg.ha^{-1}$)	Autores	Bay,2015 0-20	Bay,2015 20-40
Pastagem	0-20	34,7	DIAS, (2010)	42	29,6
	0-20	40,67	D'ANDRÉA, et al (2004)		
	0-30	34,1	NEILL et al (1996) apud MAIA, STOÉCIO MALTA FERREIRA		
	20-40	33,15	ROSENDO, (1980)		
	20-40	32,59	CORAZZA et al (1999)		
	20-40	38,2	LIMA, et al (2012)		
Cana de açúcar	0-20	54,2	Feller (2001) apud CZYCZA, R.V. et al (2008)	41,4	32,9
	0-30	33,82	CHAVES; FARIAS, (2008)		
	0-20	36,12	CANELLAS et al. (2007)		
	20-40	37,27	CANELLAS et al. (2007)		
Floresta Nativa	0-20	75,71	PRIMIERI (2008) apud RUTHNER; SEVEGNANI, (2010)	41,8	24,5
	0-20	39,5	DIAS, (2010)		
	0-30	32,3	NEILL et al (1996) apud MAIA; STOÉCIO; MALTA		
	20-40	22,85	CARDOSO et al., (2010)		
Reflorestamento	0-30	31,6	MOREIRA; SILVA,(2010)	40,0	29,8

(Teca)					
	0-25	35,8	USUGA et al., (2010)		
Reflorestamento *Eucaliptus*	0-20	39,90	ROSENDO, (2010)		

Considerando os argumentos até aqui apresentados, cultivos que promovam o aumento ou a manutenção de MOS, devem ser indicados, não somente como meio de aumentar a produtividade, mas também reduzir os impactos causados pelos GEE da atmosfera. De acordo com os resultados obtidos a pastagem pode ser considerada eficiente na manutenção do C orgânico no solo por possuir grande influência na produção de matéria orgânica oriunda da gramínea, o que ajuda a explicar o valor encontrado nesse estudo confirmando que as pastagens cultivadas e bem manejadas podem manter o nível de estoque de carbono equivalente ao estoque sob a floresta nativa correspondente.

Assim, como já relatado por Tornquist et al. (2005), os resultados obtidos são importantes para estudos, propostas e análise de políticas relacionadas à dinâmica do C e MOS em diferentes escalas (local, regional, etc), considerando que a estimativa dos estoques originais são indicativos da capacidade de armazenagem de C nos solos. Em função das quantidades de C que armazena, o solo é um dos condicionantes de processos poluentes do ar, tendo em vista que a variação no estoque de C regula os teores desse elemento emitidos para a atmosfera (RANGEL; SILVA, 2007).

A introdução de culturas como a cana de açúcar, pastagem e teca exerceram para esta pesquisa efeito positivo sequestro de carbono no solo representados em forma de estoques de carbono para as camadas de 20 – 40 cm, atuando como sequestradores de C-CO_2.

4.5 COMPARAÇÃO DO POTENCIAL DE SEQUESTRO DE CARBONO NOS DIFERENTES TIPOS DE USO DA TERRA COM A MATA NATIVA ($\triangle$ESTC).

Nesse sentido, mais informativo que os valores absolutos de EstC é a variação dos mesmos em relação a floresta nativa ($\triangle$EstC). Esse parâmetro permite avaliar se o solo está armazenando ou emitindo C-CO_2 para atmosfera e para verificar as tendências de acúmulo ou perda de C orgânico em comparação com o sistema de referência (mata nativa), foi calculada a variação do estoque de C em relação à média dos teores de C da floresta, ou seja, "delta" EstC. O EstC é calculado pela diferença entre os valores médios de estoque de C da mata nativa e os valores médios de estoque de C de cada um dos demais usos (ROSENDO, 2010).

Esse método é utilizado para avaliar se o solo está armazenando ou emitindo C-CO_2 para a atmosfera.

Tabela 5 - Taxa de adição ou perda de C dos diferentes usos da terra em relação à floresta nativa.

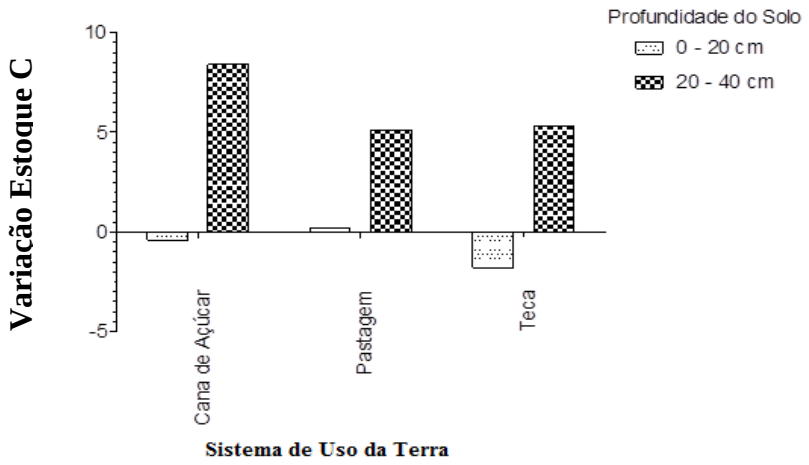
Usos da terra avaliados	**Profundidade** **Taxa de adição ou perda de C (Mg.C.ha^{-})**	
	0-20 cm	20-40 cm
Cana de açúcar	-0,4	7,4
Pastagem	0,3	4,0
Teca	-1,8	4,3

Analisando-se as variações do estoque de carbono nos sistemas em relação à floresta nativa (gráfico 6), de acordo com os valores expostos na tabela 4 foi verificado que dois dos sistemas tenderam a apresentar valores negativos, isto é, os sistemas estão desempenhando um papel de emissores de C-CO_2,quando comparados com os demais.

Conforme tabela 5, os valores apresentados mostram que a quantidade de C na cana de açúcar e teca na profundidade 0 – 20 cm foram menores do que na mata nativa, indicando perda de C. Pode-se considerar que, a profundidade 0 – 20 cm, a cana de açúcar e a teca atuaram como fonte de C-CO_2 para a atmosfera. O uso da terra que armazenou C no solo foi à pastagem na profundidade de 0 – 20 cm em comparação com floresta.

A análise do gráfico 6 permite perceber que na profundidade de 20 – 40 cm todos os usos comportaram-se como sequestradores de carbono no solo, quando comparados com a floresta nativa, enquanto que na profundidade de 0 – 20 cm somente a pastagem atua como sequestrador de carbono no solo e a cana de açúcar e a pastagem atuam como emissores de C.

Gráfico 5 - Variação do estoque de carbono para os diferentes usos da terra.



Finalizando, cita-se Nicoloso et al. (2008) que salienta que o sequestro de C em solos agrícolas é considerado um dreno lento, finito e com incertezas associadas a sua quantificação. No entanto é uma alternativa economicamente viável além de apresentar uma série de benefícios adicionais para a sociedade e para os agricultores. É inegável a necessidade de readequação produtiva e ambiental das unidades agrícolas familiares, quer para melhorar a qualidade de vida, por meio da elevação da renda monetária, quer para melhorar a qualidade ambiental, por meio do reordenamento do uso do espaço rural, dirimindo o conflito entre conservação e desenvolvimento.

Os sistemas aqui analisados visam conciliar o cumprimento da legislação ambiental, principalmente no que se refere às áreas de reserva legal, e contribuir para a sustentabilidade econômica, social e ambiental das unidades produtivas pertencentes aos agricultores familiares atendendo o plano agricultura de baixo carbono.

O efetivo acesso dos agricultores familiares à renda do sequestro de carbono demanda estudos mais detalhados, pois além da complexidade decorrente do Protocolo de Quioto, mesmo para projetos de pequena escala, há necessidade de interferência de organismos credenciados.

Na região de Ariquemes podemos citar como exemplo de Agricultura Familiar e obtenção de lucro e auxílio ao meio ambiente a Agroindústria Cana Verde conduzida por Seu José e familiares, que produzem mais de dez derivados da cana orgânica que foram inseridos na merenda escolar do Município de Ariquemes, como o caldo de cana e rapadura. Em entrevista dada a um canal de TV local Seu José disse que começou a trabalhar com cana em 2010, quando plantou seis hectares da matéria prima. A plantação é cultivada com o próprio bagaço, que sobra depois de moída. A prioridade do produtor é não utilizar agrotóxicos e realizar o processo de produção de forma orgânica. “É o sustento de nossa família e a nossa intenção é aumentar a produção este ano”. (MARQUES, 2014). Esse relato é uma prova de que a agricultura familiar pode ajudar na mitigação dos GEEs e ainda obter uma lucratividade sem a venda de *commodities ambientais.*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os resultados da pesquisa mostraram que cana de açúcar e a pastagem possuem elevado potencial para estocar C no solo nas profundidades de 0 – 20 cm e para a profundidade de 20 -40 cm todos os usos da terra analisados apresentam grande capacidade para estocar o C no solo, e nesta profundidade a cana de açúcar se destaca com maior índice de teor de carbono no solo.
- A sequência de dados para a profundidade de 0 - 20 cm obedeceram a seguinte ordem decrescente: PDE > CAN > FMN > REF. Para a profundidade de 20 – 40 cm CAN > REF > PDE > FMN o que se pode notar algumas modificações para o estoque de C.
- Esses resultados reforçam o valor do reflorestamento, cultivos de cana de açúcar e pastagens nas pequenas propriedades como alternativas para o desenvolvimento sustentável, onde se compreende fatores econômicos e ambientais e, no caso dos agricultores familiares, a remuneração de serviços ambientais representa uma nova opção.
- A metodologia empregada alcançou os objetivos propostos por esta pesquisa. Contudo, há que se ressaltar que essas estimativas podem ter sido sub ou superestimadas, ao considerarmos que a textura do solo encontrado na floresta se diferencia um pouco dos demais solos amostrados, para os diferentes usos.

Com os resultados obtidos nas análises permitiram que se conhecessem os atuais estoques de carbono nas áreas estudadas, tem-se uma base de comparação para futuras avaliações e futuras discussões sobre o sequestro de carbono. Assim, a adoção de sistemas agrícolas que favoreça a conservação e o incremento do COS contribui positivamente para mitigar as emissões agrícolas de gás carbônico para a atmosfera, reduzindo as emissões antrópicas de gases de efeito estufa.

Enfatizamos que não se trata de defender uma expansão desenfreada da cana de açúcar, e sim, de ocupar as áreas, ou seja, onde há atualmente áreas degradadas em desuso e com pastagens degradadas sem condições de uso, visando favorecer uma política de melhoria de pastagens, isso aumenta o sequestro de C. Entretanto, no setor agropecuário, o uso e manejo adequado do solo podem resultar em aumento nos estoques de C no solo, na vegetação, bem como atuar na redução da emissão de GEE para a atmosfera e, consequentemente, resultar na atenuação do aquecimento global. Devem-se ainda preservar as vegetações nativas remanescentes, bem como realizar plantios de reflorestamento, pois nesses

ambientes estão às maiores quantidades de C sequestradas no sistema solo-planta quando se encontram em fase crescimento a absorção de CO_2 é maior.

Ressalta-se, finalmente, a necessidade da pesquisa se estender para outros tipos de usos da terra e também para outras regiões do Estado, principalmente para a zona de concentração dos produtores das áreas ribeirinhas, nos arredores do Município de Porto Velho de onde vem a grande parte de produtos vendidos em feiras livres no Município de Porto Velho, salientando que são poucos os estudos nesse assunto no Estado e principalmente com o solo da região onde estão concentrados os ribeirinhos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAFIN, I., **Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar**. 2007
Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (**ABRAF**). **Anuário Estatístico**; Ano base 2008, Brasília 2009.

ABREU, L. S. P. **PROTOCOLO DE QUIOTO.** 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/florestas/itemlist/category/139-protocolo-de-quioto>. Acesso 15 de fevereiro de 2014.

ALVES, B. J. R. *et al.* Dinâmica de carbono em solos sob pastagens. In: SANTOS, G. de A. *et al.* (eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654 p.

ALMEIDA, P. C.; HUMBERTO, G. S.; ZARONI, M. J. **Latossolos Vermelho Amarelo**. AGEITEC – Agencia Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html>. Acesso em 06 de jan. 2015.

AMADO, T. J. C. *et al*. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.189-197, 2001.

AMBIENTE BRASIL. **Sequestro de Carbono na Amazônia e o Zee.** Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acesso em: 23 de agosto de 2014.

ANDRIOLI, A. I. **Agricultura familiar e sustentabilidade ambiental.** Revista Espaço Acadêmico, nº 89, outubro de 2008. Disponível em: <http://www.espacoacademico.com.br/089/89andrioli.pdf>. Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

ANTENA VERDE. **Injeção de CO_2 na Terra pode diminuir efeito estufa.** Disponível em: <http://www.antenaverde.org.br>. Acesso em: 13 de janeiro de 2014.

AVZARADEL, P. C. S. **Mudanças Climáticas: Risco e Reflexividade.** 200f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Jurídicas e Sociais)– Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, 2008.

ÁVILA, P. R. T. **Os impactos financeiros da comercialização dos créditos de carbono em uma empresa florestal.** O caso Plantar S/A. 156f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo-MG, 2009.

BARROS, J. D. de S. **Estoques de carbono em solos dos Tabuleiros Costeiros Paraibanos: diferenças entre ambientes**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2011.disponível: Revista Eletrônica de Geografia- Campus Jataí-GO ;nº 17- 2011 - Jul a Dez

BARROS, J. D. de S. **Revista Polêmica**; V.12; nº 2, 2013. Disponível em: <http://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/6436/4862>. acesso em 29 de dez. 2014.

BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. F. P.. Cultivo sustentável da cana-de-açúcar. **Revista GEOAMBIENTE *online* UFG.** N17. Julho/Dezembro, 2011. pp 23-30. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/article/viewFile/26028/15000>. Acesso 23 de maio de 2014.

BARROS, J. D. de S. , **Contribuições Es Da Matéria Orgânica do Solo Para Mitigar as Emissões Agrícolas de Gases de Efeito Estufa. Revista Polêmica *on line* nº 2,** Vol. 12, 2013. Disponível em: http://www.e-<publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/6436/4862>. Acesso em: 05 de jan. 2015.

BATJES, N. H.; SOMBROEK, W.G. Possibilities For Carbon Sequestration inTropical na Subtropicals Soils**. Global Change Biology**. V.3, n. 2. p. 161-173. 1997.

BATJES, N. H. Total Carbon and Nitrogen in the Soils of the World. **Europen Journal of Soil Science**. v. 47, n. 2, p. 151 – 163, 1996.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO_2. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 599-607, jul./set. 2000a.

BERNOUX, M. et al. Soil carbon and nitrogen in a forest – pasture from Paragominas. **Sci. agric.** Piracicaba, v.56, n.4,1999.

BICALHO. A. M. de S. M. **Desenvolvimento rural sustentável e geografia agrária**. In: XII Encontro Nacional de Geografia Agrária, 1998.

BNDES, M. C. T. **Efeito estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima**. 1999. Disponível em: <www.bndes.gov.br/>. Acesso em: 23 de setembro de 2014.

BRADY, N.C . **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989.

BRAGA, G. J.. **SEQUESTRO DE CARBONO EM PASTAGENS CULTIVADAS. 2010.** Disponível em: <http://www2.aptaregional.sp.gov.br/artigo.php?id_artigo=765>. Acesso em: 22 de março de 2014.

BRASIL. **Lei Nº. 11.892** - Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil>. Acesso em: 22 de março de 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura:** plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: MAPA/ACS, 2012.

BRUCE, J. P.; FROME, M.; HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R. Carbon sequestration in soils. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 5, p. 382-389, 1999.

BUCKERIDGE, M.. Cana-de-açúcar, sequestro de carbono e o Efeito Cinderela. **Revista Eco 21.** Ed. 133 de 2008. Disponível: <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=1668>. Acesso em 15 de mar. 2015.

CARNEIRO, M. J. **Agricultores familiares e pluriatividade:** tipologias e políticas. In: COSTA, L.F.C.;MOREIRA, R.J.; BRUNO, R. (orgs.). Mundo rural e tempo presente. Rio de Janeiro: Mauad, 1999, p. 325-344.

CERQUEIRA, J. F. B. **O Programa Nacional De Fortalecimento Da Agricultura Familiar (Pronaf) E O Desenvolvimento Sustentável: O Caso Do Município De Propriá/Se,** p. 4. II CONINTER – Congresso Internacional Interdisciplinar em Sociais e Humanidades Belo Horizonte, de 8 a 11 de outubro de 2013. Disponível em: <https://www.google.com.br/#q=+Evagelista+-+Al%C3%A9m+de+participa%C3%A7%C3%A3o+importante+na+produ%C3%A7%C3%A3o+de+alimentos+e+na+gera%C3%A7%C3%A3o+de+empregos+no+campo%2C+a+produ%C3%A7%C3%A3o+familiar+>. Acesso em 05 de jan. 2015.

CERRI, C.C.; ANDREUX, F.G. Changes in organic carbon content in oxisols cultivated with sugar cane and pastures based on 13C natural abundance measurement. In: **International Congress Of Soil Science**, 14., Kyoto, 1990. **Anais.** Kyoto: ISSS, 1990. v.4., p.98-103.

CERRI, C. C. et al. **O balanço de carbono nos solos tropicais**. *In*: Anais da **FERTIBIO:** Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental. UEL, Londrina, 2008.

CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; CARVALHO, M.C.S.C.; VOLKOFF, B. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: Emissões e remoções de dióxido de carbono pelos solos por mudanças de uso da terra e calagem**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001.

CHONÈ, T.; ANDREUX, F.; CORREA, J. C.; VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Changes in organic matter in an oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture, determined by 13C isotopic composition. In: BERGHEIN, J. (Ed.). **Diversity of environmetal biogeochemistry. Amsterdam**: Elsevier, 1991. p.397-405.

CONSUP/IFRO, Instituto Federal De Educação, Ciência E Tecnologia De Rondônia, Resolução nº 021, **04 de julho de 2014.**

CANTINHO G. **A MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO**; 20 de julho de 2010. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/07/materia-organica-do-solo.html>. Acesso em 21 de jan. 2015.

COSTA, O. V. et al**.** Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1137-1145, 2007.
COSTA, P. M. Créditos de absorção de CO2: uma breve história da evolução dos mercados. **Silvicultura**, n.76, p. 24-33, 1998.

CORDEIRO, L. A. M.; et al. **O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono**. Brasília: MAPA / EMBRAPA / FEBRAPDP, 2011. 75 p.

CPRM. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia**. Programa Geologia do Brasil. Porto Velho, 2000.

CPRM. **Programa Geologia do Brasil, Carta Porto Velho (SC.20),** CPRM- Programa Geologia do Brasil, Brasília, 2004.

CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**: Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia/Organizado por Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros [e] Gilmar José Rizzotto. – Escala 1:1.000.000. –Porto Velho: CPRM, 2007. 153p.: (il.)

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p. 179-186, fev. 2004.

DAVIS, M.R.; CONDROM.L.M. Impacto f grassland afforestation on soil carbono in New Zealand; a review of paired-site studies. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 40, p. 675-690, 2002.

DIEKOW, J. **Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto.** 2003. 182 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

DON, A.S J.F.A. Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks – a meta analysis. **Global Change Biology**, Oxford, v. 17, n. 4, 1658-1670, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. Yield response to water. FAO. **Irrig. and Drain**. Paper . v. 33, 1979. 193p.
EBELING, Jonhannes e Yasue, MAI. **Benefícios Econômicos do combate ao desmatamento.** 2007. Revista Royal Society.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.
306 p.: il.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Síntese da Bibliografia Fundamental**. 2007. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/carbono/bibliografia/bibliofund.html>. Acesso em 7 de julho de 2014.

FALLOON, P.; et al. Climate change and its impact on soil and vegetation carbon storage in Kenya, Jordan, India and Brazil. **Agric. Ecosyst. Environ**., v.122, p. 114-124, 2007.

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

FERNANDES, M. R. **Vegetação ciliar no contexto de bacias hidrográficas.** In. Simpósio Mata Ciliar Ciência e Tecnologia, 1999. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999.

FEARNSIDE. **A Ocupação: humana de Rondônia: impactos, limites e planejamento.** Brasília; Assessoria editorial e divulgação científica, 1989. 76p.

FIGUEIREDO, M. A. B. (org.). **Extensão rural, desafios de novos tempos:** agroecologia e sustentabilidade. Recife: Bagaço, 2006.p.57-81.

FORTIN, M. C.; ROCHETTE, P.; PATTEY, E. Soil carbon dioxide fluxes from conventional and notillage small-grain cropping systems. **Soil Science Society America Journal**, Madison, v. 60, p. 1541- 1547, 1996.

GABETTA, J. H. S. C.. **A INFLUÊNCIA DOS CERTIFICADOS DE EMISSÕES REDUZIDAS - CERs NA VIABILIDADE ECONÔMICA DE EMPREENDIMENTOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**. Disponível em: <http://www.consciencialimpa.org.br/publicacoes/a-influencia-dos-certificados-de-emissoesreduzidas-cers-na-viabilidade-economica-de-empreendimentos-de-energiasrenovaveis.pdf.> Acesso em 17 de maio de 2014.

GALDOS, M. V. **Dinâmica do Carbono do solo no agrossistema cana de açúcar** – Tese Doutorado; Universidade de Piracicaba; Piracicaba,2007, 101 p. il. Disponível em: <http://posugf.com.br/biblioteca/?word=Cerri%2CCarlos+Clemente&type=Tese%20de%20Doutorado>. Acesso em 25. de dez.2014.

GARCIA, F. B. **Crédito de Carbono.** Disponível em: <http://sustentabilidades.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid>. Acesso em 30 de dezembro 2013.

GARRITY, D.; FISHER, M. **Proceedings of the Workshop on Tropical Agriculture in Transition:** Opportunities for Mitigating Greenhouse Gas Emissions, Center for Development Research: Bonn, Germany, 2001.

GATTO, A. et al. **ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO E NA BIOMASSA EM PLANTAÇÕES DE EUCALIPTO.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n4/07.pdf>. Acesso em: 23 de agosto de 2014.

GREGORICH, E. G., CARTER, M.R.; ANGERS, D.A., MONREAL, C. M. E ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Sciences**, v. 74, p. 367-385, 1994.

GUILHOTO, J. J. M.: **A IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL E EM SEUS ESTADOS**, 2007. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A089.pdf> Acesso em: 14 de janeiro de 2014.

HOMMA, A. K. O. **Amazônia: como aproveitar os benefícios da destruição**? Estudos Avançados, 19:115-135,2005

HOUGHTON, R.A. **As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais.** *In*: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO_2: UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro, 1994. Anais. Rio de Janeiro, CVRD, 1994. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/2014-ano-internacional-agricultura-familiar-734869.shtml> Acesso em 25 de dez. 2014

IBGE. **CENSO AGROPECUÁRIO AGRICULTURA FAMILIAR 2006.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1466&id_pagina=1>. Acesso em: 25 de Dez de 2014.

IFRO, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia. Disponível em: <http://www.ifro.edu.br/site/?page_id=584>. Acesso em: 05 de jan. 2015.

IMAZON. **Boletim do desmatamento (SAD) Janeiro de 2013.** 2013. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/transparencia-florestal/transparencia-florestal-amazonia-legal/boletim-do-desmatamento-sad-janeiro-de-2013>. Acesso em: 23 de abril de 2014.

INCRA/FAO. **Perfil da agricultura familiar no Brasil:** dossiê estatístico. Brasília: INCRA/FAO, 1996.

INSTITUTO BRASIL CARBONO. **Financiamentos**, 2012 – Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br/>. Acesso 15 de fevereiro de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Diagnóstico Ambiental da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: FIBGE, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). **CENSO AGROPECUÁRIO AGRICULTURA FAMILIAR 2006.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 de janeiro de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS (IBGE). Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia** 2.ed. Rio de Janeiro, 2007a. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP. **O Ciclo do Carbono**. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/en/>. Acesso em: 22 de agosto de 2014.

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM)**. Reflorestamento**. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/abc/glossario?letra=R>. Acesso em 05 de jan. 2015

IPCC. **Climate change 2007**: mitigation of climate change. Summary for policymakers. Bangkok. 2007b. 35p.Working Group III contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report.

KHALILI, A. E. **O que são Créditos de Carbono?.** Revista Eco 21, ano XII, No 74, jan. 2003. Disponível em:

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./noticias/index.php3&conteudo=./noticias/amyra/creditos.html>. Acesso 15 de fevereiro de 2014.

KIEHL, E.J. **Manual de Edafologia**. Ed. Ceres. 1979. 262p.

LAL, R. Carbon sequestration. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.363, p. 815-830, 2008.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Washington, v. 304, 2004.

LAL, R. **Soil carbono sequestration in Latin America**. In: LAL., R. (Ed). **Carbon sequestration in soils of Latin America.** New York: Food Product, 2006, p. 49-63.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação Dos Solos**. Ofina de Textos. São Paulo: 2002.

LIMA, J. R. T.; FIGUEIREDO, M. A. B. **Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável.** In: LIMA, J. R. T. de; FIGUEIREDO, M. A. B. (org.). **Extensão rural, desafios de novos tempos:** agroecologia e sustentabilidade. Recife: Bagaço, 2006.p.57-81.

LIRA, A. C. S de. **Lodo de esgoto em plantações de eucalipto: carbono, nitrogênio e aspectos da fotossíntese.** 2006. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LOMBARDI, A.. **Créditos de Carbono e Sustentabilidade.** São Paulo: Lazuli, 2008.

Lopes ,I. V. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL**: guia de orientação, p. 4. Rio de Janeiro : Fundação Getulio Vargas, 2002. 90 p.

LUCIANO, R. V. et al. **Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico.** Disponível em: <http://www.site.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/FABIANA%20CARVALHO%20VLELA%20MAIA.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2014.

MACIEL, M.**. 2014, ANO INTERNACIONAL DA AGRICULTURA FAMILIAR.** Planeta Sustentável, Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticias/2014-ano-internacional-agricultura-familiar-734869.shtml>. Acesso em 04 de jan. 2015.

PETRUS, L. de L. P. et al, **AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO EM AREAS COM CAFEEIRO ROBUSTA ARBORIZADO EM RONDÔNIA** ,XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Uberlândia-MG,. 2002.

MACHADO, P. L. A. **Carbono** do solo e a mitigação da mudança climática global. **Química Nova,** v. 28, n.2, 329-334, 2005.

MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos Físicos de Um Argissolo e Rendimento de Culturas de Acordo com o Revolvimento do Solo em Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 163-170, 2006.

MARQUES, E. Derivados de cana orgânica são inseridos na merenda escolar, em RO. Disponível em: <http://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2014/05/derivados-de-cana-organica-sao-inseridos-na-merenda-escolar-em-ro.html>. Acesso em 22 de jan. 2015.

MARTINS, A. da S. **Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub-bacia do Rio Candeias/RO Amazônia Ocidental.** 2009. 124f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente) – Universidade Federal de Rondônia -UNIR, Porto Velho-RO, 2009.

MENEGETTI. G. A. **DESENVOLVIMENTO, SUSTENTABILIDADE E AGRICULTURA FAMILIAR.** Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/br/arquivos/servicos/biblioteca/digital/art18.pdf>. Acesso em: 23 de janeiro de 2013.

MENEGUIM, F. **O que é o mercado de carbono e como ele opera no Brasil?** Disponível em: <ww.brasil-economia-governo.org.br/2012/08/13/o-que-e-o-mercado-de-carbono-e-como-ele-opera-no-brasil/>.Acesso em 04 de jan. 2015.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Convenção sobre mudança do clima.** 2012. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5390.pdf> . Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. **Efeito Estufa e a Convenção Sobre Mudança do Clima. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Área de Planejamento.** Coordenação de pesquisas de Mudanças Globais, Brasília-D.F: 1999

MIRANDA, D. L. C. de. **Modelos matemáticos de estoque de biomassa e carbono em áreas de restauração florestal no Sudoeste Paulista.** 2008. 114 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MMA - **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari** — Rondônia,Volume V – Anexos, p. 126. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_jamari_pm_anexos.pdf> . Acesso em 06 de jan. 2015.

MORENO, A. de L. C.; OLVEIRA, F. de S.;. **Estoques de Carbono e Nitrogênio de Solos de Florestas Primária e Plantadas de Teca e Mulateiro** do Estado do Acre . XXXIV Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo, Florianopolis-SC, 2012.

MOREIRA, F. M.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** Universidade Federal de Lavras, 2002

MOREIRA, M. M. **Estoque de carbono e nitrogênio em áreas de vegetação nativa e antropizada no município de Irecê-Ba** 2013. 52f.; il. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, Área de Concentração: Manejo e Qualidade de Agro ecossistemas. da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Mudanças Climáticas e o Mercado de Carbono. *In* **Carbono**: Desenvolvimento Tecnológico, Aplicação e Mercado Global. Curitiba: Multigraphic, p.19-41, 2006.

NEILL, C.; DAVIDSON, E. A. **Soil Carbono Accumulation Or Loss Following Deforestation For Pasture In The Brazilian Amazon**. In: LAL, R. (Ed). Carbon dynamics in tropical ecosystems, Boca Raton; CRC Press, 2000. pp. 197-211.

NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. **Total carbon, organic carbon, and organic matter**. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Madison, **Soil Science of America and American Society of Agronomy**, 1996. p. 961-1010.

NEVES, C. M. N et al. **Estoque de Carbono em Sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na Região Noroeste do Estado de Minas Gera**is. Ciência Agrotécnica**,** Lavras, v.28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.

NICOLOSO, R. S. et al. Balanço de carbono orgânico no solo sob integração lavoura pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2425 2433, 2008.

NOBRE, A. Carlos**. A Amazônia e Carbono Atmosférico.** Disponível em: <http://mdm09.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mdm09@80/2008/04.03.14.09/doc/amazonia%20e%20o%20carbono%20atmosf%E9rico.pdf>. Acesso em 05 de jan. 2015.

ONU. **Perspectivas da Agricultura e do Desenvolvimento Rural nas Américas 2014:** uma visão para a América Latina e Caribe. Disponível em: <http://www.onu.org.br/no-brasilagricultura-familiar-representa-77-dos-empregos-no-setor-agricola/> Acesso em: 23 de março de 2014.

PAYOLLA, B. L. **As rochas graníticas e sieniticas das cachoeiras Teotônio e Santo Antônio, rio Madeira, Porto Velho, Rondônia: geologia, petrografia e geoquímica.** 1994. 145p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

PERES, P. C. **A produção de derivados da cana-de-açúcar como alternativa para a agricultura familiar: estudo de caso na agroindústria familiar rural.**

PESSOA, S. G. **REFLORESTAMENTO E SEQUESTRO DE CARBONO EM ÁREAS DO CERRADO MATO-GROSSENSE:** ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Administração, Economia e Ciências Contábeis, Pós-graduação em Agronegócios e Desenvolvimento Regional. 2008. Disponível em: <http://www.ufmt.br/SirleneGomes.pdf>. Acesso em 17 de maio de 2014.

Pequeno, P. L. de L. et AL. **AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO EM AREAS COM CAFEEIRO ROBUSTA ARBORIZADO EM RONDÔNIA**. *In* Congresso Brasileiro de Ciências do Solo; Solos nos Biomas Brasileiros: Sustentabilidade e Mudanças Climáticas; 2002, Uberlândia - MG

PILLON, C.N. **Alterações no conteúdo e qualidade da material orgânica do solo induzidas por sistemas de cultura em plantio direto.** 2000. 232 p. **Tese** (Doutorado em Ciências do Solo) Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

PROTOCOLO DE QUIOTO. **Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** 2012. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

QUADROS, M. L. do E. S.; RIZZOTTO, G. J. (orgs). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia:** Sistema de Informações Geográficas – SIG: Texto Explicativo do

Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Rondônia – Escala 1:1.000.000. Porto Velho: CPRM, 2007.

RAMALHO. A. FILHO; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras.** 3 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNP, 1995.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. Estoque de Carbono e Nitrogênio e Frações Orgânicas de Latossolo Submetido a Diferentes Sistemas de Uso e Manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** Viçosa, v. 31, p. 1609-1623, 2007

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. **Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas.** Série Técnica IPEF, v.11, p.9-22, 199.

RENNER, R. M. **Sequestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil.** 2004. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

REVISTA CREA – RO. **Conscientizando Sobre o Meio Ambiente em Rondônia**. Ano 3. Edição nº 8; p. 19-20; 2014.

RIBAS, E. S. et al, **Estimativa Da Biomassa E Carbono Existência: O Caso Do Manguezal Na Área Do Sítio Sandi**, Santos-Sp. Revista Ceciliana 1(2): 39-43, 2009. Disponível: <http://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_02/2-2009-39-43.pdf>. Acesso em 05 de jan. 2015.

RIZZOTTO, G.J.; QUADROS, M.L. do E.S.; OLIVEIRA, J.G. de; CASTRO, J.M. de; LAFON, J.M. **Idades Pb- dos granitos do setor noroeste do Estado de Rondônia**. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DA AMAZONIA, 9, 2006, Belém. Trabalhos Apresentados. Belém: SBG Núcleo Norte, 2006. 1 CD-Rom.

RIBEIRO, M. de S. **O tratamento contábil dos créditos de carbono.** 2005. 92 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o Mercado de Carbono:** Uma Aplicação do modelo CERT. (Tese de Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Esalq. Piracicaba - SP. 2003.

ROCHA, M. T. **Aquecimento e o sequestro de carbono em projetos agroflorestais**. Revista Ecologia, Rio de Janeiro, n. 151, 2000.

RONDÔNIA, Governo do Estado de Rondônia. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN/RO). **2ª Aproximação do Zoneamento Sócio-Econômico e Ecológico do Estado de Rondônia (ZSEE-RO).** Porto Velho-RO, 2002.

RONDÔNIA. SEPLAD/PLANAFLORO/PNUD.BRA/00/004. **Atlas geoambiental de Rondônia**. Porto Velho, 2002b.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002.

ROSENDO, J. dos S. **Estoque de carbono nos solos da bacia do Rio Araguari-MG; estimativas, modelagem e cenários** 2010, 311 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlância. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/1254>. Acesso em 04 de jan. de 2015.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, R. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul - RS. Revista **Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.2, 1995

SANDI, J. T. T. **ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS, CHAPECÓ-SC**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Chapecó-SC, 2009. 104f. Tese (Mestrado) Universidade Federal do Paraná- PR, disponível em: <http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/dissertacao/2007_08_30_santos.pdf.> Acesso em 24 de out. 2014.

SANTOS, E. **Carbono, nitrogênio e relação C/N em Gleissolo e Cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da Floresta Ombrófila Densa, Antonina – PR.** 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, 2007.

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). 2004. Disponívelem:<http://www.rondonia.ro.gov.br/secretarias/sedam/sedam_.htm>. Acesso em 06 de jan. 2015.

SCARPINELLA D' ALMEIDA, G. **Reflorestamento no Brasil e Protocolo de Quioto**. 2002. 182 f. Dissertação (Mestre em Energia) – Instituto de Eletrotécnica e Energia IEE, Universidade de São Paulo, São Paulo,2002.

SCHOLES, R. J.; BREEMEN, N. V. The Effects of Global Chang on Tropical Ecosystems. **Geoderma,** v.79, 1997.

SCHUMACHER, M. V.; KONIG, F. G.; KLEINPAUL, J. J. **Quantificação de carbono orgânico na serapilheira, sub-bosque e solo de uma Floresta de Pinus elliottii Engelm aos 36 anos, em Santa Maria, RS**. In. SANQUETTA, C.R. et al (eds.). Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba, 2004. p. 125-132.

SEGNINI, A. **Estrutura e estabilidade da matéria orgânica em áreas com potencial de sequestro de carbono no solo.** 2007. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências – Química Analítica) Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA FILHO, E. P. da **Estudo da degradação de solos em áreas de pastagens no município de Porto Velho (RO)**. Tese de Doutorado. UNESP/ Rio Claro , 2009 159 f.

SILVA, J. R. da; JESUS, P. de. **OS DESAFIOS DO NOVO RURAL E AS PESPECTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL.** Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010r/>. Acesso em: 23 de janeiro de 2014.

SILVA, J. E.; LEMAINSKI, J.; RESCK, D. V. S**.** Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de Cerrados do Oeste Baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p. 541-547, 1994.

SIROIS, D. L.; STOKES, B. J.; ASHMORE, C. **Primary transport of wood on sensitive sites in the Southeast.** In: ANNUAL COFE MEETING, 8th., 1985, Proceedings… Corvallis, OR: Council Forest Engineers, 1985. p. 122-127.

SMITH, P. **Land use change and soil organic carbon dynamics**. Nutr. Cycling Agroecosyst., v. 81, p.169-178, 2008.

SOMBROEK, W. G.; NACHTERGAELE, F. O.; HEBEL. A. Amounts, Dynamics and Sequestering of Carbon in Tropical and Subtropical Soils. **Ambio**, v. 22, p. 417 – 426, 1993.

SORDI, A. et al **Estoque de Carbono Do Solo, Sob Diferentes Sistemas de Uso da Terra.** Disponível em: <www.unochapeco.edu.br>. Acesso em: 06 de jan. de 2014.

SOUZA, A. P. de. **A Cana de Açúcar e as Mudanças Climáticas: efeitos de uma atmosfera enriquecida em CO_2 sobre o Crescimento, Desenvolvimento e Metabolismo de Carboidratos de Saccharum ssp**. Dissertação para obtenção do titulo de mestre em :Biologia, Campinas-SP; 2007; 91 f.

STEVENSON, F. J. **Húmus chemistry:** gênesis, composition and reaction. New York: John Wiley & Sons, 1982., 1994.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solos, plantas e outros materiais.** 2. ed. UFRGS. Porto Alegre: Departamentos de solos, Boletim Técnico, 1995.

TELLES, E.C.C. **Dinâmica do carbono no solo influenciado pela textura, drenagem, mineralogia e carvões em florestas primárias na região centro-oriental da Amazônia. Piracicaba,** 92p. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. 2002.

TOMASELLI, A. **Determinação de biomassa e carbono em povoamentos de araucariaangustifolia (bert.) o. ktze em Caçador, Santa Catarina.** 2005.151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

TORNQUIST, C. G. et al. **Estoques Originais de Carbono Orgânico em Solos do Planalto do Rio Grande do Sul**. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005. **Anais....** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 2005, USP. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/cursodeinverno/old/2011/livro2011.pdf>. Acesso em 15 de mar. 2015.

VASCONCELOS, S. S. **Estudo Propositivo de Dinamização Econômica do Território Rural Vale do Rio Candeias.** FASE Pará – Programa Nacional Amazônia. Rio Branco/AC, 2010.

VENÂNCIO, Sebastião Martins Recuperação de matas ciliares.. Editora Aprenda Fácil. Viçosa - MG, 2001. Disponível em: <http://www.arvoresbrasil.com.br/?pg=reflorestamento_mata_ciliar>. Acesso em 21 de jan 2015.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda da biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. L' húmus des sols du Brésil: Nature et relations avec l" environnnemet. **Cahiers** ORSTOM, série Pédolologie, v. 24, n.2, p. 83-95, 1988.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method**.** ***Soil Sci.,*** v. 37, p. 29-38, 1934.

WATZLAWICK, L. F. et al. **Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração.** In: SANQUETA, C.R. et al (ed.) **As Florestas e o Carbono.** Curitiba: 2002. p. 153-173.

WATZLAWICK, L. F. et al. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de Araucária angustifolia (bert.) o. Kuntze, no Sul do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 63-68, 2003.

YU, C. M. **Sequestro Florestal de carbono no Brasil -** dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas. 156 f. 2004. Tese - (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2004.

ZANETTI, E. A.; MONTOYA, L. J.; CORREA, G.; TROVATTO C. **FUNDO DE CARBONO DA AGRICULTURA FAMILIAR – FUNCAF**. Disponível em: <http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema05/05tema13.pdf>. Acesso em 30 de dez. de 2013.