



**ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL NOVA BONAL, ACRE**

**SILVANIA ARRECO ROCHA**

**DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Universidade de Brasília (UnB)  
Faculdade de Tecnologia (FT)  
Departamento de Engenharia Florestal (EFL)**

**ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PROJETO DE DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL NOVA BONAL, ACRE**

**SILVANIA ARRECO ROCHA**

**ORIENTADOR: ERALDO APARECIDO TRONDOLI MATRICARDI**

**COORIENTADOR: JOÃO LUIZ LANI**

**TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL.TD-057/2015  
BRASÍLIA-DF, JUNHO DE 2015**

**Página com as assinaturas**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

AR628a ARRECO ROCHA, SILVANIA  
ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PROJETO  
DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NOVA BONAL, ACRE /  
SILVANIA ARRECO ROCHA; orientador ERALDO APARECIDO  
TRONDOLI MATRICARDI; co-orientador JOÃO LUIZ LANI. -  
Brasília, 2015.  
134 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências  
Florestais) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. ASSENTAMENTO. 2. AMAZÔNIA. 3. DESMATAMENTO. 4.  
SUSTENTABILIDADE. 5. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS. I.  
TRONDOLI MATRICARDI, ERALDO APARECIDO, orient. II.  
LANI, JOÃO LUIZ, co-orient. III. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ROCHA, S. A. (2015). Aspectos ambientais e socioeconômicos do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Nova Bonal, Acre. Tese de doutorado em Ciências Florestais. Publicação PPGEFL.TD-057/2015, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília- DF, 134 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Silvania Arreco Rocha

TÍTULO: Aspectos ambientais e socioeconômicos do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Nova Bonal, Acre.

GRAU: Doutor; ANO: 2015; ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Manejo Florestal

Concedo à Universidade de Brasília-UnB permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestá-las, somente para propósitos acadêmicos e científicos. Reservo outros direitos de publicação, de forma que nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem minha autorização por escrito.

---

Silvania Arreco Rocha

Endereço eletrônico: silvaniarocha@yahoo.com.br

*Dedico a Deus,  
Porque Dele, e por Ele, e para Ele, são todas as coisas  
e aos meus pais, João e Izabel com muito amor e gratidão.*

*“Esta é a voz do meu amado; ei-lo aí, que já vem saltando sobre os montes, pulando sobre os outeiros.” (Cantares de Salomão 2.8).*

*“Porque não há obstáculos que o amor de nosso salvador não possa transpor e para ele montanhas e dificuldades são tão fáceis como uma estrada asfaltada.”*

*“O Senhor Deus fez os meus pés como os da corça, e coloca-me sobre os lugares altos” (Salmos 18:33).*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que de uma forma tão maravilhosa supre a minha vida com tudo aquilo que eu preciso, além de ser o meu amigo fiel e o meu lugar seguro.

Ao professor Eraldo pela sua competência e profissionalismo, pela disposição em ensinar e ajudar. Mas agradeço ainda mais pela sua amizade, dedicação, otimismo, palavras de incentivo, apoio, e principalmente por ter aceitado o desafio de me orientar.

Ao professor João Luiz Lani por trazer uma proposta que veio como uma solução num tempo tão difícil, pela sua competência e visão, pelo seu otimismo e disposição em ajudar.

Aos meus pais João e Izabel pelo amor e apoio. À minha mãe agradeço também pelas orações.

Aos meus irmãos Renata, Simone, Luciane, João Douglas; e aos meus sobrinhos Júlia, Carlos Henrique, Mariana, Raica, Izabelle, Serena e Mirlene, por serem a minha família.

Agradeço em especial a minha irmã Renata, que tem sido a minha parceira em toda a minha trajetória acadêmica.

A minha avó Maria pelo seu amor e delicadeza.

Ao Charles Henderson A. de Oliveira, do Instituto de Mudanças Climáticas, que muito ajudou na etapa de campo da minha pesquisa e sem o qual tudo teria sido muito mais difícil.

Ao Instituto de Mudanças Climáticas pelo apoio à etapa de campo da minha pesquisa.

Aos moradores do Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, que me receberam de forma tão cordial e se mostraram tão dispostos em ajudar.

Aos moradores do entorno do assentamento, que também cooperaram com a minha pesquisa.

Aqueles que trabalharam na elaboração do Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA), que me foi muito útil.

A CAPES pelo apoio financeiro.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais com quem eu tive contato. Especialmente o professor Reginaldo que é sempre tão empenhado em ajudar; o professor Alcides e o professor Humberto pela contribuição na pesquisa; a professora Rosana e o professor Ildeu, pela simpatia e gentileza.

Aos funcionários da secretaria da pós-graduação, Chiquinho, Pedro e Tiago pela disposição em ajudar e fazer sempre o melhor.

Aos amigos e colegas da pós-graduação: Nádia, Ludovico, Pierre, Fabrícia, Sara, Alessandra, Fabrício e Raquel.

A minha amiga Marília que muito torceu por mim.

A terceira Igreja Batista de Brasília pelos momentos agradáveis que passei e pela rica oportunidade de aprendizado, relacionamento e comunhão com Deus.

Ao Pastor Gilberto, o qual Deus incluiu neste plano, pelas orações. Também a sua esposa Tucka, que muito me ensinou.

Aos outros pastores que também muito me abençoaram. O Pastor Ricardo e sua esposa Vera, Pastor Robson, Pastor Edson e sua esposa Mariene, Pastor Mark e sua esposa Maria Júlia, Pastora Vilma, Pastor Evandro e Pastor Felipe.

Aos membros da igreja com quem me relacionei.



## RESUMO

### **Aspectos ambientais e socioeconômicos do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Nova Bonal, Acre**

Entre os objetivos da política de reforma agrária do Governo Federal está inserida a implantação de Projetos de Assentamentos rurais sustentáveis. Tais projetos levam em conta as potencialidades socioambientais e as características dos biomas nos quais estão inseridos, buscando o desenvolvimento territorial sustentável. Porém, a efetividade dessas políticas de reforma agrária no país tem sido muito questionada. Mais especificamente, a Amazônia brasileira contempla a maioria destes projetos e, ao mesmo tempo, acumula grande passivo ambiental, muitas vezes atribuído aos projetos de assentamentos de pequenos produtores. Desse modo, o presente estudo buscou avaliar a efetividade da sustentabilidade socioambiental do Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, localizado no município Senador Guiomard, Estado do Acre, incluindo: a avaliação da dinâmica do desmatamento e uso da terra no Assentamento e seu entorno; o cumprimento da legislação ambiental, estimativa dos principais impactos do desmatamento no solo e na vegetação, identificando potencialidades e limitações dos serviços ambientais como contribuição à sustentabilidade do referido projeto. Para isso, foi conduzido um estudo detalhado da dinâmica do uso e cobertura da terra nos limites do PDS Nova Bonal e no seu entorno (zona de influência de 10 km, parte do Projeto de Assentamento Pedro Peixoto), análise da fragmentação da vegetação nativa e o desenvolvimento de um índice de sustentabilidade para a avaliação de sua sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Além disso, foi estimada a perda de solo por processos de erosão laminar e avaliado as potencialidades e limitações para a implantação de Pagamento por Serviços Ecosistêmicos (PSE). Os resultados indicam que o desmatamento nos limites do PDS Nova Bonal foi menor do que em seu entorno no período de análise. Observou-se que, de modo geral, o Assentamento cumpre a legislação ambiental no que diz respeito às áreas de Reserva Legal e em pelo menos 86% das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Enquanto isso, no entorno do PDS Nova Bonal, o passivo ambiental é de aproximadamente 54,1 % em áreas de Reserva Legal e de 66 % em APPs. Do mesmo modo, os efeitos da fragmentação florestal são maiores no entorno, onde as terras são ocupadas predominantemente por pastagens. As menores perdas de solo por erosão laminar também foram observadas dentro do PDS Nova Bonal comparado com seu entorno. O índice de sustentabilidade estimado para o Projeto indica um grau médio de sustentabilidade do PDS Nova Bonal. Entretanto, o índice individual da dimensão econômica ficou próximo da não sustentabilidade. Por fim, observou-se um alto potencial para o desenvolvimento de projetos de PSE, com destaque ao grande estoque de Carbono disponível para tal fim. Tais serviços poderiam contribuir com a conservação da floresta, manter uma série de serviços ecossistêmicos de benefícios locais, regionais e globais, além de beneficiar diretamente os moradores do assentamento.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, desmatamento, pagamento por serviços ecossistêmicos.

## ABSTRACT

### **Socio-economic and environmental aspects of the Sustainable Development Project Nova Bonal, Acre**

The land reform policies in Brazil included sustainable rural settlement projects as a main strategy for rural development in the country. Those projects were strategically designed to consider social and environmental peculiarities of each biome to guarantee a desirable sustainable territorial development. However, the effectiveness of the land reform policies in Brazil has been widely argued. More specifically, most of those projects are located in the Brazilian Amazon as a strategy to mitigate impacts of forest destruction by small settlers in the past decades. This research assessed the effectiveness of the social and environmental sustainability of the Sustainable Development Project (PDS) Nova Bonal located within the Senador Guimard municipality, state of Acre, Brazil. It included an analysis of the land use and land cover change dynamics of the PDS Nova Bonal and its surrounding area (a 10 km buffer zone fully encompassed by the Pedro Peixoto Settlement Project); enforcement of environmental law; the deforestation impacts on soil and vegetation; and, suitability of the environmental services to improve sustainability of the PDS Nova Bonal. Also, it was analyzed forest fragmentation and developed an index to assess the socioeconomic and environmental sustainability of the PDS Nova Bonal. It was estimated soil losses by laminar erosion processes and assessed opportunities and restriction to enforce a project of ecosystem services payment (ESP). This study results indicate that deforestation within the PDS Nova Bonal was smaller than on its surrounding areas between 1997 and 2014. It was also observed that the environmental law has been properly enforced within the PDS Nova Bonal, especially regarding the Legal Reserves and gallery forests of which at least 86% has been protected. As oppose to it, only about 54% and 66% of the Legal Reserves and Gallery Forests, respectively, have been appropriately protected in the surrounding area of the PDS Nova Bonal. Likewise, the effects of forest fragmentation are larger in the surrounding area of the PDS Nova Bonal, where the lands are occupied predominantly by pasturelands. The smallest soil losses by laminar erosion were observed within the PDS Nova Bonal compared to its surrounding areas. The estimated sustainability index indicates medium degree of the overall sustainability dimensions of the PDS Nova Bonal. There was no sustainability, however, when considered the economic dimension index only. Finally, this study results indicates great opportunities to enforce an Environmental Service Payment Project, especially focusing on the carbon stock, for the PDS Nova Bonal. These services are a great opportunity to improve forest protection and ecosystem services that would benefit people at local, regional and global scales.

**Keywords:** sustainability, deforestation, payment for ecosystem services.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xviii
1. ABORDAGEM GERAL DA PESQUISA.....	1
1.1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. PROBLEMA.....	3
1.3. HIPÓTESES.....	4
1.4. OBJETIVO GERAL.....	7
1.5. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
1.5.1. Ocupação da Amazônia.....	7
1.5.2. Ocupação do estado do Acre.....	9
1.5.3. Projetos de assentamento no Estado do Acre.....	11
1.5.4. Geotecnologias aplicadas na gestão territorial.....	12
1.5.5. Fragmentação da paisagem.....	13
1.5.6. Pagamento por Serviços Ecossistêmicos.....	15
1.5.7. Valoração e comércio de carbono.....	18
1.6. CARACTERIZAÇÃO DO ASSENTAMENTO PDS NOVA BONAL.....	21
1.6.1. Localização.....	21
1.6.2. Origem do Assentamento.....	22
1.6.3. Meio físico e biótico.....	23
1.6.3.1. Fonte de dados.....	23
1.6.3.2. Classificação climática de Köppen.....	23
1.6.3.3. Geologia.....	24
1.6.3.4. Geomorfologia.....	25
1.6.3.5. Classes de solos.....	27
1.6.3.6. Relevo e suas classes de solo.....	29
1.6.3.7. Capacidade de uso da terra.....	30
1.6.3.8. Estratificação ambiental dos agroecossistemas.....	34
1.6.3.9. Recursos hídricos.....	35
1.7. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA TESE.....	39
2. DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA DO PDS NOVA BONAL E DA REGIÃO DO SEU ENTORNO.....	41
2.1. RESUMO.....	41
2.2. INTRODUÇÃO.....	41

2.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	43
2.3.1. Identificação e descrição da área de estudo.....	43
2.3.2. Base de dados .....	44
2.3.3. Processamento dos dados.....	45
2.3.4. Análise da acurácia da classificação do desmatamento e do uso e cobertura da terra .....	45
2.3.5. Avaliação da dinâmica do desmatamento e da situação das reservas legais.....	46
2.3.6. Avaliação do uso e cobertura da terra .....	47
2.3.7. Avaliação das Áreas de Preservação Permanente.....	48
2.3.7.1. Uso e cobertura da terra em APPs.....	48
2.3.8. Avaliação da dinâmica da fragmentação da vegetação.....	48
2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
2.4.1. Acurácia da classificação do desmatamento .....	49
2.4.2. Dinâmica do desmatamento .....	50
2.4.3. Reserva Legal .....	54
2.4.4. Acurácia da classificação do uso e cobertura da terra.....	54
2.4.5. Dinâmica do uso e cobertura da terra.....	55
2.4.6. Área de Proteção Permanente .....	59
2.4.6.1. Uso e cobertura da terra em APPs.....	59
2.4.7. Dinâmica de fragmentação da vegetação .....	60
2.4.7.1. Métricas de área e tamanho.....	61
2.4.7.2. Métricas de bordas.....	62
2.4.7.3. Métricas de forma.....	63
2.4.7.4. Métricas de área de interior .....	64
2.4.7.5. Métricas de proximidade .....	64
2.5. CONCLUSÕES .....	65
3. ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLOS.....	67
3.1. RESUMO.....	67
3.2. INTRODUÇÃO .....	67
3.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	68
3.3.1. Identificação e descrição da área de estudo.....	68
3.3.2. Base de dados .....	69
3.3.3. Cálculo da perda de solos.....	69
3.3.3.1. Erosividade da chuva (R).....	70
3.3.3.2. Erodibilidade do solo (K) .....	70
3.3.3.3. Comprimento de rampa (L) e declividade de rampa (S).....	71

3.3.3.4. Uso e manejo do solo (C) .....	72
3.3.3.5. Cálculo da perda de solo (A) segundo a EUPS .....	73
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	74
3.4.1. Erosividade da chuva (R) .....	74
3.4.2. Erodibilidade do solo (K) .....	74
3.4.3. Comprimento de rampa (L) e declividade de rampa (S) .....	75
3.4.4. Uso e manejo do solo (C) .....	77
3.4.5. Perda de solo (A) .....	78
3.5. CONCLUSÕES .....	80
4. AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO PDS NOVA BONAL .....	81
4.1. RESUMO .....	81
4.2. INTRODUÇÃO .....	81
4.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	83
4.3.1. Identificação e descrição da área de estudo .....	83
4.3.2. Desenvolvimento do Índice de Sustentabilidade (IS) .....	83
4.3.2.1. Mensuração da sustentabilidade social, econômica e ambiental .....	84
4.3.2.2. Cálculo do Índice de Sustentabilidade (IS) .....	85
4.3.2.3. Grau de sustentabilidade .....	85
4.3.3. Análise das condições socioeconômicas e ambientais do entorno .....	86
4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	86
4.4.1. Índices individuais de sustentabilidade e descrição do perfil das famílias em cada uma das dimensões .....	86
4.4.1.1. Dimensão social .....	86
4.4.1.2. Dimensão econômica .....	89
4.4.1.3. Dimensão ambiental .....	92
4.4.2. Índice de sustentabilidade (IS) .....	93
4.4.3. Análise comparativa da situação socioeconômica e ambiental do PDS Nova Bonal e do seu entorno .....	93
4.4.4. Contextualização da situação do PDS Nova Bonal com outros assentamentos .....	95
4.4.4.1. Principais fatores apontados como causadores de desmatamento nos assentamentos da Amazônia .....	95
4.4.4.2. Assentamento PDS Nova Bonal .....	97
4.5. CONCLUSÕES .....	99
5. AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS .....	100
5.1. RESUMO .....	100
5.2. INTRODUÇÃO .....	101

5.3. MATERIAL E MÉTODOS .....	102
5.3.1. Identificação e descrição da área de estudo.....	102
5.3.2. Base de dados necessária para estimar os estoques de carbono do PDS Nova Bonal .....	102
5.3.3. Estimativa dos estoques de carbono armazenados no PDS Nova Bonal.....	103
5.3.3.1. Biomassa viva acima do solo .....	103
5.3.3.2. Biomassa viva abaixo do solo e na serrapilheira .....	105
5.3.3.3. Solo.....	105
5.3.4. Incremento médio anual de carbono .....	107
5.3.5. Valoração do carbono armazenado no PDS Nova Bonal.....	107
5.3.6. Identificação dos principais serviços prestados no PDS Nova Bonal .....	107
5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	108
5.4.1. Estoques de carbono na biomassa viva acima e abaixo do solo, na serrapilheira e no solo.....	108
5.4.2. Estoques de carbono no solo .....	109
5.4.3. Incremento médio anual de carbono no PDS Nova Bonal .....	110
5.4.4. Valoração do carbono estocado no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	111
5.4.5. Principais Serviços Ecossistêmicos prestados no PDS Nova Bonal .....	112
5.5. CONCLUSÕES .....	113
6. REFLEXÕES GERAIS DO ESTUDO.....	115
6.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA NA OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA .....	115
6.2. QUESTIONAMENTOS LEVANTADOS NA PESQUISA .....	115
6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	116
6.4. OPORTUNIDADES PARA FUTUROS ESTUDOS.....	117
REFERÊNCIAS.....	118
ANEXOS .....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1.	Principais Unidades de Mapeamento e áreas dos solos no PDS nova Bonal (INCRA, 2008).....	28
Tabela 1.2.	Classes de relevo e de declividade existentes no PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	29
Tabela 1.3.	Classes de capacidade de uso da terra do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	33
Tabela 1.4.	Unidades geoambientais do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	34
Tabela 1.5.	Área ocupada por cada microbacia de contribuição do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	38
Tabela 2.1.	Características dos dados utilizados neste estudo.....	44
Tabela 2.2.	Classes do coeficiente <i>Kappa</i> .....	46
Tabela 2.3.	Métricas utilizadas e suas descrições.....	49
Tabela 2.4.	Matriz de erros para análise da acurácia da classificação do PRODES.....	50
Tabela 2.5.	Histórico de desmatamento no PDS Nova Bonal e no entorno no período de 1997 a 2014.....	51
Tabela 2.6.	Cobertura florestal no PDS Nova Bonal e no entorno em 2014.....	54
Tabela 2.7.	Matriz de erros para análise da acurácia obtida na classificação do TerraClass.....	55
Tabela 2.8.	Uso e ocupação da terra no PDS Nova Bonal e no seu entorno nos anos de 2008, 2010 e 2012).....	58
Tabela 2.9.	Cobertura florestal nas APPs no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	59
Tabela 2.10.	Uso e cobertura da terra nas APPs no PDS Nova Bonal e no entorno, em ha.....	60
Tabela 2.11.	Resultado do cálculo das métricas utilizadas na análise da fragmentação no PDS Nova Bonal e no entorno para os anos de 1997, 2006 e 2014.....	61
Tabela 3.1.	Valores do fator erodibilidade do solo (K) correspondentes às classes de solos identificadas na área de estudo.....	71
Tabela 3.2.	Valores do fator uso e manejo (C) das classes de uso e cobertura da terra identificadas na área de estudo.....	73
Tabela 3.3.	Estimativa da erodibilidade do solo (K) na área de estudo.....	75
Tabela 3.4.	Comprimento de rampa (L), grau de declividade (L) e fator topográfico (LS) da área de estudo.....	76
Tabela 3.5.	Fator uso e manejo do solo (C) no PDS e no seu entorno.....	78
Tabela 3.6.	Perda de solo em t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	79
Tabela 3.7.	Perda de solo por área e percentagem no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	79
Tabela 3.8.	Susceptibilidade do solo à erosão.....	80
Tabela 4.1.	Graus de sustentabilidade de acordo com o intervalo do índice.....	86
Tabela 5.1.	Biomassa acima do solo das tipologias florestais e classes de uso da terra no estado no Estado do Acre.....	104
Tabela 5.2.	Estoque de carbono do solo (kg m <sup>-2</sup> ) até 1 m de profundidade no Estado do Acre.....	106

Tabela 5.3.	Estimativa da biomassa acima do solo (BAS) e dos estoques de carbono da BAS, da biomassa abaixo do solo (BS) e da serrapilheira, em Mg ha <sup>-1</sup> , das tipologias florestais da área de estudo.....	108
Tabela 5.4.	Carbono total (Mg) armazenado na biomassa acima do solo (BAS), na biomassa abaixo do solo (BS) e na serrapilheira; no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	109
Tabela 5.5.	Carbono armazenado no solo sob floresta para as unidades de mapeamento existentes no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	110
Tabela 5.6.	Incremento anual de carbono (C) em Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> na biomassa acima do solo (BAS) e na biomassa abaixo do solo (BS) no PDS Nova Bonal.	110
Tabela 5.7.	Estoques totais de carbono e CO <sub>2</sub> e, em toneladas, e o seu valor monetário, considerando o valor de US\$1,95 (R\$ 6,77) por tonelada de CO <sub>2</sub> e, no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	111



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Evolução da taxa anual do desmatamento na Amazônia. Fonte: Prodes-Inpe (2015).....	1
Figura 1.2.	Localização do PDS Nova Bonal, no estado do Acre.....	21
Figura 1.3.	Classificação climática de Köppen do estado do Acre (INCRA, 2008)....	23
Figura 1.4.	Formação geológica do PDS Nova Bonal, (INCRA, 2008).....	25
Figura 1.5.	Formação geomorfológica do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	26
Figura 1.6.	Solos do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	27
Figura 1.7.	Relevo do PDS Nova Bonal, predomínio de área dissecada (INCRA, 2008).....	29
Figura 1.8.	Modelo Digital de Elevação (MDE) no PDS Nova Bonal.....	30
Figura 1.9.	Capacidade de uso das terras do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	32
Figura 1.10.	Estratificação de ambientes no PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	35
Figura 1.11.	Bacia hidrográfica do rio Iquiri, Estado do Acre (INCRA, 2008).....	36
Figura 1.12.	Sub-bacia hidrográfica de contribuição do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	37
Figura 1.13.	Microbacias hidrográficas de contribuição do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	38
Figura 1.14.	Nascentes no PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).....	39
Figura 2.1.	Localização do PDS Nova Bonal e do seu entorno.....	43
Figura 2.2.	Dinâmica do desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno no período de 1997 a 2014.....	52
Figura 2.3.	Comportamento da taxa de desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno de 1997 a 2014.....	53
Figura 2.4.	Taxas de desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno no período de 1997 e 2014.....	53
Figura 2.5.	Uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no entorno em 2008.....	56
Figura 2.6.	Uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no entorno em 2010.....	57
Figura 2.7.	Uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no entorno em 2012.....	58
Figura 2.8.	Tamanho dos fragmentos florestais no PDS Nova Bonal e no entorno em 2014.....	62
Figura 3.1.	Perfil de curvatura. Fonte: ESRI (2015).....	74
Figura 3.2.	Erodibilidade do solo (K) no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	75
Figura 3.3.	Comprimento e declividade da rampa (LS) no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	76
Figura 3.4.	Uso e manejo do solo (C) no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	77
Figura 3.5.	Perda de solo no PDS Nova Bonal e no seu entorno.....	78
Figura 4.1.	Vista geral das casas visitadas para entrevistas no PDS Nova Bonal...	84
Figura 4.2.	Ramal Nabor Junior, no entorno do PDS Nova Bonal. Fonte: Superstock (2015).....	86
Figura 4.3.	Escola de Educação infantil no PDS Nova Bonal.....	87
Figura 4.4.	Casa entrevistada na reserva legal coletiva “floresta” .....	90

Figura 5.1.	Vegetação no PDS Nova Bonal e no seu entorno (ACRE, 2006).....	103
Figura 5.2.	Solos no PDS nova Bonal e no seu entorno (ACRE, 2006).....	105

## LISTA DE SÍMBOLOS

ANA	Agência Nacional das Águas
APP	Áreas de Proteção Permanente
ARS	<i>Agricultural Research Service</i> “Serviço de Pesquisa Agrícola”
CAEB	Cooperativa Agroextrativista Bom Destino LTDA
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBERS	<i>China-Brazil Earth-Resources Satellite</i> “Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres”
CEASA	Central Estatal de Abastecimento S/A
CONTAG	Confederação Nacional dos Trabalhadores Rurais de Agricultura
COOPERACRE	Cooperativa Central de Comercialização Extrativista do Acre
CPT	Comissão Pastoral da Terra
DEGRAD	Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira
DETER	Detecção de Desmatamento em Tempo Real
DETEX	Detecção da Exploração Seletiva de Madeira
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESVD	<i>Ecosystem Service Value Database</i>
EUPS	Equação Universal de Perda de Solos
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPTI	Grupo Permanente de Trabalho Interministerial
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IMAZON	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> “Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima”
ISA	Incentivos por Serviços Ambientais
LANDSAT	<i>Land Remote Sensing Satellite</i> “Satélite de Sensoriamento Remoto da Terra”
MA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i> “Avaliação Ecossistêmica do Milênio”
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
METI	<i>Ministry of Economy, Trade and Industry</i> “Ministério da Economia, Comércio e Indústria”
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUT	Mudança de Uso da Terra
NASA	<i>National Aeronautic and Space Administration</i> “Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço”
NEPUT	Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra

OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PA	Projeto de Assentamento Federal
PAD	Projeto de Assentamento Dirigido
PAE	Projeto de Assentamento Agroextrativista
PAF	Projeto de Assentamento Florestal
PAR	Projeto de Assentamento Rápido
PAS	Plano Amazônia Sustentável
PCA	Projeto de Assentamento Casulo
PDA	Plano de Desenvolvimento do Assentamento
PDS	Projeto de Desenvolvimento Sustentável
PE	Projeto de Assentamento Estadual
PPCDAm	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PPG-7	<i>Pilot Program to Conserve the Brazilian Rain Forest</i> “Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil”
PROAMBIENTE	Programa de Desenvolvimento Sustentável da Produção Familiar Rural da Amazônia
PRODES	Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
PSE	Pagamento por Serviços Ecossistêmicos
RADAM	Radar na Amazônia
RECA	Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado
RCE	Redução Certificada de Emissões
REDD	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal
RPPN	Reserva de Patrimônio Particular Natural
SAF	Sistema Agroflorestal
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SCS	<i>Soil Conservation Service</i> “Serviço de Conservação do Solo”
SISA	Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais
SR	Superintendência Regional
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i> “A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade”
TerraClass	Mapeamento de uso e Cobertura da Terra na Amazônia Legal Brasileira
UFAC	Universidade Federal do Acre
UnB	Universidade de Brasília
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> “Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climáticas”
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> “Departamento de Agricultura dos Estados Unidos”
USLE	<i>Universal Soil Loss Equation</i>

UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i> “Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”
WWF	<i>World Wide Fund for Nature</i> “Fundo Mundial para a Natureza”
ZEE	Zoneamento Ecológico-econômico

## 1. ABORDAGEM GERAL DA PESQUISA

### 1.1. INTRODUÇÃO

O combate ao desmatamento na Amazônia se tornou uma prioridade do Governo Federal e de organizações internacionais nas últimas décadas. Estima-se que até 2010 foram perdidos aproximadamente 71 milhões de ha da floresta amazônica brasileira, o equivalente a 18 % da sua cobertura original (BARRETO e ARAÚJO, 2012).

Nesse sentido, várias ações vêm sendo implementadas pelo poder público para redução das taxas de desmatamento. Dentre elas, destacam-se o aumento do número de unidades de conservação, a homologação de terras indígenas, a criação e aperfeiçoamento dos sistemas de monitoramento ambiental (por exemplo, o Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia - PRODES, o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real - DETER), a intensificação da fiscalização dos empreendimentos agrícolas, a aprovação de leis e decretos, o monitoramento de imóveis rurais por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR), a adoção de medidas de valorização dos serviços ecossistêmicos, entre outras (MMA, 2009).

O resultado dessas ações e outros fatores sociais e econômicos contribuíram com a redução do desmatamento na Amazônia brasileira nos últimos anos. Segundo o INPE (2014), o total de florestas desmatadas na região foi reduzido de 27.772 km<sup>2</sup> em 2004 para 5.843 km<sup>2</sup> em 2013 (Figura 1.1). Por outro lado, observou-se a redução da participação de grandes polígonos de desmatamento (maiores que 100 ha) no desmatamento total no período de 2002 a 2008. No mesmo período, entretanto, observou-se o aumento da participação dos pequenos polígonos de desmatamento (menores que 50 ha) (INPE, 2014).

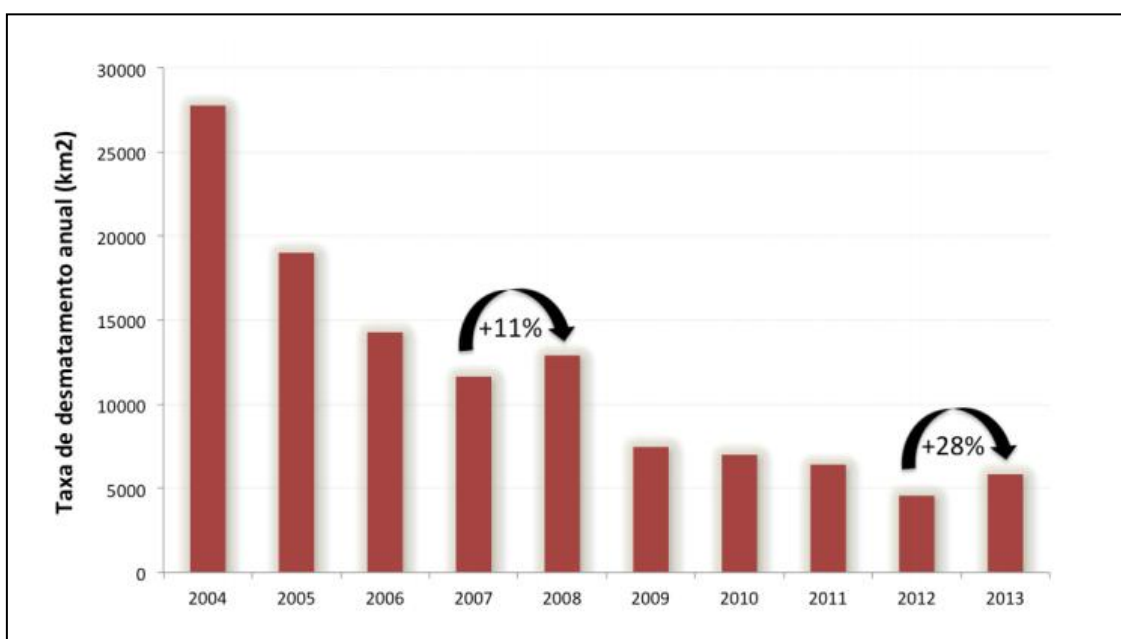


Figura 1.1. Evolução da taxa anual do desmatamento na Amazônia. Fonte: Prodes-Inpe (2015).

Mas com isso, surgiu o debate técnico-científico sobre os atuais principais responsáveis pelo desmatamento na Amazônia, já que predominam os desmatamentos de pequenas dimensões de florestas nativas, sendo que muitos polígonos de desmatamento ficaram abaixo do limiar de detecção do DETER, que é de 25 ha. Neste sentido, o controle do desmatamento na Amazônia revelou uma nova característica do desmatamento, que envolve um grande número de pequenas áreas, com maior dificuldade de monitoramento e controle.

Entre as principais causas de desmatamento na Amazônia, apontadas nas pesquisas, estão os assentamentos de reforma agrária. Em 2008, foi divulgada uma lista dos 100 maiores causadores de desmatamento na floresta Amazônica, na qual os assentamentos saíram como responsáveis pelos seis maiores desmatamentos registrados (FATORELLI e MERTENS, 2010). A preocupação com o desmatamento em assentamentos levou, em 2009, a uma parceria entre o MMA e o INCRA para aperfeiçoar o monitoramento de assentamentos e imóveis rurais no país. Adicionalmente, em dezembro de 2012, o INCRA passou a divulgar trimestralmente, um boletim informativo sobre a situação do desmatamento em assentamentos de reforma agrária na Amazônia Legal.

No entanto, as causas dos desmatamentos nos assentamentos de reforma agrária ainda continuam sem respostas claras e objetivas, assim como a sua participação em relação às propriedades particulares. Outra lacuna do conhecimento científico é a questão da sustentabilidade socioeconômica dos projetos de assentamentos. Sabe-se que o desenvolvimento sustentável é a base das políticas de combate ao desmatamento na Amazônia (FUNDO AMAZÔNIA, 2013). Entretanto, a redução do desmatamento deve considerar também a qualidade de vida de populações locais, na redução de desigualdades sociais, na competitividade econômica e no desenvolvimento regional.

Para isso, é preciso entender melhor esta nova característica do desmatamento para criar estratégias eficazes de controle, como por exemplo, mecanismos econômicos de estímulos para manutenção da floresta. Também é necessária a compreensão da relação existente entre os fatores socioeconômicos e o desmatamento nos assentamentos, a fim de reduzir a pressão sobre os recursos naturais, já que esses são comumente tidos como fonte de liquidez imediata, em situações de escassez (LE TOURNEAU e BURSZTYN, 2010). Além disso, é preciso criar condições de desenvolvimento a partir da valorização da floresta, pois a rigor, 80 % das áreas de cada propriedade rural localizada na Amazônia devem permanecer, por força da Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012 que institui o novo Código Florestal, cobertas com floresta nativa.

Nesse sentido, o instrumento econômico e ambiental definido como Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE) se apresenta como uma alternativa para promover a sustentabilidade socioambiental de assentamentos rurais. Os PSEs podem contribuir tanto com os serviços proporcionados pela manutenção da floresta, quanto por seu potencial de prover melhores condições de vida para as populações rurais. Tais pagamentos assumem especial papel no estado do Acre, onde a economia da região é baseada na coleta de produtos nativos

da floresta e o Governo Estadual têm pautado suas ações no conceito de “*florestania*”, que sintetiza o pensamento de melhoria de qualidade de vida e de valorização dos ativos ambientais das populações que vivem na floresta.

O Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, localizado no município de Senador Guiomard, no Estado do Acre, está contextualizado com a problemática socioeconômica e ambiental existente na Amazônia. Trata-se de um Projeto de Assentamento de pequenos produtores para fins agroflorestais, com características estratégicas iniciais de planejamento de sustentabilidade socioambiental. O projeto apresenta potencial para gerar fonte de rendas alternativas da floresta, já que foi criado em uma área originalmente coberta por floresta tropical.

O presente estudo busca avaliar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental do Projeto de Desenvolvimento Sustentável Nova Bonal. Tal avaliação incluiu uma análise da dinâmica do desmatamento entre 1997 e 2014, verificando também as condições humanas, infraestrutura, educação, nível de renda e outros aspectos socioeconômicos dos moradores do referido Projeto de Assentamento. Além disso, foram desenvolvidos indicadores da situação de sustentabilidade socioambiental dos beneficiários do projeto. Por fim, foram avaliadas as potencialidades e limitações para implementação de PSE na área do projeto. Os resultados deste estudo poderão ser utilizados para o apoio na definição de estratégias de redução do desmatamento e da ampliação de estratégias de sustentabilidade socioambiental na região Amazônica.

## **1.2. PROBLEMA**

As iniciativas de reforma agrária implantadas nos últimos anos no Brasil buscam o desenvolvimento e a implantação de modelos sustentáveis de assentamentos rurais baseados na viabilidade econômica, na sustentabilidade ambiental e no desenvolvimento territorial. Tais iniciativas de política agrária no país têm sido muito discutidas, em especial quanto ao alcance de seus principais objetivos. Neste sentido, uma das principais questões levantadas em debates públicos, diz respeito aos efeitos dos assentamentos sobre o aumento do desmatamento na Amazônia, fato que ganhou destaque em 2008, quando o Ministério do Meio Ambiente (MMA) incluiu os projetos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) na lista dos maiores desmatadores da Amazônia. Na prática, esta questão ainda está sem respostas explícitas sobre qual a real contribuição dos grandes e dos pequenos proprietários sobre as taxas de desmatamento na região. Além disso, é preciso entender as causas socioeconômicas relacionadas a este novo padrão de desmatamento atualmente predominante na Amazônia brasileira. Juntas, estas informações podem contribuir com a definição de alternativas e solução do problema na região. Outro aspecto relevante é o melhor entendimento da sustentabilidade socioambiental dos projetos de assentamento de pequenos produtores.



Tomando como estudo de caso o Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, a presente pesquisa buscou responder questões como: a) O Assentamento é sustentável do ponto de vista social, econômico e ambiental? b) Quais os principais impactos sobre os solos e vegetação observados no contexto do PDS Nova Bonal? c) Qual a sua contribuição para o aumento das taxas de desmatamentos comparados com a região de seu entorno? d) Qual a efetividade do PDS Nova Bonal em relação ao cumprimento do novo Código Florestal? e) Qual o potencial para a implementação de um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos no PDS Nova Bonal?

### **1.3. HIPÓTESES**

#### **Hipótese 1: O Assentamento PDS Nova Bonal é sustentável do ponto de vista socioeconômico e ambiental.**

A área atualmente ocupada pelo Assentamento PDS Nova Bonal foi previamente ocupada por um Seringal, que tinha como principal atividade econômica a extração de látex. Essa atividade predominou até o final da década de 70. No entanto, com a queda do preço do látex, numa tentativa de melhorar o desempenho econômico do empreendimento, a partir dos anos 80 iniciou-se o plantio de pupunha, que passou a ser a principal atividade econômica. Esta nova atividade resultou na demissão de muitos funcionários, já que o cultivo de pupunha não requer tanta mão de obra quanto o extrativismo de látex na floresta.

Os trabalhadores excluídos eram constituídos em sua maioria por seringueiros. Tais trabalhadores, que permaneceram na área trabalhando informalmente na extração do látex, em 1999 organizaram-se em associação para reivindicarem antigos direitos trabalhistas. Reivindicaram também financiamentos do Governo Federal que possibilitassem o acesso a terra e a melhoria da renda familiar.

Com o tempo, essas ações passaram a ter desdobramentos no sentido de reivindicar a área para reforma agrária. Ao mesmo tempo o Governo do Estado do Acre, juntamente com a superintendência regional do INCRA, passou a materializar um modelo de assentamento de reforma agrária, baseado na gestão coletiva, na célula familiar, no manejo comunitário da floresta e sem desmatamento. Assim, em 2005, o INCRA adquiriu o imóvel mediante compra e criou PDS Nova Bonal, para o estabelecimento dos antigos trabalhadores da fazenda, bem como de outros trabalhadores sem terra.

No início do ano seguinte, o Assentamento foi contemplado com recursos do programa Pró-Florestania da ordem de R\$ 250.000,00 destinados à aquisição de materiais e equipamentos para a Cooperativa Agroextrativista Bom Destino LTDA (CAEB), criada a fim de coordenar a exploração do palmito e a utilização da infraestrutura existente no Assentamento. Outros investimentos foram realizados, tais como: liberação do auxílio bolsa moradia para reforma e construção de casas, instalação de redes elétricas nas agrovilas como resultado do "Programa Luz Para Todos" do Governo Federal, liberação de financiamentos para produção nos lotes, construção de escolas, entre outros investimentos.

Como resultado do contexto histórico, de ocupação e dos investimentos feitos pelo Governo Federal, presume-se neste estudo que o Assentamento PDS Nova Bonal tenha alta sustentabilidade socioambiental. Para testar esta hipótese foram aplicados questionários aos moradores da área de estudo abordando questões como moradia, saneamento básico, saúde, educação, renda, Reserva Legal, Área de Preservação Permanente (APP), entre outras. Os resultados dos questionários foram utilizados para compor respostas para estimativa de um índice de sustentabilidade para a área de estudo. Adicionalmente foram avaliados a partir de dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento a dinâmica do desmatamento, os percentuais de Reserva Legal e APP, a fragmentação da vegetação e potencial erosivo do solo.

### **Hipótese 2: Os recursos naturais estão mais conservados no PDS Nova Bonal do que no seu entorno.**

Até meados de 1960, as terras amazônicas pertenciam basicamente à União e aos estados. Porém, durante o pós-1964, o governo instaurado no país colocou em prática um modelo de desenvolvimento para a Amazônia, em que eram oferecidos incentivos fiscais e financiamentos com juros muito baixos para quem quisesse investir na região. Adicionalmente, o governo federal oferecia garantia de infraestrutura para os novos projetos (estradas, portos, aeroportos e outros), que foram realizados com base em mão de obra vinda de outras regiões, especialmente de nordestinos. Desse modo, a população da Amazônia, que era de 2.601.519 habitantes em 1960, ascendeu para 4.197.038 em 1970 (LOUREIRO e PINTO, 2005). Além do crescimento populacional, essa política resultou em: concentração de renda, especulação imobiliária, devastação da floresta Amazônica, e dentre outros impactos, a permanência de milhares de trabalhadores sem terras e sem trabalho, na região, após a conclusão das obras (LOUREIRO e PINTO, 2005). Como consequência da devastação florestal iniciada nesse período, a região acumula uma perda de, aproximadamente, 18 % da floresta Amazônica (BARRETO e ARAÚJO, 2012).

Atualmente, a redução do desmatamento na Amazônia é um dos principais objetivos do Governo Federal. Nesse sentido, um conjunto de ações integradas de ordenamento territorial e fundiário, monitoramento e controle, fomento a atividades produtivas sustentáveis, estão sendo colocadas em prática pelo governo. No entanto, os principais desmatadores da Amazônia ou as reais causas do desmatamento ainda permanecem sem respostas concretas. Uma pesquisa realizada pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) sobre o aumento do desmatamento em 2013 revelou que apesar da participação dos assentamentos de reforma agrária no desmatamento ter sido alta, aparentemente o desmatamento está associado à concentração de terra por não assentados. Mas, dentre vários fatores relacionados com o assunto, dois assumem especial importância, a época de criação do assentamento e sua modalidade. No Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Pedro Peixoto, criado no Estado do Acre em 1977, a falta de sucesso do empreendimento levou à concentração de terras por não assentados e ao surgimento de grandes fazendas de produção de gado. No entanto, em

assentamentos criados em modalidades diferenciadas, como o PDS Nova Bonal, que se baseia no uso sustentável da floresta, espera-se uma melhor utilização dos recursos naturais, como área mínima de Reserva Legal (percentual de vegetação superior aos 80 %) exigida pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (novo Código Florestal), além do cumprimento da proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs). Esta hipótese foi testada no presente estudo com base na análise de dados de desmatamento do Projeto Prodes produzidos pelo INPE, verificando a quantidade e localização das áreas de florestas desmatadas dentro e fora do PDS Nova Bonal, incluindo os percentuais de Reserva Legal e APPs.

**Hipótese 3: O projeto de Assentamento Nova Bonal possui alto potencial para aproveitamento de serviços ecossistêmicos.**

O PDS Nova Bonal está inserido em uma região pertencente a outro assentamento, o Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Pedro Peixoto, onde o uso predominante da terra são as pastagens. A região foi considerada pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Acre como uma área que merece atenção especial em relação à preservação da biodiversidade. O PDS, por sua vez, ainda conserva a maior parte da sua cobertura natural. De acordo com o Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA) do PDS Nova Bonal, concluído em 2008, mais de 80 % da área do assentamento encontrava-se coberta com floresta primária distribuída de forma contínua.

Estudos realizados durante a elaboração do referido Plano indicam uma grande diversidade de espécies da fauna e da flora no contexto do PDS Nova Bonal. Foi identificada a presença de várias espécies de animais da mastofauna (mamíferos de médio e grande porte), da avifauna, da herpetofauna e da ictiofauna, incluindo espécies ameaçadas de extinção. Em relação à flora, a avaliação da composição florística revelou uma grande diversidade de espécies pertencentes à flora natural da região. Também foi verificado que existe na área do PDS uma extensa rede de drenagem. A sub-bacia de contribuição que se encontra influenciada pela drenagem da área do projeto apresenta seis microbacias que deságuam diretamente no rio Iquiri, que percorre a maior parte do seu trajeto ao longo do município de Senador Guiomar e que já no estado do Amazonas deságua no rio Ituxi. As microbacias, por sua vez, são compostas por micro redes de drenagens com igarapés temporários.

Considerando a situação do entorno, que também corresponde ao PAD Pedro Peixoto, presume-se que a floresta está exercendo na área de estudo um papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos e precisa ser mantida. O desenvolvimento de um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE) poderia contribuir para assegurar a continuidade dos serviços ecossistêmicos, além de representar uma fonte de renda para os moradores da região, como forma de compensação pela manutenção da floresta.

Para testar essa hipótese estimou-se os estoques de carbono na biomassa aérea e subterrânea, na serrapilheira e no solo, a partir de mapas de vegetação e solos obtidos do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Estado do Acre e do mapa de uso e ocupação da

terra obtido no sítio do INPE. Também foram utilizados dados de biomassa seca e de carbono correspondentes às tipologias florestais existentes na área de estudo; obtidos de pesquisas realizadas no Estado do Acre.

Havendo alto potencial de serviços ecossistêmicos, um projeto de PSE parece bem apropriado para a área de estudo. Tal propósito vem ao encontro da política de incentivos, atualmente adotada no estado do Acre, com o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais (SISA) e o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais (ISA) Carbono e demais Programas de Serviços Ambientais e Produtos Ecossistêmicos.

#### **1.4. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental do PDS Nova Bonal, bem como da viabilidade de desenvolvimento de um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos como alternativa para conservação das florestas e a melhoria da renda dos assentados.

#### **1.5. REVISÃO DE LITERATURA**

##### **1.5.1. Ocupação da Amazônia**

O passo inicial rumo à colonização da Amazônia deu-se quando o navegador espanhol Francisco de Orellana realizou a primeira expedição européia na região, entre os anos de 1540 e 1542 em busca do lendário e mítico reino do Eldorado (LINHARES et al., 1990; AQUINO et al., 2000; GADELHA, 2002; KEATING e MARANHÃO, 2008; FREITAS et al., 2014; VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014). No entanto, como os espanhóis não encontraram o que procuravam; naquele momento, não demonstraram interesse em permanecer na região. Os portugueses, por sua vez, interessados na colonização da mesma, iniciaram o processo de ocupação e em 1616 fundaram o Forte do Presépio na foz do rio Amazonas, que serviu como base para o povoamento da Amazônia. Em 1637, os portugueses avançaram em direção ao oeste da Amazônia, iniciando a fase colonial, que durou até a independência do Brasil, em 1823 (LINHARES et al., 1990; VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014; FREITAS, 2014).

A ocupação da Amazônia foi marcada pela presença de missionários de diversas ordens religiosas, pelo comércio das drogas do sertão e pela caça ao índio. As missões religiosas tinham como principal objetivo a conversão dos índios à fé cristã, o que incluía um novo estilo de vida. O comércio das “drogas do sertão” era baseado na mão de obra indígena, que era utilizada tanto pelos jesuítas como pelos colonos. Porém, nas missões o trabalho indígena era livre, já nas colônias eram empreendidas buscas de caça aos índios a fim de escravizá-los visando à acumulação de riquezas (AQUINO, 2000; BENTO, 2003; FREITAS, 2014; VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014). Dentro desse contexto, a extração dos produtos naturais da floresta (as drogas do sertão) e a prática da agricultura eram uma combinação de comércio e subsistência, representados por um baixo investimento de capital. Salvo, em algumas ocasiões de relativa prosperidade, quando determinados gêneros agrícolas, tais como

o cacau e o arroz tornaram-se os principais produtos da pauta de exportações, demandando então a importação de escravos negros para região (VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014).

Mesmo assim, a mão de obra predominante durante o período colonial foi a indígena, que se tornou fundamental para o estabelecimento da colônia, sem a qual a mesma não teria prosperado na região. Todavia, o custo do relativo desenvolvimento da região, foi a dizimação de milhares de índios, seja pelo aparecimento de doenças contra as quais eles não possuíam resistência ou pelos maus tratos e trabalhos pesados o qual eram submetidos; de modo que dos aproximadamente três milhões de índios que viviam na Amazônia Brasileira à época do primeiro contato com os europeus, restaram atualmente apenas cerca de 430 mil indígenas na Amazônia (VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014).

Outro importante fase da história da Amazônia ocorreu durante o ciclo da borracha. Embora a extração da seringa já fosse praticada durante o período colonial, a atividade ganhou importância a partir de 1840, quando houve uma intensa migração de homens vindos de todas as partes, principalmente do nordeste brasileiro (LINHARES et al., 1990). Entre 1872 e 1920, a população regional cresceu 4,3 vezes, passando de pouco mais de 330.000 para quase 1,5 milhão de pessoas. A população continuou crescendo em ritmo acelerado, passando a ser mais que o dobro entre 1900 e 1920 (ARBEX JÚNIOR, 2005). Além disso, marcou época, a expansão do capitalismo industrial e financeiro, o aumento da renda per capita da região, bem como de agências, instituições e serviços de infraestrutura (RIBEIRO, 2013).

Entretanto, essa fase não durou muito, teve o seu auge entre 1879 e 1912, quando então em 1923 o Brasil perdeu o mercado mundial de seringueira para Ásia, que começou a produzir látex de melhor qualidade e em larga escala a partir de sementes pirateadas da Amazônia brasileira. Posteriormente ainda houve um período de grande demanda pelo produto, durante a segunda guerra mundial, mas que acabou tão logo se encerraram as guerras (VERÍSSIMO e PEREIRA, 2014; RIBEIRO et al., 2013).

A terceira grande fase da história da Amazônia ocorreu a partir da década de 1960, quando os governos militares colocaram em prática uma política de ocupação voltada ao desenvolvimento da região, bem como de sua integração ao comércio nacional e internacional. Entre as principais medidas adotadas, destacam-se: os incentivos aos projetos de exploração dos recursos minerais, desenvolvimento da indústria e expansão pecuária, por meio de incentivos fiscais e financiamento com baixas taxas de juros; construção de grandes obras de infraestrutura, especialmente a construção de extensas rodovias e hidroelétricas; projetos de colonização agrária; extração madeireira, entre outros (COSTA, 2000; KOHLHEPP, 2002).

A integração da Amazônia ao restante do País é uma realidade, pois boa parte da sua produção escoou para o mercado Centro-Sul e outra parte para os mercados internacionais (BRASIL, 2009). No entanto, as consequências de tais políticas ainda permanecem nos dias atuais, sendo elas: aumento acelerado da população, invasão de terras indígenas, especulação imobiliária, grilagem, falta de regularização fundiária, concentração de terras, conflitos sociais com brigas violentas entre populações indígenas e posseiros, expansão agrícola para o interior

das áreas de florestas (KOHLHEPP, 2002; LOUREURO e PINTO, 2005); que inclusive estão entre as principais causas do desmatamento na região.

Embora, exista há muito tempo, uma preocupação da sociedade internacional em relação à destruição das florestas tropicais. Em 1990 foi criado o Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7) pela cúpula dos países G-7 (Grupo Internacional que reúne os sete países mais industrializados e desenvolvidos economicamente do mundo) (KOHLHEPP, 2002; ANTONI, 2010). A proposta do G7 era apoiar financeiramente a reorganização dos modelos de desenvolvimento regional para a Amazônia.

Atualmente, a redução do desmatamento na região se tornou uma prioridade do Governo Federal e de instituições internacionais. Nesse sentido, diversas políticas foram adotadas com o objetivo de conter o desmatamento na Amazônia, entre as quais se destaca a criação do Grupo Permanente de Trabalho Interministerial (GPTI), em 2003, atualmente composto por 13 ministérios, que estabeleceu o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)

### **1.5.2. Ocupação do estado do Acre**

O processo de conquista e colonização da Amazônia, empreendido por Portugal em 1816, pode ser considerado como o ponto de partida para a posterior incorporação do estado do Acre ao Brasil. No entanto, as indefinições fronteiriças, geradas na época da assinatura dos tratados entre Portugal e Espanha, resultaram numa incorporação tardia do Acre ao território nacional (SILVA, 2012).

Antes que o Acre assumisse a sua atual delimitação geográfica, o estado passou por uma série de lutas e reivindicações que só terminaram após a assinatura de tratados internacionais entre Brasil, Bolívia e Peru. A principal luta ocorreu no final do século XX, quando o governo federal, interessado no mercado internacional da borracha, passou a incentivar a migração de homens vindos de outras regiões do Brasil (principalmente os nordestinos do Ceará, que passavam por uma grave situação de seca) para se fixarem na Amazônia ocidental, (IBGE, 2005; GODOY, 2014; SILVA, 2012).

Essa situação não agradou os bolivianos, que já tinham a posse do Acre através do Tratado Internacional de Ayacucho, assinado em 1867, quando o Brasil reconheceu que o Acre pertencia à Bolívia. Então, a consequência foi a ocupação do Acre pela Bolívia em 1902, o que por sua vez gerou a revolta dos brasileiros, levando-os a reagirem organizando rebeliões armadas para garantir a sua permanência ali; iniciando-se assim, uma luta entre acreanos e bolivianos, que ficou conhecida como Revolução Acreana (IBGE, 2005; BEZERRA, 2006; GODOY, 2014; SILVA, 2012)

Os conflitos se encerraram com a assinatura do Tratado de Petrópolis entre Brasil, Bolívia e Peru em 1903, regularizando a presença brasileira no Acre em troca do pagamento de uma indenização de dois milhões de libras esterlinas e da construção da Estrada de Ferro

Madeira-Mamoré, que garantia o acesso da Bolívia à navegação do Amazonas (SILVA, 2012; IBGE, 2005).

Assim, o primeiro ciclo de exploração da borracha transformou o território de ocupação exclusivamente indígena e levou à sua integração definitiva ao território brasileiro, acompanhada da migração nordestina e do estabelecimento da economia e cultura da seringueira (ACRE, 2013).

Entretanto, com o fim do ciclo da borracha, os anos que se seguiram foram marcados por um período de crise econômica nos seringais da Amazônia. Especialmente na década de 1970, quando o governo federal começou a incentivar a substituição dos seringais pela pecuária, através do corte de incentivos e financiamentos antes concedidos para a atividade (MENDONÇA, 2002; ASSIS, 2011).

Então, muitos seringais foram vendidos a preços irrisórios para fazendeiros vindos de outras regiões, a maioria paulista, que iniciaram o processo de substituição das florestas por pastagens com a consequente expulsão dos trabalhadores extrativistas das colocações, gerando uma série de conflitos e problemas sociais; além dos massacres aos indígenas. (MACIEL et al., 2010; ACRE, 2013)

Assim, em razão da necessidade de ações em prol da categoria, a igreja católica, através da Comissão Pastoral da Terra (CPT), iniciou um movimento de conscientização dos trabalhadores quanto aos seus direitos em relação à terra; e a Confederação Nacional dos Trabalhadores Rurais da Agricultura (CONTAG) passou a organizar a formação dos sindicatos dos trabalhadores rurais em todos os municípios do estado do Acre (CARVALHO et al., 2012; MENDONÇA, 2002). Paralelamente surgiram as lideranças, entre as quais a mais conhecida foi a do Chico Mendes, defensor de um modelo de extrativismo que não destruísse a floresta, líder ecológico que acabou sendo assassinado em 1988 (IBGE, 2005).

Nesse período, em razão das ideologias em alta e dos setores progressistas, o estado acumulou um capital político e social que permitiu o redirecionamento da economia e da política acreana a partir da década de 1990, com a ascensão e o protagonismo de novos atores políticos identificados com os ideais de Chico Mendes. (ACRE, 2013)

Então, na década de 1990 o governo do Estado do Acre passou a pautar suas políticas públicas no conceito de sustentabilidade, dando início à implementação de políticas de desenvolvimento sustentável (WWF BRASIL, 2013). Dentro desse novo contexto, no final da década de 1990 surgiu o conceito de “*florestania*”, que representa a inclusão social e de governança das populações nas regiões mais remotas do estado pelo fortalecimento da economia florestal. Para que este conceito se concretize, algumas prioridades de governo têm sido fundamentais: i) expansão dos serviços públicos, especialmente educação e saúde, às comunidades mais isoladas; ii) investimentos em infraestrutura para facilitar o acesso físico a estas comunidades; e iii) atração e viabilização de investimentos em cadeias produtivas de base florestal e não florestal (VEROCAI et al., 2012).

Atualmente, o estado do Acre é um dos estados mais ativos na implementação de uma gestão ambiental e territorial integrada, além de buscar instrumentos efetivos de fomento a uma economia que incorpore, de forma sustentável, os produtos e serviços florestais (FUNDO AMAZÔNIA, 2013).

### **1.5.3. Projetos de assentamento no Estado do Acre**

A implantação da agropecuária na Amazônia ocidental durante as décadas de 70 e 80 levou ao surgimento de conflitos de terra no campo que modificaram significativamente a região. Essas mudanças acarretaram a criação de vários projetos de assentamentos e áreas de preservação ambiental (FRANCO e LIMA, 2008). No Acre, os assentamentos surgiram a partir de 1977, quando a expansão da fronteira agrícola foi incentivada pela construção da BR-364, que liga o Acre ao Centro-Sul do país, e pela chegada de migrantes (SCARCELLO et al., 2005, XIMENES, 2008).

Na época, também foram criados pelo INCRA, por meio da desapropriação de terras, os projetos de colonização destinados à pequena propriedade como forma de atender as reivindicações dos agricultores expropriados do sul do país e dos ex-seringueiros, que se uniram para exigir os seus direitos a terra. Assim, foram criados dois tipos de assentamentos, o Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) e o Projeto de Assentamento Rápido (PAR) (LORENA, 2001).

O primeiro visava somente facilitar o acesso à propriedade da terra, com programas de assistência aos assentados ficando a cargo dos órgãos estaduais e municipais, mediante convênios pré-estabelecidos. No segundo tipo de projeto, o INCRA encarregava-se de demarcar os lotes e simplesmente distribuí-los aos colonos (CRUZ e RAMOS NETO, 1983).

A partir daí uma infinidade de assentamentos foram sendo criados. De acordo com o relatório divulgado pelo Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária (SIPRA, 2014), existem atualmente no estado do Acre as seguintes modalidades de assentamentos: Projeto de Assentamento Federal (PA), Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE), Projeto de Assentamento Casulo (PCA), Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), Projeto de Assentamento Estadual (PE), Reserva Extrativista, Projeto de Assentamento Florestal (PAF), Floresta Estadual, Floresta Nacional e Polo Agroflorestal.

Dentre os modelos de assentamentos, os PAF, o PDS e o PAE, são considerados assentamentos rurais diferenciados, devido o fato de serem voltados preferencialmente ao uso sustentável da floresta pelas populações com vocação florestal (ACRE, 2012). No Estado do Acre, esses assentamentos representam uma densidade demográfica significativa e combinam assentamentos e populações seringueiras (MMA, 2008).

Outra importante modalidade de assentamento refere-se a Reserva Extrativista, modelo defendido por Chico Mendes, voltada ao uso sustentável da floresta e outros recursos naturais por populações tradicionais, por meio da concessão de uso pelo poder público, mediante a elaboração e aprovação de planos de manejo (OLIVEIRA et al., 2013). A primeira



reserva extrativista criada no estado do Acre foi a Reserva Extrativista Alto Juruá, em 1990, como resultado de muitos embates e lutas (CARVALHO et al., 2012).

Os assentamentos de reforma agrária exercem um papel significativo no estado do Acre, seja em termos de dimensões, ou pelo caráter social e ambiental envolvido (SILVA, 2000). Incluindo as diversas modalidades de assentamentos, existem atualmente no estado do Acre 120 unidades, as quais ocupam 10 % do seu território. Os assentamentos juntamente com as Unidades de Conservação e Terras Indígenas, ocupam aproximadamente 54 % da área do estado e estão sob condições que são consideradas especiais tanto para a preservação da biodiversidade, quanto pelo seu conteúdo político e cultural forte, identificado com a formação do povo acreano (ACRE, 2012).

Desse modo, considerando o número de assentamentos existentes no estado do Acre e sua importância, aspectos relacionados com a evasão e a rotatividade, tais como: reduzida aptidão dos solos, falta de infraestrutura socioeconômica e falta de assistência técnica; precisam ser considerados com mais cuidado na gestão territorial, a fim de se alcançar a sustentabilidade de tais empreendimentos.

#### **1.5.4. Geotecnologias aplicadas na gestão territorial**

O uso de geotecnologias voltadas à identificação e mapeamento dos recursos naturais e do potencial de uso do solo é relativamente recente no Brasil. Pelo que se têm notícias, um dos registros mais antigos é o Projeto RADAM (Radar da Amazônia), implantado na Amazônia e áreas adjacentes da região nordeste pelos governos militares a partir de 1970 e expandido para o restante do território nacional a partir de 1975, passando a ser chamado Projeto RADAMBRASI (CPRM, 2012).

Em meados da década de 1970, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) começou a usar a tecnologia de sensoriamento remoto para mapear desmatamentos em florestas tropicais e em 1979 foi produzido o primeiro mapa de desmatamento da Amazônia brasileira. Em 1988 o INPE recebeu do governo brasileiro a missão de desenvolver e operar um sistema de monitoramento para calcular anualmente, a taxa de desmatamento para toda Amazônia Legal Brasileira, através de imagens de satélites (INPE, 2013).

Desde então, o INPE passou a fazer o monitoramento do desmatamento por corte raso na Amazônia, o qual é reconhecido nacionalmente e internacionalmente como Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES). Com o avanço do desmatamento na região, os produtos do INPE passaram a fazer parte das políticas públicas.

Em 2003, com a divulgação de dados relativos à projeção de desmatamento na Amazônia brasileira, o poder público voltou a sua atenção para a necessidade de planejamento de ações integradas de combate ao desmatamento. Como consequência, foi assinado o Decreto Presidencial, de 03 de julho de 2003, que estabeleceu um Grupo Permanente de

Trabalho Interministerial, com a finalidade de propor medidas e coordenar ações que visem à redução dos índices de desmatamento na Amazônia Legal (BRASIL, 2004).

Em 2004, foi lançado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). Durante a primeira fase de execução do plano (2004 a 2008) houve expressivo aperfeiçoamento dos sistemas de monitoramento ambiental, envolvendo a análise de imagens de satélite, tais como o PRODES, o DETER e, mais recentemente, o DETEX, DEGRAD e TerraClass (MMA, 2011).

As geotecnologias que se utilizam de técnicas e metodologias de processamento digital de imagens para o tratamento de informações geográficas têm influenciado de maneira crescente a análise dos recursos naturais, apresentando-se como importante ferramenta na detecção de danos ambientais, monitoramento de impactos e planejamento da exploração dos recursos naturais. Além de possibilitar a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes como: sensoriamento remoto, cartografia e trabalho de campo etc (ROCHA et al., 2008).

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas muito empregadas no planejamento físico de bacias hidrográficas, pois auxiliam tanto na busca de conhecimento sobre padrões e processos ecológicos quanto no apoio a ações de manejo e gestão (PEREIRA et al., 2012). A integração de dados espaciais e temporais permite a avaliação do uso e cobertura da terra de forma simples, rápida a um custo reduzido quando comparado com a realização de trabalhos de campo.

No caso dos projetos de assentamentos rurais, a análise temporal é de extrema importância, pois permite a compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, já que estas áreas estão em constante transformação, devido, principalmente, à pressão das atividades antrópicas como a agricultura de subsistência e pecuária leiteira (CAPOANE e SANTOS, 2012).

Nesse sentido, o sensoriamento remoto e o SIG (Sistema de Informações Geográficas) se apresentam como importantes ferramentas na gestão ambiental e territorial. Principalmente, quando há disponibilidade de dados, como no caso da Amazônia. Estão disponíveis no sítio do INPE para consulta e *download* dados sobre desmatamento, mapas vetoriais, imagens de satélite e estimativa de emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE) por mudanças de cobertura da terra, entre outros.

#### **1.5.5. Fragmentação da paisagem**

A fragmentação florestal é uma consequência direta e inevitável do desmatamento. Na Amazônia brasileira a fragmentação ocorre principalmente devido à supressão da floresta para instalação de pastagens (MUCHAGATA e BROWN, 2003). Tal prática, por sua vez, leva à redução da biodiversidade e das funções ecossistêmicas devido à perda de habitat ou às mudanças que ocorrem no ambiente.

O processo de fragmentação caracteriza-se pela ruptura de uma unidade da paisagem, que inicialmente apresentava-se sob a forma contínua, surgindo assim parcelas menores com dinâmicas diferentes das existentes no ambiente original (METZGER, 2003). Como consequência forma-se um mosaico de paisagem (manchas ou fragmentos, corredores e matriz), com uma configuração espacial resultante da interação de fatores físicos, químicos, biológicos e antrópicos.

Assim sendo, os fragmentos remanescentes podem diferir na forma, tamanho, microclima, regime de luminosidade, solo e grau de isolamento (SAUNDERS et al., 1991). Essas alterações, por sua vez, interferem na diversidade das espécies, nas interações ecológicas como as causadas pela infestação de cipós e pelo aumento de espécies invasoras, pela interrupção do fluxo gênico e pelo aumento da mortalidade de animais e plantas.

Além de diminuir a biodiversidade biológica, a fragmentação florestal causa distúrbios no regime hidrológico das bacias hidrográficas, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais; além de comprometer uma série de funções ecológicas dos ecossistemas florestais, como, a manutenção e fixação de carbono e conservação dos recursos hídricos (MATRICARD et al., 2013; VIANA, 1990).

Nesse sentido, a compreensão do processo de fragmentação florestal é essencial para entender os seus efeitos sobre os organismos e para tentar reduzir as suas consequências sobre os ecossistemas. As métricas da paisagem são métodos quantitativos aplicados na Ecologia da Paisagem no estudo de padrões da paisagem, na interação entre manchas no interior da paisagem e na forma como as mudanças se processam no tempo (FORMAN e GORDON, 1986)

Para descrever os padrões espaciais da paisagem com o auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), diversas métricas têm sido desenvolvidas. A quantidade de métricas de paisagem que têm surgido levou autores como McGarigal e Marks (1995) a agruparem esses índices nas seguintes categorias: índices de área; índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica dos fragmentos; índices de forma; índices de borda; índices de área central, índices de proximidade; índices métricos de contágio e espalhamento e índices de diversidade.

As métricas de área ou índices de área quantificam o tamanho dos fragmentos e, no geral, são as bases do conhecimento da paisagem, pois muitas outras métricas dependem dos resultados de alguns desses índices, além de fornecer importantes informações sobre a dinâmica de populações vegetais e animais.

Os índices de densidade, tamanho e variabilidade métrica são medidas da configuração da paisagem. De acordo com Volotão (1998), estes índices são importantes por caracterizarem os fragmentos (número de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação).

As métricas de forma estão relacionadas com a complexidade da forma e relacionam-se com a geometria das manchas ou fragmentos, se tendem a ser simples e compactas,

irregulares e convolutas. Devido à complexidade do atributo, as métricas de forma geralmente correspondem a um índice geral de complexidade da forma em vez de atribuir um valor para uma única forma (COUTO, 2004).

Quando se utiliza o formato vetorial para os mapas, a forma padrão é representada por um círculo, quando se utiliza o formato matricial (*raster*) para os mapas, essa forma padrão se constitui em um quadrado (OLIVEIRA et al., 2011). Dessa maneira, o índice de forma médio é igual a um quando todas as manchas ou fragmentos forem circulares (para polígonos) ou quadrados (para *raster*) e aumenta com irregularidade de forma de mancha crescente (VOLOTÃO, 1998).

As métricas de proximidade e isolamento se baseiam na distância entre vizinhos mais próximos (VOLOTÃO, 1998). Proximidade e isolamento refere-se à tendência para as manchas estarem relativamente isoladas no espaço em relação a outras manchas da mesma classe (COUTO, 2004).

A área de interior é a área de um fragmento excluindo a borda por uma distância pré-definida. As métricas de área núcleo ou central ou, ainda, core são consideradas medidas da qualidade de habitats, uma vez que indicam quanto há realmente de área efetiva de um fragmento, após descontar-se o efeito de borda (VOLOTÃO, 1998).

As métricas de borda representam a configuração da paisagem, ainda que não explicitamente, vários fenômenos ecológicos se caracterizam pela quantidade total de bordas, e a informação sobre as bordas (que pode caracterizar pelo padrão espacial o efeito de borda) (VOLOTÃO, 1998).

Os índices de contágio e espalhamento permitem quantificar a paisagem quanto a sua configuração. A partir do índice de contágio é possível ter-se a extensão na qual os fragmentos estão agregados ou dispersos em uma paisagem e, com base no índice de espalhamento, quantificar a distribuição espacial de um tipo de fragmento na paisagem (CORSINI, 2011).

Métricas de diversidade visam quantificar a composição (e assim a diversidade) da paisagem. As mesmas são influenciadas pela riqueza de classes e uniformidade (VOLOTÃO, 1998).

#### **1.5.6. Pagamento por Serviços Ecossistêmicos**

A valoração dos serviços ecossistêmicos é um tema relativamente novo. Segundo Gómez-Baggethun et al. (2010), as primeiras contribuições sobre o assunto começaram a surgir entre os anos de 1960 e 1970, com os estudos *Wildlife and man* (KING, 1966), *Valuation of wildlife resources* (HELLIWELL, 1969), *Functions of nature: should nature be quantified?* (HUETING, 1970), *Natural areas as necessary components of man's total environment* (ODUM e ODUM, 1972) e *Functions of the Natural Environment: an economic-ecological analysis* (BRAAT et al., 1970).

Em 1997 o assunto ganhou destaque com a publicação “*The value of the world’s ecosystem services and natural capital*” na Revista Nature. Neste artigo, Costanza e outros autores, estimaram em US\$ 33 trilhões ano<sup>-1</sup> o valor econômico que a biosfera promove à humanidade em bens e serviços. O artigo também apresenta estimativas do valor de dezessete tipos de serviços ecossistêmicos para dezesseis biomas diferentes (COSTANZA et al., 1997).

Em 2005, o assunto ganhou ainda mais destaque com a publicação do *Millennium Ecosystem Assessment* (MA) (COSTANZA et al., 2014). A “Avaliação do Milênio” foi um estudo realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), entre 2001 e 2005, com o objetivo de avaliar as consequências das alterações dos ecossistemas no bem estar humano e estabelecer as bases científicas necessárias à melhoria da conservação e do uso sustentável dos ecossistemas. Nesse estudo foram definidas quatro categorias de serviços ecossistêmicos sustentadas pela biodiversidade: provisão, regulação, cultural e suporte.

A segunda iniciativa internacional da ONU foi o estudo “*Economics of Ecosystems and Biodiversity*” (TEEB), realizado entre os anos de 2007 e 2010. “A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade” consistiu na análise dos benefícios econômicos globais da diversidade biológica, os custos da perda da biodiversidade e as falhas das medidas de proteção versus os custos da sua efetiva proteção (TEEB FOUNDATIONS, 2010). Como uma contribuição ao estudo TEEB foi criado um banco de dados denominado “*Ecosystem Service Value Database*” (ESVD), onde estão disponíveis para consulta estimativas de valores de 22 tipos de serviços ecossistêmicos para 10 biomas diferentes (COSTANZA et al., 2014).

No Brasil, a valorização econômica dos recursos naturais teve seu início com a criação do ICMS Ecológico, cujo foco principal é a conservação da biodiversidade. Esse instrumento consiste em destinar parte dos 25 % do ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços) que são repassados dos estados para os municípios, para a criação e manutenção de Unidades de Conservação e áreas afins (PRADO FILHO e SOBREIRA, 2007). Atualmente o ICMS Ecológico já foi regulamentado em 17 dos 26 estados brasileiros, tendo sido criado pela primeira vez no estado do Paraná, através da Lei nº 59, de 1 de outubro de 1991 (O ECO, 2014).

Esse instrumento teve como efeitos benéficos o aumento das unidades de conservação, tanto em números como em extensão, incluindo também aspectos qualitativos (MAY et al., 2002; FERNANDES et al., 2011; PAULA, 2013). Todavia, como falhas são apontadas a ineficácia do instrumento devido o desvio dos recursos da sua finalidade, sendo estes aplicados conforme a discricionariedade do gestor municipal (PAULA, 2013); a perda da importância do instrumento ao longo dos anos (FERNANDES et al., 2011); e a falta de uma gestão integrada entre municípios vizinhos, critério necessário para aumentar a conectividade entre as áreas de proteção e evitar a sua fragmentação (SAUQUET et al., 2014).

Atualmente, entre as iniciativas de PSAs no Brasil estão, a cobrança pelo uso da água, o Programa Produtor de Águas, o PROAMBIENTE e o Programa Bolsa Verde. A cobrança pelo uso da água, instituída pela Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de

janeiro de 1997), é uma das fontes de recursos para projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (MMA, 2011).

O Programa Produtor de Águas, desenvolvido pela Agência Nacional das Águas (ANA) em 2001, tem sido implementado em níveis estadual e municipal. O primeiro projeto foi iniciado em 2005, na cidade de Extrema-MG, o projeto “Conservador das Águas” (MANFREDINI et al., 2014). Posteriormente vários projetos passaram a ser desenvolvidos em cidades de diferentes estados, tais como, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Distrito Federal e Acre (ANA, 2015).

Os projetos desenvolvidos pelo “Produtor de Águas” são exemplos típicos de PSAs, considerando a definição atualmente mais difundida, que diz que “PSA é uma transação voluntária em que um serviço bem definido ou uso da terra que possa assegurar este serviço é comprado por, pelo menos, um comprador de, pelo menos, um provedor, desde que seja assegurada a prestação do serviço pelo provedor” (WUNDER, 2005). Os “serviços ambientais” englobam tanto os serviços proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem (MMA, 2011).

No Programa Produtor de Águas, a adesão do produtor rural (provedor) é voluntária, o comprador é a ANA (e/ou seus parceiros), o serviço prestado é a manutenção da disponibilidade de água em quantidade e qualidade por meio da conservação do solo e aumento da infiltração de água no solo, obtidos através da utilização de práticas e manejos conservacionistas. O pagamento é proporcional ao serviço prestado na propriedade.

O PROAMBIENTE, Programa de Desenvolvimento Sustentável da Produção Familiar Rural da Amazônia, surgiu como resposta às reivindicações de representantes de movimentos sociais da Amazônia que buscavam o fortalecimento da agricultura familiar com base em um modelo não excludente que conciliasse os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais (ALMEIDA et al., 2013; SHIKI e SHIKI, 2011).

Mas, após quatros anos de gestão, o programa acumula muitas críticas. Dentre elas, os baixos valores (R\$100,00 por família) pagos às famílias, considerados insuficientes para compensar os esforços de trabalho e para cobrir os gastos com os materiais necessários para a recuperação das áreas; e a falta de continuidade do projeto (SHIKI e SHIKI, 2011).

O Programa Bolsa Verde surgiu legalmente em 2011 para apoiar a conservação ambiental e fomentar atividades rurais, através da remuneração de famílias que vivem em locais onde existem ativos ambientais localizados em unidades de conservação, assentamentos ambientalmente diferenciados, territórios ocupados por ribeirinhos, extrativistas, populações indígenas, quilombolas e outras comunidades tradicionais. O programa concede a cada trimestre um benefício de R\$ 300,00 às famílias que vivem em situação de extrema

pobreza que vivem em áreas consideradas prioritárias para conservação ambiental. O benefício é concedido por dois anos, podendo ser renovado.

Mas os principais instrumentos de incentivo econômico para gestão ambiental são os mercados de carbono, principalmente o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a Redução de Emissões de Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), abordados nos próximos itens. Também são consideradas iniciativas de PSA, os instrumentos legais: compensação ambiental, sistemas de concessões florestais e taxa de reposição florestal, a isenção fiscal para Reserva de Patrimônio Particular Natural (RPPN), os subsídios à produção sustentável, entre outros.

Depois de aproximadamente 25 anos de PSA no Brasil, considerando o ICMS Ecológico como a primeira iniciativa, percebe-se o instrumento ganhou importância como medida de apoio aos instrumentos de comando e controle. Principalmente no combate ao desmatamento em biomas ameaçados. O “ICMS Ecológico” e o “Produtor de Águas” surgiram tendo como foco a preservação dos remanescentes do bioma Mata Atlântica. Atualmente, o REDD e outros mecanismos de PSA estão sendo utilizados como ferramentas de gestão ambiental para conter o desmatamento no bioma Amazônia.

Mas, apesar dos aspectos positivos, o instrumento PSA apresenta algumas limitações, tais como, a ausência de um marco legal federal consolidado sobre o assunto, mas apenas Projetos de Lei em tramitação no Congresso Nacional (JURAS, 2011; PEIXOTO, 2011); a dificuldade de valorar os serviços ecossistêmicos; e a falta de indicadores econômicos capazes de captar a complexidade de serviços oferecidos pela natureza (SILVA E SCHERER, 2012).

Gómez-Baggeth et al. (2010) questionam os métodos utilizados pela economia ambiental, que considera todos os serviços ambientais como se eles tivessem preços. Silva e Scherer (2012) destacam ainda as falhas de mercado, a ausência de mercado para alguns serviços e consideram que os mecanismos disponíveis para valorar a biodiversidade e sociobiodiversidade estão muito aquém do valor real dos recursos naturais.

#### **1.5.7. Valoração e comércio de carbono**

Aquecimento global e mudanças climáticas passaram a fazer parte da agenda internacional a partir da década de 80 no século passado, quando alguns trabalhos científicos indicaram o aumento da concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e o aumento na temperatura global. Em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente estabeleceram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), que a partir de 1990 passou a divulgar periodicamente os resultados do seu trabalho (JURAS, 2012).

Com a divulgação do primeiro relatório do IPCC iniciaram as negociações, culminando na formulação da Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças do Clima. As Conferências anuais seguiram acontecendo, com a assinatura do Protocolo de Kyoto na terceira convenção em 1997 (SILVA, 2010; JURAS, 2012). Mas foi em 2007, com a divulgação

do quarto relatório do IPCC que o aquecimento global, gerado pela interferência humana, tornou-se um fato aceito pela comunidade científica, apesar das incertezas quanto a sua magnitude (BRASIL, 2008).

Atualmente a preocupação com as mudanças climáticas e suas consequências para a humanidade têm levado a um esforço global para limitar as taxas de emissões de CO<sub>2</sub> de desmatamento. Nesse contexto, o carbono das florestas tropicais, desperta interesse sem precedentes, sendo em grande parte centrado na avaliação da magnitude dos estoques de carbono dessas florestas, no entendimento daquilo que determina a magnitude desses estoques e na exploração do modo como esses estoques responderão, seja para mitigar ou acelerar a mudança climática (MALHI et al., 2009)

Nesse sentido, diversas pesquisas vêm sendo realizadas na Amazônia visando o levantamento dos estoques de carbono na biomassa aérea e subterrânea, na serrapilheira e no solo (BROWN et al., 1989; MELO, 2003; NOGUEIRA et al., 2008; TRUMBORE e CAMARGO, 2009; SALIMON, et al., 2011; SOUZA et al., 2012); assim como do incremento médio anual do carbono (PHILIPS et al., 1998; HIGUCHI, 2004).

Segundo Brown et al. (1989), as estimativas de biomassa da Amazônia atualmente disponíveis na literatura vêm de estudos que utilizam métodos diretos e indiretos. No método direto todas as árvores de uma determinada parcela são derrubadas e suas medidas são determinadas, sendo feita a extrapolação da avaliação amostrada para a área de estudo de interesse. Já no método indireto, uma ou mais variáveis de fácil obtenção são utilizadas para estimar a biomassa aérea (SILVEIRA et al., 2008). Equações alométricas ou técnicas de sensoriamento remoto podem ser utilizadas para realizar as estimativas.

Hituchi et al. (2004) destaca que tanto o método direto quanto o indireto geram muita polêmica, controvérsias e produzem estimativas desencontradas, mesmo quando se usa o mesmo banco de dados. De acordo com esses autores, no método direto são utilizadas poucas parcelas experimentais, pequenas e escolhidas de forma tendenciosa. No método indireto são utilizados dados de inventários florestais executados com a finalidade de planejar a exploração e o manejo florestal, não sendo portanto os mais apropriados para estimar a biomassa.

Mas, os mesmos autores admitem que é impossível estimar a biomassa acima do solo de toda a Amazônia pelo método direto, sendo necessário aperfeiçoar os métodos indiretos para se chegar a estimativas mais confiáveis. De fato, o que se observa é que as estimativas feitas para Amazônia variam muito entre as pesquisas e a maioria dos dados utilizados para estimar a biomassa não são dados produzidos especificamente para este fim, apesar da importância da Amazônica no cenário do aquecimento global.

No período de 1990 e 2012, o bioma Amazônia junto com o Cerrado contribuiu com 92 % das emissões de GEE do setor de mudança de uso da terra (MUT), que por sua vez foi responsável por 61 % das emissões brasileiras (IMAZON, 2014). Todavia, ficou constatada uma redução das emissões de GEE no setor MUT nesse período, quando a sua contribuição



passou de 61 % em 1990 para 30 % em 2012, devido à redução do desmatamento na Amazônia e o aumento da participação dos setores de energia e agropecuária nas emissões de GEE.

Esses resultados reforçam a importância das medidas de combate ao desmatamento adotadas pelo Governo Federal, tais como, o Plano Amazônia Sustentável (PAS) e o Plano de Ação para a Prevenção e o Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm); implementados nesse período. Reforçam também a importância da adoção de estratégias que visem o combate do desmatamento, como por exemplo, o fortalecimento do mercado de carbono.

Existem no Brasil dois grandes mercados de carbono. Um regulado e o outro voluntário. No mercado regulado, o Brasil participa de forma voluntária, já que não faz parte do grupo dos países desenvolvidos (Anexo I). Os países do anexo I reconheceram a sua responsabilidade histórica na emissão de GEE e se comprometeram a reduzir as suas emissões a fim de cumprir as metas estabelecidas no Protocolo de Kyoto (SILVA, 2010).

Como parte dos mecanismos de flexibilização criados pelo Protocolo, existe o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que consiste no desenvolvimento de projetos em países que não tem metas de redução de GEE a partir da redução de emissões por fontes ou pela fixação de carbono. Cada tonelada de CO<sub>2</sub>-equivalente evitada ou sequestrada corresponde a uma unidade de Redução Certificada de Emissões (RCE) que pode ser comercializada entre os países em desenvolvimento e os países desenvolvidos que quiserem reduzir parte das suas obrigações junto ao Protocolo de Kyoto (PINTO et al., 2010; JURAS, 2012; HEINRICH BOLL STIFTUNG, 2014;).

O Brasil ocupa a 3ª posição em projetos de MDL desenvolvidos em todo o mundo, o que corresponde a cerca de 5 % do total dos projetos (PINTO et al., 2010; JURAS, 2012). Porém, esses projetos, em sua maioria, estão concentrados nos setores de geração de energia (50 %), suinocultura (17 %), troca de combustível fóssil (10 %) e aterro sanitário (8 %) (PINTO et al., 2010). A participação do setor florestal no MDL é mínima, se restringe a apenas dois projetos, o Plantar em Minas Gerais e o AES-Tietê\* em São Paulo (PINTO et al., 2010, MMA, 2011).

Este cenário reflete, entre outras coisas, as restrições que foram colocadas no âmbito do MDL para esta modalidade de atividade, ao baixo interesse por parte dos investidores devido ao caráter temporário dos créditos, as incertezas sobre a adicionalidade do projeto em relação a sua linha de base e aos altos custos de transação (PINTO et al., 2010). De acordo com o MMA (2011), para a aprovação de projeto de qualquer natureza pelos procedimentos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), os custos de transação estimados são de US\$150.000.

---

\* AES Tietê é uma empresa de geração de energia elétrica pertencente ao grupo AES Brasil.

O mercado voluntário tem como principal mecanismo o REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal). O mesmo surgiu durante as Conferências das partes da UNFCCC (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima) e tem como objetivo a remuneração pela manutenção da floresta em pé. Mais recentemente, foram incluídos na definição de REDD as atividades de conservação, o manejo sustentável das florestas e o aumento de seus estoques em países em desenvolvimento, originando o REDD+ (PINTO et al., 2010).

O REDD tem como foco principal a Amazônia, onde está concentrada a maioria de suas iniciativas (MMA, 2011). Por enquanto, o REDD não está vinculado diretamente ao Protocolo de Kyoto (JURAS, 2012) e os GEE comercializados não equivalem a créditos de carbono no mercado internacional. No entanto, devido a não inclusão do desmatamento evitado como atividade elegível no MDL, as potencialidades de comércio de GEE na Amazônia estão no mercado voluntário, mais especificamente no mecanismo de REDD.

## 1.6. CARACTERIZAÇÃO DO ASSENTAMENTO PDS NOVA BONAL

### 1.6.1. Localização

O Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, está inserido no Vale do rio Acre, na microrregião de Rio Branco, no município de Senador Guiomard, no Estado do Acre. O projeto foi criado pela Portaria nº 45/98 em 24 de março de 2005. Possui área oficial total de 10.447,8 ha e está localizado à margem da BR 364, Km 76, entre Rio Branco e Porto Velho-RO (Figura 1.2).

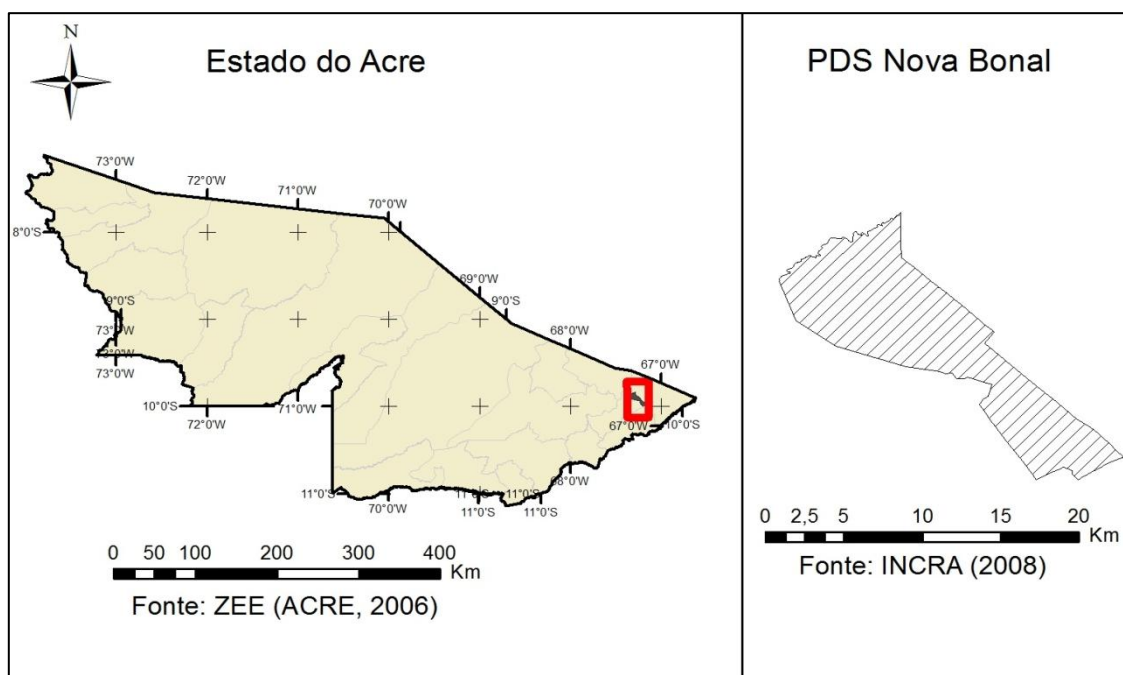


Figura 1.2. Localização do PDS Nova Bonal, no estado do Acre.

## 1.6.2. Origem do Assentamento

A origem do assentamento do Projeto de Desenvolvimento Sustentando Nova Bonal foi a Fazenda Bonal. Esta fazenda serviu por vários anos de base de operações e exploração de seringa, madeira, agricultura e pecuária por um consórcio internacional de capital privado da Bélgica.

Em 1972, quando chegaram as primeiras famílias contratadas para trabalhar na propriedade, iniciou-se o plantio dos primeiros seringais para extração do látex da seringueira. A atividade predominou na fazenda até o final da década, quando em razão do baixo preço da borracha no mercado nacional e internacional, iniciou-se o plantio de pupunha, que passou a ser a principal atividade econômica na fazenda.

Como a nova atividade não requeria tanta mão de obra quanto o extrativismo de látex na floresta, vários seringueiros foram demitidos. No entanto, muitos deles permaneceram na área trabalhando informalmente na extração do látex. No início da década de 1990, foi criada a infraestrutura necessária ao beneficiamento do palmito de pupunha e foram contratados novos funcionários para o trabalho na indústria.

Em 1999, um grupo de antigos funcionários que havia sido demitido no final da década de 70, mas que ainda permaneciam na área, se organizou em uma associação como forma de reivindicar antigos direitos trabalhistas. Reivindicaram também financiamentos do governo federal que possibilitassem o acesso a terra e a melhoria da renda familiar.

Com o tempo, essas ações passaram a ter desdobramentos no sentido de reivindicar a área para reforma agrária. Ao mesmo tempo o governo do estado do Acre, juntamente com a superintendência regional do INCRA, passou a materializar um modelo de assentamento de reforma agrária, baseado na gestão coletiva, na célula familiar, no manejo comunitário da floresta e sem desmatamento. Assim, em 2005, o INCRA adquiriu o imóvel mediante compra e criou PDS Nova Bonal, para o estabelecimento dos antigos trabalhadores da fazenda, bem como de outros trabalhadores sem terra.

Manteve-se a organização territorial original do imóvel, que era constituído de três núcleos de moradia: as agrovilas Bom Destino, Morada Nova e Retiro. Inicialmente, 41 famílias de antigos empregados passaram a ter acesso a terra. Em julho do mesmo ano, foi constituída a Cooperativa Agroextrativista Bom Destino LTDA (CAEB) para coordenar a exploração do palmito e a utilização da infraestrutura existente no Assentamento; e em outubro começaram a chegar as primeiras famílias que não faziam parte do quadro de empregados da antiga Fazenda Bonal.

Ainda no mesmo ano, o Assentamento foi contemplado com o “Programa Luz Para Todos” do Governo Federal, quando foram instaladas redes elétricas nas agrovilas, Morada Nova e Retiro. O programa foi inaugurado no início de 2006, ocasião que o Assentamento foi contemplado com recursos do programa Pro-Florestania, cujo montante foi de R\$250.000,00, destinados à aquisição de materiais e equipamentos para a cooperativa.

### 1.6.3. Meio físico e biótico

#### 1.6.3.1. Fonte de dados

A caracterização do meio físico e biótico foi realizada utilizando dados obtidos no estudo realizado na elaboração do Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA) do Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, concluído em 2008 (INCRA, 2008).

A elaboração do estudo incluiu também a utilização de imagens topográficas *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM/USGS, 2007), imagens de Radar (SIPAM, 2006), imagens CBERS 2 (INPE, 2007), imagens Landsat TM-5 2003 na escala 1:50.000 (INPE, 2004), fotografias aéreas de pequeno formato desenvolvidas pelo Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra (NEPUT/UFV, 2006), dados de campo, análises laboratoriais, informações obtidas na literatura (AMARAL, 2007) e dados do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre (ZEE/ACRE, 2006), na escala de 1:100.000. Os dados foram processados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) do *software* ArcGis® 9.2 (ESRI, 2006).

#### 1.6.3.2. Classificação climática de Köppen

O clima equatorial quente e úmido da Amazônia tem alta temperatura durante o ano, com elevados índices de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar. Caracterizam a alternância existente entre duas estações climáticas: a estação de chuvas abundantes e de pouca chuva, popularmente denominada de estação “seca”.

A classificação climática de Köppen para o Brasil divide o estado do Acre em dois principais subtipos de clima (Figura 1.3) (IBGE, 1997).

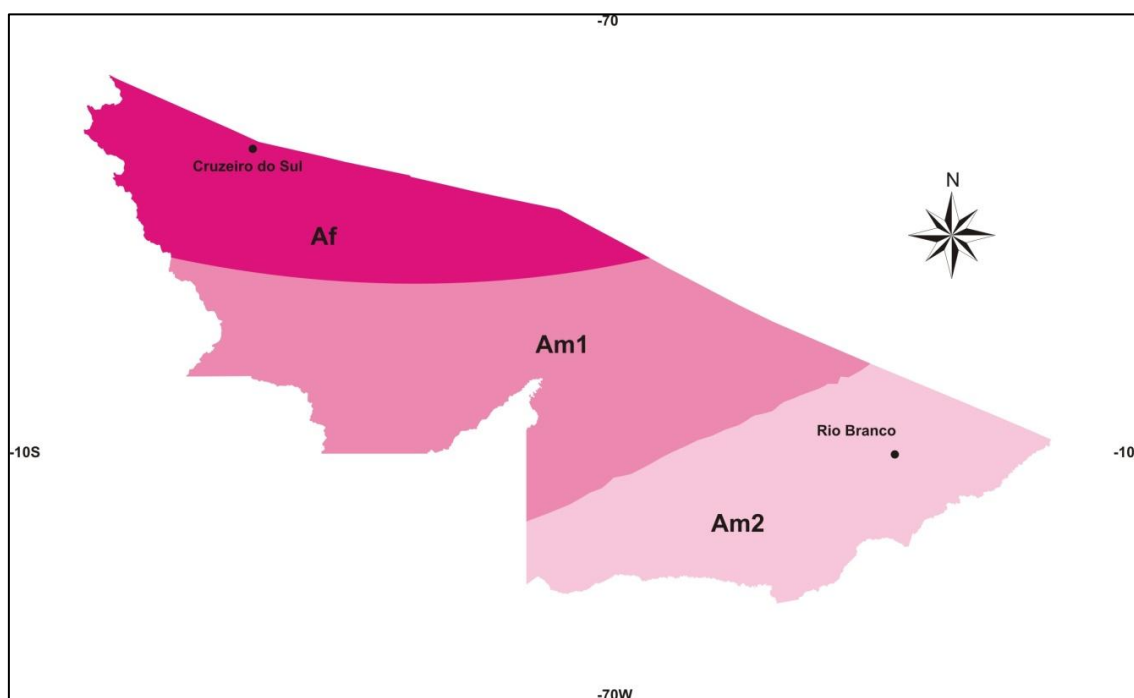


Figura 1.3. Classificação climática de Köppen do estado do Acre (INCRA, 2008).

Tropical Húmida (Af): predomina na regional Juruá. Esse subclima é caracterizado pela intensa precipitação pluviométrica (quantidade acumulada anual superior a 2000 mm). A precipitação mensal durante os doze meses do ano em geral é superior a 60 mm. Outra característica é a ausência de período seco definido. Este tipo de clima é típico de região próxima à linha do Equador.

Tropical de Monções (Am): este tipo de clima predomina no restante do estado e é subdividido em Am1 e Am2. Apresenta características similares ao Af no que diz respeito a quantidades acumuladas de precipitação, porém apresenta período de seca de 1 a 3 meses e a precipitação mensal acumulada fica abaixo de 60 mm de chuva. O subclima Am1 apresenta um período seco do ano definido de um e dois meses. Já o subclima Am2 apresenta um período seco definido de três meses.

As condições climáticas do PDS Nova Bonal são semelhantes às de Rio Branco, caracterizadas por clima quente e úmido, com dois períodos distintos: seco e chuvoso. O período seco estende-se de maio a setembro e o período chuvoso de outubro a abril. O período mais quente fica compreendido entre os meses de setembro e dezembro, com temperaturas médias máximas variando de 29,7°C a 32,8°C; e o período mais frio de junho a agosto, com temperaturas mínimas de 16,1°C a 18,4°C.

#### 1.6.3.3. Geologia

A compreensão dos aspectos geológicos, geomorfológicos e de solos é altamente importante no melhor uso dos recursos naturais. Os domínios pedológicos, quando analisados em associações com as categorias superiores, constituem elementos capazes de fornecer em maiores níveis de detalhes, informações imprescindíveis sobre o ambiente (INCRA, 2008).

De acordo com o mapa elaborado com base no mapa do ZEE do Estado do Acre (ACRE, 2006), escala de 1:50.000, existem no PDS Nova Bonal quatro classes (Figura 1.4) descritas a seguir.

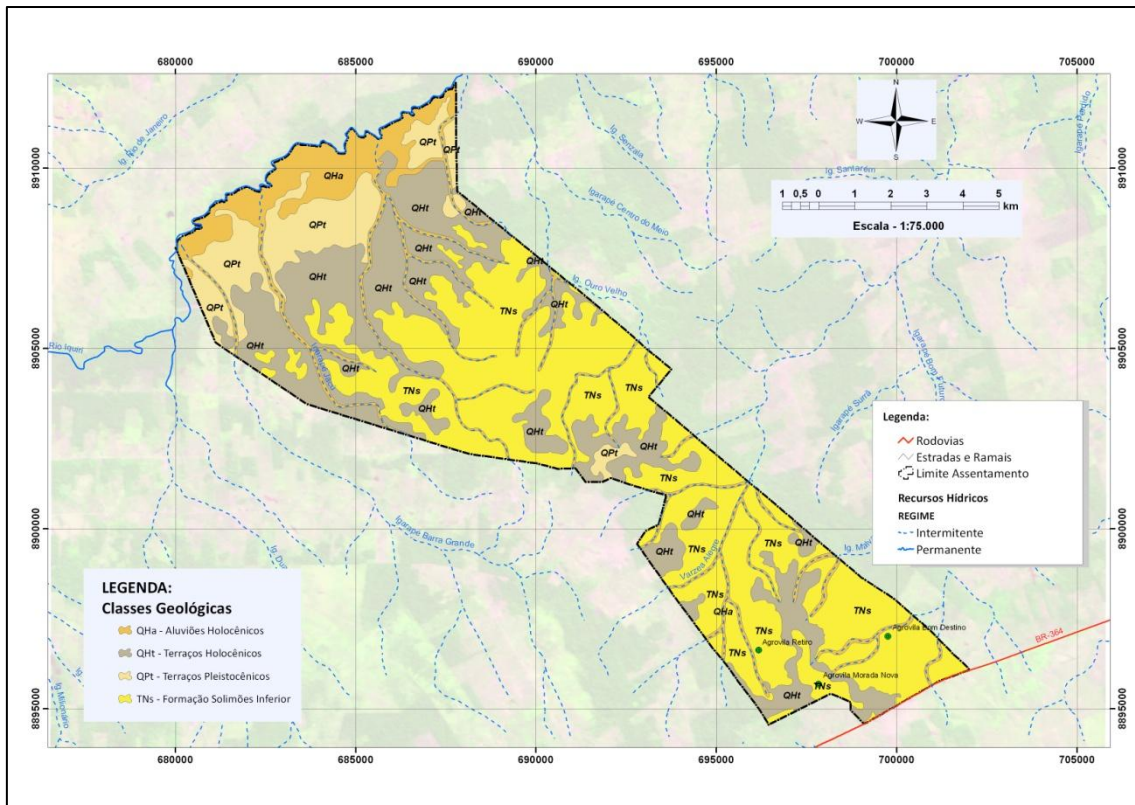


Figura 1.4. Formação geológica do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

- QHa – Aluviões Holocênicos: Depósitos grosseiros a conglomeráticos, apresentando residuais de canal, arenosos relativos a barra em pontal e pelíticos relacionados a transbordamentos;
- QPt – Terraços Pleistocênicos: Depósitos de terraços fluviais antigos e rampas-terraços, constituídos por argilas, siltes e areias, às vezes maciços, de cores avermelhadas. Localmente mostram intercalações lenticulares de argilitos e conglomerados;
- QHt – Terraços Holocênicos: Construções sedimentares aluviais, cujos constituintes mostram características típicas de depósitos de planície fluvial de uma fase anterior a atual. São cascalhos lenticulares de fundo de canal, areias quartzosas inconsolidadas de barra em pontal, e siltes e argilas de transbordamento;
- TNs – Formação Solimões Inferior: Rochas sedimentares predominantemente pelíticas, altamente fossilíferas, sob a forma de argilitos com intercalações de siltitos, arenitos finos, calcários e material carbonoso (linhito), micáceos. Ambiente redutor, predominantemente lacustre, localmente fluvial e flúvio-marinho, com estratificações paralelas e cruzadas tabulares e acanaladas.

#### 1.6.3.4. Geomorfologia

A geomorfologia compreende a descrição, classificação e elucidação dos processos de evolução das formas de relevo, que expressam o arcabouço litoestrutural e a atuação de



condições climáticas pretéritas e atuais. Sobre elas desenvolvem-se os tipos de solos, os quais permitem a instalação dos diversos tipos de vegetação. A partir desse ponto vislumbram-se as relações existentes entre ambiente e ser humano e suas interdependências (CAVALCANTI, 2006).

No estado do Acre, assim como em outros locais da Amazônia, a variação altimétrica é inexpressiva. Nas regionais a leste do estado (Alto e Baixo Acre) onde está inserido o PDS Nova Bonal, predominam áreas das Depressões do Rio Branco, Iaco-Acre e Endimari-Abunã. Em termos de unidades geomorfológicas, o PDS Nova Bonal apresenta quatro classes (Figura 1.5), conforme descrição a seguir.

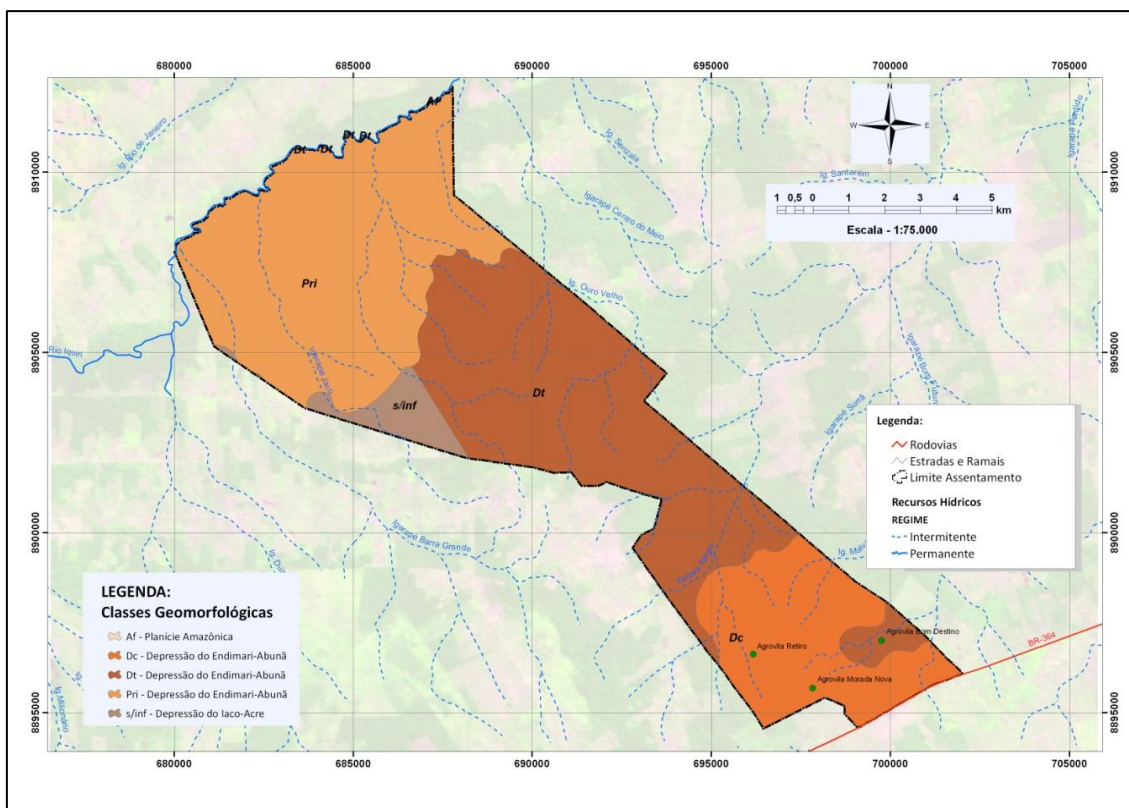


Figura 1.5. Formação geomorfológica do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

- Pri - Depressão do Endimari-Abunã: Apresenta altitude variando de 160 a 230 m. Trata-se de superfície suavemente dissecada, com topos tabulares e algumas áreas planas. No trecho que acompanha longitudinalmente o rio Abunã ocorrem relevos um pouco mais dissecados e de topos convexas. Apresenta aplainamento de pediplano;
- Dt - Depressão do Endimari-Abunã: Idem ao anterior, diferenciando pelo relevo mais dissecado e tabular;
- Dc - Depressão do Endimari-Abunã: Idem ao anterior, com relevo mais dissecado e forma convexa;
- S/inf - Depressão do Iaco-Acre: Unidade com altitude variando entre 160 e 290 m, com padrão de drenagem dendrítico. Compreende uma superfície muito dissecada e com declives muito expressivos. As áreas de topo aguçado com declives fortes e as de topo

convexo com declives fortes e as de topo convexo com declive mediano refletem a presença de fácies arenosa da Formação Solimões. E ainda um conjunto de formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em sedimentos, denotando controle estrutural, definidas por vales encaixados.

As áreas correspondentes são bastante similares em termos morfogênicos, diferenciando-se entre si nos padrões de dissecação do relevo por maior ou menor incisão das drenagens e pelos materiais geológicos predominantes. Áreas mais estáveis morfogênicamente estão relacionadas à presença de cobertura laterítica ou locais onde ocorre dissecação tabular. Verifica-se maior vulnerabilidade geomorfológica nas áreas antropizadas (ACRE, 2006).

### 1.6.3.5. Classes de solos

De acordo com a distribuição dos solos do PDS Nova Bonal (Figura 1.6), o Argissolo Vermelho ocupa 47 % dos solos do Assentamento, o Argissolo Vermelho-Amarelo 29,9 % e o Argissolo Amarelo 9,5 % (Tabela 1.1).

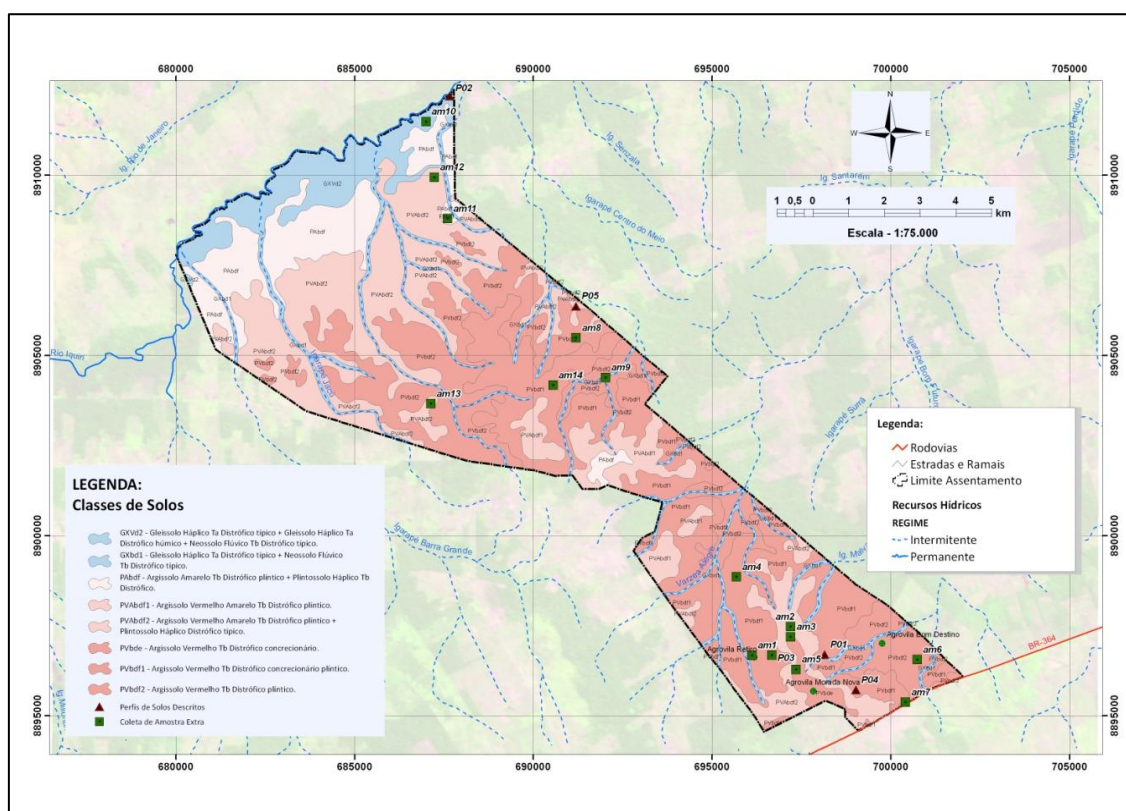


Figura 1.6. Solos do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

A profundidade efetiva dos solos em 25 % da área apresenta-se como fator limitante à produção, visto que varia de 0,30 a 0,60 m, condicionada pela presença de concreções lateríticas em superfície e/ou horizonte plântico em profundidade. Os solos das partes mais baixas da paisagem, Gleissolo (13 %) e Argissolo Amarelo (9,5 %), também apresentam perfis pouco profundos, até 0,5 m, cores mosqueadas, que evidencia o caráter de má drenagem. Os



Argissolos Vermelhos apresentam profundidade efetiva entre 0,8 a 1,5 m, ideal para o cultivo. No entanto, o distrofismo e o relevo suave ondulado e ondulado dificultam a prática agrícola.

Tabela 1.1. Principais Unidades de Mapeamento e áreas dos solos no PDS nova Bonal (INCRA, 2008)

Um*	Descrição	Área (ha)	%
PAbdf	Argissolo Amarelo Tb distrófico plíntico/Plintossolo Háptico Tb distrófico.	1.106,3	9,5
PVAbdf1	Argissolo Vermelho Amarelo Tb distrófico plíntico, relevo suave ondulado.	575,2	4,9
PVAbdf2	Argissolo Vermelho Amarelo Tb distrófico plíntico, relevo plano.	2.917,5	25,0
PVbde	Argissolo Vermelho Tb distrófico, concrecionário plíntico.	132,0	1,1
PVbdf1	Argissolo Vermelho Tb distrófico plíntico.	2.872,0	24,6
PVbdf2	Argissolo Vermelho Tb distrófico plíntico relevo suave ondulado.	2.509,3	21,5
GXbd1	Gleissolo Háptico Ta distrófico/Neossolo Flúvico Tb distrófico típico.	745,8	6,4
GXvd2	Gleissolo Háptico Ta distrófico típico/Gleissolo Háptico Ta distrófico húmico/Neossolo Flúvico Tb distrófico típico.	812,9	7,0
Total		11.671	100

\*UM – Unidade de Mapeamento.

A permeabilidade dos solos do PDS Nova Bonal é outro fator a ser considerado no manejo. Mais de 81 % das camadas superficiais apresentam permeabilidade moderada, condicionada pela existência de gradiente textural e presença de concreções lateríticas nas partes mais elevadas da paisagem, principalmente no Argissolo Vermelho. Nesse solo, aumenta o impedimento à drenagem eficiente à medida que aumenta a profundidade do perfil (subsuperficial), acentuando-se nas porções inferiores da paisagem, com a presença de mosqueados.

Na porção superficial (0 a 20 cm) da área de estudo, predomina solos de textura média, variando entre franco arenosa e franco siltosa, às vezes arenosa. Nessas áreas com predomínio de textura mais arenosa e siltosa, deve-se ter o cuidado em relação à erosão, pois geralmente estão associados a uma camada subsuperficial argilosa (Argissolos) e a um relevo suave ondulado a ondulado.

Nos limites do PDS Nova Bonal, em decorrência da cobertura vegetal remanescente e da implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF's) compostos por seringueira e pupunha, quase não se verifica indícios de processos erosivos. Entretanto, de acordo com o PDA, o risco de instalação desses processos erosivos já é visível em alguns pontos dos ramais onde o processo de contenção e direcionamento das águas pluviais não foi realizado de forma correta ou onde não existe manutenção dos mesmos.

#### 1.6.3.6. Relevo e suas classes de solo

Uma vez que a área está localizada em situação de relevo tabular, no divisor de águas dos rios Iquiri e Abunã, predomina no projeto relevo suave ondulado (Tabela 1.2). O local é caracterizado pela existência de áreas aplainadas ainda conservadas nos interflúvios tabulares e áreas dissecadas em colinas de topo convexo (Figura 1.7). As colinas são de pequena dimensão e os entalhes incipientes, formados em litologia constituída por material argiloso ou siltico-argiloso, com intercalações de arenito de idade Plio-pleistocênica.

Tabela 1.2. Classes de relevo e de declividade existentes no PDS Nova Bonal (INCRA, 2008)

Classes de relevo	Classes de declividade		PDS N. Bonal (%)
	%	grau	
Plano	0 - 3	0 – 1,7	24
Suave ondulado	3 - 8	1,7 – 4,6	46,1
Plano à suave ondulado	0 - 8	0 – 4,6	25
Suave ondulado e ondulado	8 - 20	4,6 - 11,3	4,9

No entanto, apesar do PDS Nova Bonal estar localizado em áreas aplainadas, com suaves ondulações, exceto as proximidades dos rios e igarapés com relevo ondulado, têm limitações distintas em virtude da posição da paisagem. Nas áreas aplainadas (baixadas), a drenagem deficiente e o lençol freático elevado condicionam um fator de limitação e, nas áreas planas de topo, o distrofismo é o fator condicionante da baixa produtividade.



Figura 1.7. Relevo do PDS Nova Bonal, predomínio de área dissecada (INCRA, 2008).

Em termos de cotas altimétricas, o Modelo Digital de Elevação do PDS Nova Bonal varia entre 119 m (área de baixada) a 233 m (topo aplainado) (Figura 1.8).

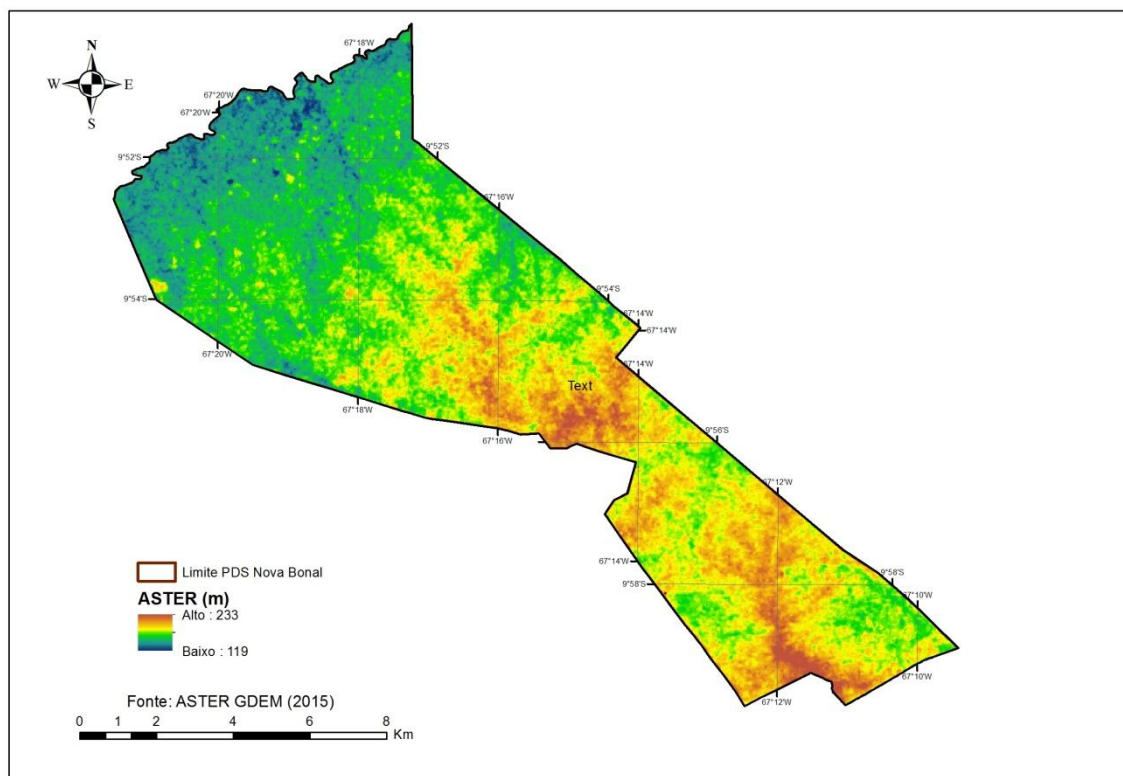


Figura 1.8. Modelo Digital de Elevação (MDE) no PDS Nova Bonal.

#### 1.6.3.7. Capacidade de uso da terra

O sistema de capacidade de uso da terra é uma classificação técnico-interpretativa que sintetiza diversas características e propriedades para obtenção de classes homogêneas de terras a fim de definir sua máxima capacidade de uso sem risco de degradação do solo. Representa um grupo quantitativo de classes de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra (LEPSCH et al., 1991).

O sistema considera as potencialidades e limitações de uso da terra, apresentando uma relação direta com a sua intensidade de uso. A determinação da capacidade de uso da terra é uma importante ferramenta para o planejamento e uso do solo, pois engloba vários dados que são apresentados de forma diretamente aplicável ao planejador. Embora seja necessário considerar as esferas econômicas, políticas e sociais (LEPSCH et al., 1991).

O levantamento de solos que utiliza somente a classificação pedológica não atende a uma finalidade específica, mas, se convenientemente interpretado, servirá como base para diferentes classificações técnicas ou interpretativas. O objetivo principal do levantamento de solos é o reconhecimento da natureza e distribuição geográfica das classes de solos, procurando identificar e espacializar os solos ocorrentes em uma dada área, fazendo a caracterização morfológica e analítica de maneira mais completa possível, a fim de permitir o enquadramento das unidades de mapeamento em um sistema natural de classificação de solos. Já as classificações técnicas ou interpretativas agrupam as unidades pedológicas em

classes de terras, tomando por base características e propriedades selecionadas, mas relacionadas com o comportamento agrícola dos solos.

Com base nas classes de solo, declividade e clima, conforme metodologia de Lepsch et al. (1991), o sistema de capacidade de uso da terra é estruturado em grupos, classes, subclasses e unidades.

Os grupos constituem categorias de nível mais elevado, estabelecidos com base na maior ou menor intensidade de uso das terras, designada, em ordem decrescente, pelas letras A, B e C.

- **Grupo A:** terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre (comporta as classes I, II, III e IV);
- **Grupo B:** terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre (compreende as classes V, VI e VII);
- **Grupo C:** terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água (comporta a classe VIII);

As Classes de capacidade de uso da terra, convencionalmente designadas por algarismos romanos, em que a intensidade de uso é decrescente no sentido de I a VIII) são:

- **Classe I:** terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;
- **Classe II:** terras cultiváveis com problemas simples de conservação e/ou manutenção de melhoramento;
- **Classe III:** terras cultiváveis com problemas complexos de conservação e/ou manutenção de melhoramentos;
- **Classe IV:** terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação;
- **Classe V:** terras adaptadas em geral para pastagem e, em alguns casos, para reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, são cultiváveis apenas em casos muito especiais;
- **Classe VI:** terras adaptadas em geral para pastagens e reflorestamento, com problemas simples de conservação. São cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas permanentes protetoras do solo.
- **Classe VII:** terras adaptadas em geral somente para pastagens ou reflorestamento com problemas complexos de conservação;
- **Classe VIII:** terras impróprias para cultura pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, com o ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

As subclasses foram estabelecidas com base na natureza da limitação de uso das terras, convencionalmente designada pelas letras e, s, a, c.

- **e:** limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão;
- **s:** limitações relativas ao solo;
- **a:** limitações por excesso de água;
- **c:** limitações climáticas.

Considerando as características relacionadas no mapa de capacidade de uso da terra (Figura 1.9), procedeu-se à classificação das terras no sistema de capacidade de uso da terra. A área de estudo possui classes de capacidade II, III, IV, V e VI, distribuídas em subclasses e unidades de capacidade de uso (Tabela 1.3).

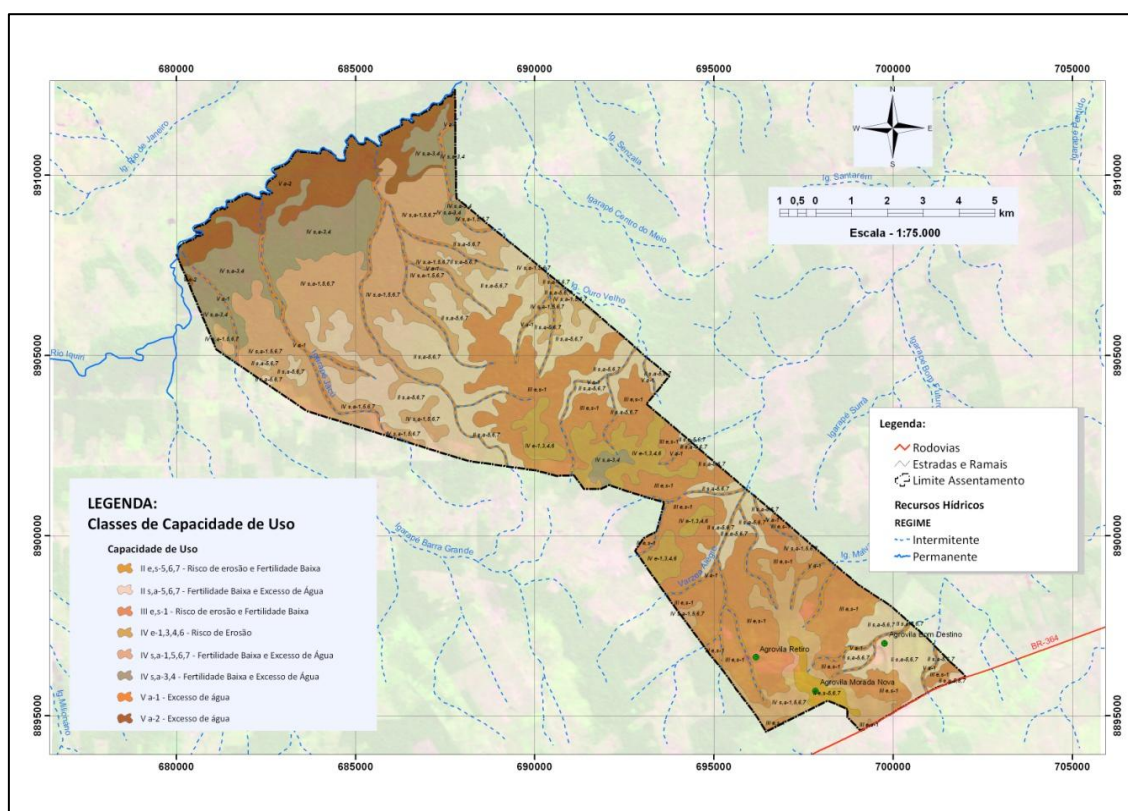


Figura 1.9. Capacidade de uso das terras do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

Dentre as classes de Capacidade de uso da terra no PDS Nova Bonal, predomina a IV s, a (25 %), cujos números 1, 5, 6 e 7 representam respectivamente: pouca profundidade efetiva, baixa saturação por bases, toxidez por alumínio e baixa CTC.

A segunda classe em tamanho de área, III e, s 1 (24,6 %), representa declive acentuado e pouca profundidade efetiva dos solos.

A terceira classe II s, a com os números 5, 6 e 7, representa em termos pedológicos baixa saturação por bases, toxidez por alumínio e baixa CTC .

A classe IV s, a apresenta como unidades de uso 3,4 (9,5 %) neste ambiente tem-se problemas com pedregosidade, argilas expansivas (alta atividade), alta saturação de sódio e excesso de sais solúveis.

E por fim a classe V a 1 e 2 (13,4 %), representando respectivamente lençol freático elevado e risco de inundação.

Tabela 1.3. Classes de capacidade de uso da terra do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008)

Simbologia	Limitações			Classes de capacidade de uso	Área	
	Risco de erosão	Solo	Drenagem		Clima	ha
ARGISSOLO AMARELO						
PAbdf		Fertilidade baixa Toxicidade de alumínio	Restrição drenagem		IVs, a-3,4,9,10	1.106,3 9,5
ARGISSOLO VERMELHO AMARELO						
PVAbdf1	Laminar ligeira Declividade 2 a 6 %	Fertilidade baixa Toxicidade de alumínio	Restrição drenagem		Ive-1,3,4,6,9	575,2 4,9
PVAbdf2		Fertilidade baixa Toxicidade de alumínio concreções			IVs-a-1,5,6,7	2.917,5 25,0
ARGISSOLO VERMELHO						
PVbde	Laminar moderada Declividade 4 a 8%	Fertilidade baixa Toxicidade de alumínio			Ile,s-5,6,7	132,0 1,1
PVbdf1	Laminar moderada Declividade 2 a 8 %	Fertilidade baixa Toxicidade de alumínio			IIle,s-1	2.872,0 24,6
PVbdf2		Fertilidade baixa Toxicidade de alumínio	Restrição drenagem		IIs,a-5,6,7	2.509,3 21,5
GLEISSOLO						
GXbd1			Excesso de água, inundação frequente		Va-1	745,8 6,4
GXbd2			Excesso de água, inundação frequente		Va-2	812,9 7,0

Notas: Classes de solos - PAbdf: Argissolo Amarelo Tb distrófico plíntico/Plintossolo Háplico Tb distrófico; PVAbdf1: Argissolo Vermelho Amarelo Tb distrófico plíntico, relevo suave ondulado; PVAbdf2: Argissolo Vermelho Amarelo Tb distrófico plíntico, relevo suave plano; PVbde: Argissolo Vermelho Tb distrófico concrecionário plíntico; PVbdf1: Argissolo Vermelho Tb distrófico plíntico; PVbdf2: Argissolo Vermelho Tb distrófico plíntico relevo suave ondulado; GXbd1: Gleissolo Háplico Ta distrófico típico/Neossolo Flúvico Tb distrófico típico; GXbd2:



Gleissolo Háplico Ta distrófico típico/Gleissolo Háplico Ta distrófico húmico/Neossolo Flúvico Tb distrófico típico.

#### 1.6.3.8. Estratificação ambiental dos agroecossistemas

Tendo como base os grandes indicadores de campo e sendo o solo o principal estratificador ambiental, o PDS Nova Bonal foi dividido em quatro unidades ambientais homogêneas (Tabela 1.4). A primeira ocupa 13,4 % da área nas menores altitudes do projeto e tem o predomínio de solos rasos (Gleissolos e Neossolos), com coloração acinzentada, eutróficos, associados a um relevo plano a suave ondulado e sob vegetação natural de floresta subperenifólia.

Tabela 1.4. Unidades geoambientais do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008)

Ambientes	Área (ha)	Área (%)	Descrição
1	1.559,5	13,4	Ambiente com predomínio de solos com excesso de água, rasos, férteis e em relevo plano e suave ondulado.
2	4.618,0	39,5	Ambiente com predomínio de solos pouco profundos com ocorrência de mosqueados/plintita, média fertilidade, em relevo suave ondulado a ondulado.
3	5.384,9	46,1	Ambiente com predomínio de solos pouco profundos a profundos com ocorrência de mosqueados/plintita em profundidade e distróficos em relevo suave ondulado.
4	115,4	1,0	Ambiente com predomínio de solos profundos sem ocorrência de mosqueados/plintita, ou quando presentes em maiores profundidades e distróficos em relevo plano a suave ondulado.
Total	11.677,8	100,0	

A segunda unidade (Ambiente 2) ocupa 39,5% da área com predomínio de solos pouco profundos (Argissolo Amarelo plíntico e Plintossolo), que têm de média a alta propensão à erosão com fertilidade média a alta e em relevo suave ondulado a ondulado. Este tipo de ambiente confere uso restrito a culturas adaptadas à deficiência de oxigênio, como por exemplo arroz e culturas permanentes, com sistema radicular mais superficial, como por exemplo as palmáceas.

A terceira unidade (Ambiente 3) ocupa a maior extensão da área (46,1 % com predomínio de solos moderadamente profundos (Argissolo Vermelho plíntico e Argissolo Vermelho Amarelo plíntico), que apresentam mosqueado/plintita, com drenagem moderada a imperfeita, distróficos e relevo suave ondulado a ondulado. Por suas condições físicas, químicas e morfológicas deve ser priorizado o uso de forma mista, com manejo florestal e sistemas agroflorestais, principalmente em virtude do relevo e das condições de fertilidade natural, que deve ser objetivo de técnicas de manejo específicas.

A quarta unidade (Ambiente 4) ocupa 1,0 % da área e constitui solos mais profundos (Argissolos Vermelhos), com drenagem moderada, distróficos, em relevo plano a suave ondulado com uso de pastagens. Em decorrência do tipo de drenagem e solo, pode ser usado para fins agropecuários/florestais, associado ao relevo plano a suave ondulado, permite o uso de mecanização em algumas fases de exploração, principalmente na época seca.





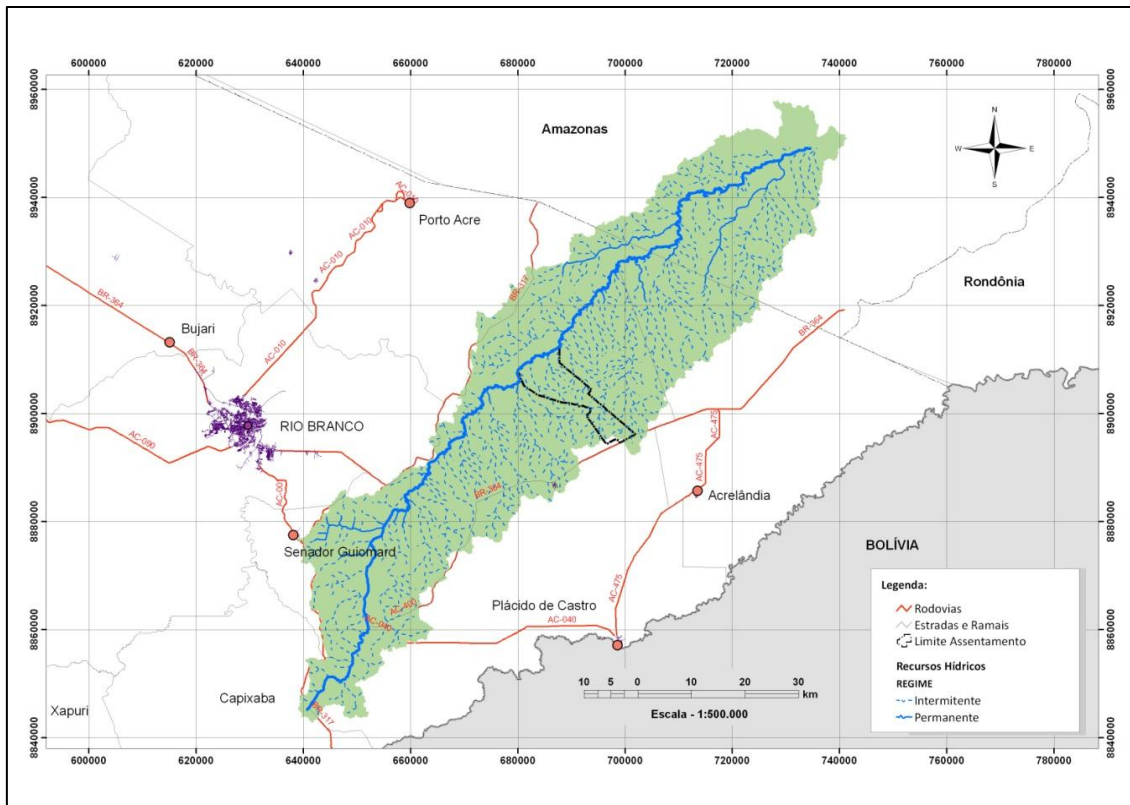


Figura 1.11. Bacia hidrográfica do rio Iquiri, Estado do Acre (INCRA, 2008).

O rio Iquiri percorre a maior parte de seu trajeto ao longo do município de Senador Guiomard, que detêm a maior área de sua bacia de contribuição, já no estado do Amazonas, o rio Iquiri deságua no rio Ituxi.

A sub-bacia de contribuição do rio Iquiri que se apresenta influenciada pela drenagem da área do PDS Nova Bonal é composta por micro redes de drenagens com igarapés temporários, sendo que os principais corpos hídricos são os igarapés Barra Grande, Jacú, Ouro Velho, Centro do Meio, Várzea Alegre, Malvado, Surrã e Bom Futuro, os quais estão representados, juntamente com a bacia de contribuição do Assentamento (Figura 1.12). A sub-bacia de contribuição do PDS Nova Bonal detêm uma área de 41.918,87 ha.

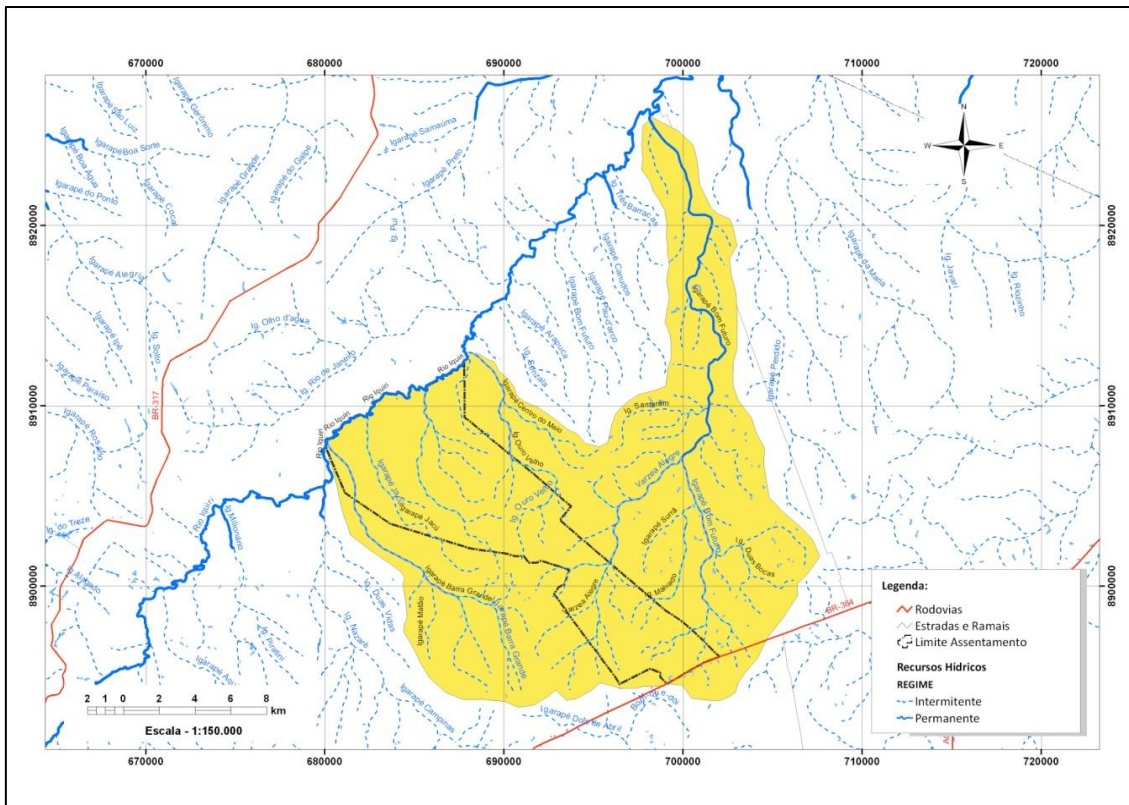


Figura 1.12. Sub-bacia hidrográfica de contribuição do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

Esta sub-bacia de contribuição apresenta seis microbacias, enumeradas de 1 a 6 (Figura 1.13) que deságuam diretamente no rio Iquiri. As áreas de cada microbacia encontram-se na Tabela 1.5.

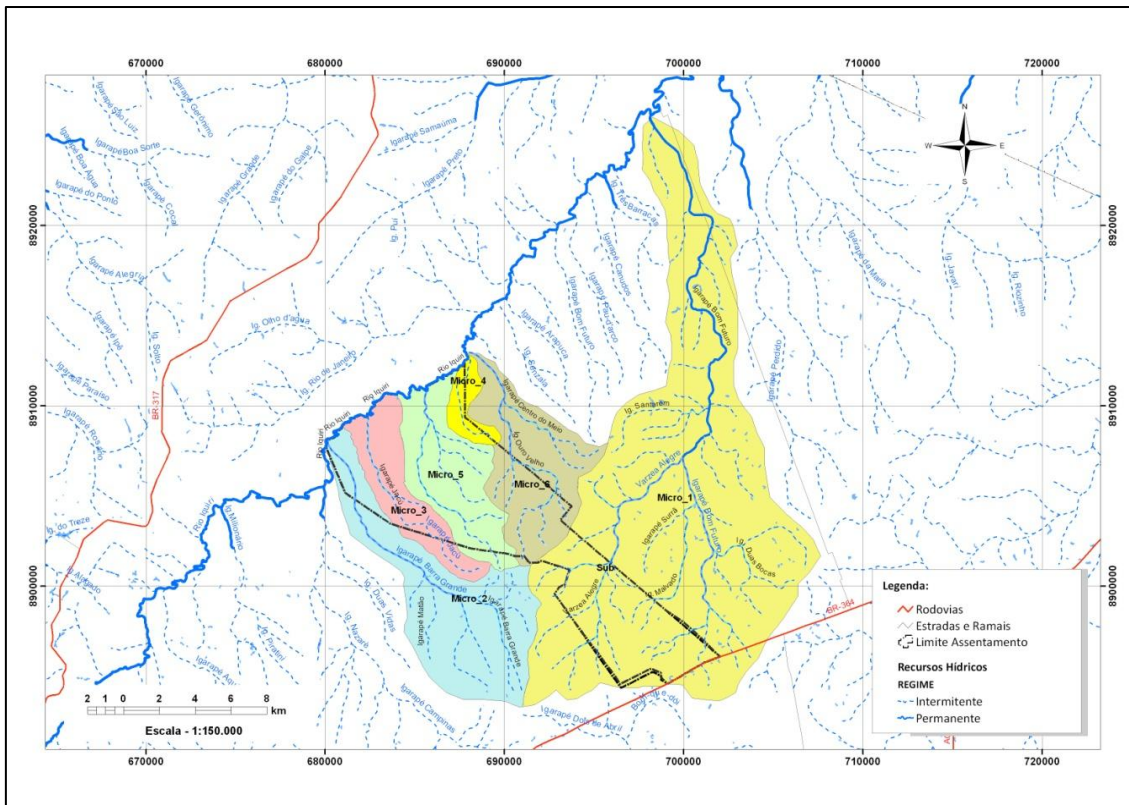


Figura 1.13. Microbacias hidrográficas de contribuição do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

Dentre as seis microbacias, a micro bacia 1 é a que mais exerce e sofre influência das atividades humanas do Assentamento, pois a sua área de drenagem compreende a área de ocupação e produção deste Assentamento, ao passo que as outras cinco microbacias, apresentam parte de sua área de captação dentro do projeto, porém na área de Reserva Legal, apresentando uso e cobertura do solo quase que exclusivamente florestal.

Tabela 1.5. Área ocupada por cada microbacia de contribuição do PDS Nova Bonal (INCRA, 2008)

Microbacias	ha	%
1	3.304,44	31,63
2	570,32	5,46
3	1.689,34	16,17
4	381,04	3,65
5	2.957,69	28,31
6	1.544,96	14,79
<b>Total</b>	<b>10.447,80</b>	<b>100,00</b>

### Identificação de nascentes

Foram identificadas dezesseis nascentes na área do Assentamento, com predomínio de nascentes perenes, de águas cristalinas. Há uma maior concentração de nascentes na área

de cobertura florestal, sendo que seis delas encontram-se na área com maior concentração de atividades produtivas e de habitações, perto das três agrovilas (Figura 1.14).

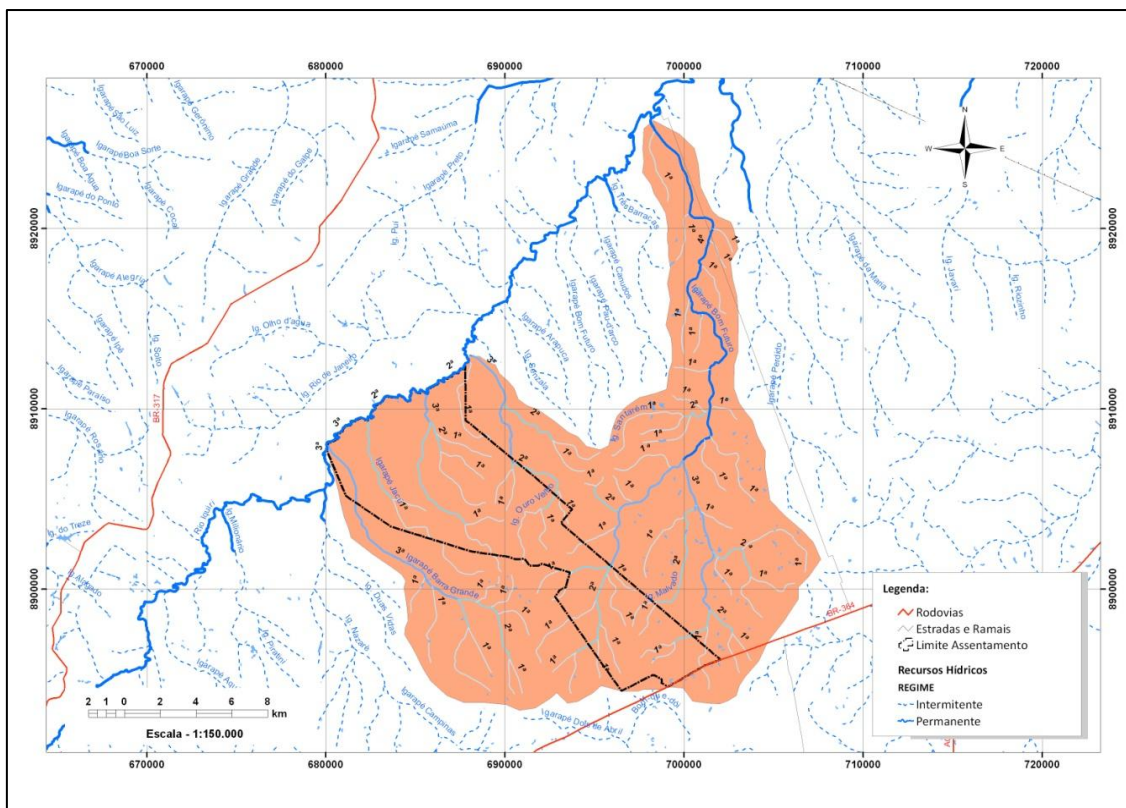


Figura 1.14. Nascentes no PDS Nova Bonal (INCRA, 2008).

## 1.7. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DA TESE.

A presente tese de doutorado foi elaborada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília (UnB), foi organizada em seis capítulos detalhados a seguir:

**Capítulo 1** - Abordagem da pesquisa: apresenta os questionamentos e as hipóteses levantados na pesquisa, a revisão bibliográfica, a caracterização da área e os principais pontos abordados.

**Capítulo 2** - Dinâmica do uso e cobertura da terra do Assentamento PDS Nova Bonal e da região do seu entorno: avalia a dinâmica do Desmatamento entre os anos de 1997 e 2014 e do uso e cobertura da terra em 2008, 2010 e 2012; os percentuais de APP e Reserva Legal do Assentamento e do entorno; e os efeitos da fragmentação na estrutura e composição da paisagem. O foco principal do capítulo é comparar a dinâmica do desmatamento nos limites do PDS e no seu entorno ao longo dos anos.

**Capítulo 3** – Estimativa da perda de solos: estima a perda de solo no Assentamento e no entorno utilizando a Equação Universal de Perda de Solo no Assentamento e no seu entorno a fim de comparar a susceptibilidade de ambos à erosão hídrica e avaliar a importância da vegetação no controle dos fatores desencadeadores do processo.

**Capítulo 4** – Avaliação da sustentabilidade socioeconômica e ambiental do PDS Nova Bonal: avalia a sustentabilidade do Assentamento em relação aos aspectos socioeconômicos e ambientais a partir de um índice de sustentabilidade obtido com base em dados de questionários aplicados. Também apresenta uma análise das principais causas de desmatamento em assentamentos de reforma agrária na Amazônia.

**Capítulo 5** – Avaliação dos Serviços Ecossistêmicos: apresenta a estimativa dos estoques de carbono armazenados na vegetação, na serrapilheira e no solo no projeto de Assentamento PDS Nova Bonal; a estimativa do carbono armazenado anualmente na biomassa viva; a valoração do carbono com base no custo de oportunidade para evitar o desmatamento em assentamentos no Estado do Acre; e por fim os principais tipos de serviços ecossistêmicos prestados.

**Capítulo 6** – Reflexões gerais do estudo: Abordagem dos principais pontos investigados e respostas aos questionamentos.



## **2. DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA DO PDS NOVA BONAL E DA REGIÃO DO SEU ENTORNO**

### **2.1. RESUMO**

Uma das principais metas do Governo Federal é a redução do desmatamento na Amazônia. Diversas ações têm sido empreendidas com esse objetivo. Nos últimos anos, os assentamentos de reforma agrária têm sido apontados como os principais desmatadores da Amazônia. Contudo, há controvérsias com respeito a esta temática. Nesse sentido é preciso de estudos mais profundos para se conhecer quem são os principais responsáveis pelo desmatamento, de forma a facilitar o seu monitoramento e controle na região. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica do desmatamento nos limites do Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e de uma zona de influência de 10 km, durante os anos de 1997 a 2014, as consequências do desmatamento na fragmentação da paisagem, a situação das reservas legais e das APPs em relação ao cumprimento da legislação, e a dinâmica do uso e cobertura da terra nos anos de 2008, 2010 e 2012. Tanto o PDS Nova Bonal, como o seu entorno estão inseridos no Projeto de Assentamento Dirigido Pedro Peixoto. Para essas análises foram utilizados dados de desmatamento obtidos do PRODES-INPE e do TerraClass-INPE. Os resultados desta análise indicam que não houve redução relevante na cobertura florestal dentro do PDS Nova Bonal no período de estudo. Ao contrário do observado no PDS Nova Bonal, quase metade da cobertura florestal nativa existente no entorno do PDS Nova Bonal foi desmatada entre 1997 a 2005. Como consequência do desmatamento, verificou-se aumento da fragmentação da vegetação nativa no entorno do PDS Nova Bonal. Observou-se também que a implantação oficial do PDS Nova Bonal no final de 2005 não contribuiu com o aumento nas taxas de desmatamento. Portanto, as propriedades do entorno do PDS Nova Bonal foram as que mais contribuíram com o desmatamento e fragmentação florestal na área de estudo.

**Palavras-chaves:** Assentamento, desmatamento, fragmentação.

### **2.2. INTRODUÇÃO**

O crescimento contínuo da população humana associado à busca pela sobrevivência ou pelo aumento dos rendimentos econômicos tem levado à conversão de áreas de florestas primárias em outros tipos de usos, resultando em uma série de mudanças no meio ambiente. Dentre elas, a fragmentação de habitats naturais, a degradação do solo, a contaminação dos mananciais, a perda da biodiversidade etc. Tais mudanças, por sua vez comprometem a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Na Amazônia, segundo Fearnside (1987, 2001), as causas do desmatamento acelerado são muitas e incluem a expansão da atividade pecuária, da agricultura de corte e queima, da extração madeireira (a maioria feita de forma ilegal e predatória) e da agricultura

comercial. No entanto, os atores e as forças que conduzem ao desmatamento variam em diferentes partes da região e ao longo do tempo (FEARNSIDE, 2006).

De acordo com Fearnside (2005), as maiores variações na taxa de desmatamento estão associadas com fatores macroeconômicos, tais como a disponibilidade de capital e o índice de inflação. Fato, que para Fearnside é um indicativo de que a maior parte do desmatamento é realizado por aqueles que investem em fazendas médias e grandes de criação de gado e em menor parte por pequenos fazendeiros que usam a força de trabalho; uma vez que os grandes latifundiários são mais sensíveis às mudanças econômicas, tais como taxas de juros e outros investimentos, subsídios governamentais para o crédito agrícola, índice de inflação e preço da terra.

No entanto, o próprio Fearnside admite que embora os pequenos fazendeiros sejam responsáveis por apenas cerca de 30% do desmatamento (FEARNSIDE, 1993), sua intensidade (impacto por quilômetro quadrado) dentro da área que eles ocupam é maior que a das médias e grandes fazendas, que detêm 89% da terra privada da Amazônia Legal.

Em uma pesquisa sobre a contribuição de assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia, feita a partir da análise de 15 % dos assentamentos federais do estado do Pará, verificou-se maior desmatamento nos assentamentos do que na área circundante. Porém, quando desconsideradas as áreas protegidas (unidades de conservação e terras indígenas), os resultados indicaram taxas médias anuais de desmatamento menores nos assentamentos em comparação com a área externa (CALANDINO, 2012).

A análise dos assentamentos criados na Amazônia Legal ao longo das décadas revela que projetos implantados mais recentemente apresentam menor taxa de desmatamento em comparação com os mais antigos. Os projetos implantados nos anos de 1990 detêm 32% do total da área atualmente ocupada pela reforma agrária na região. Enquanto, as áreas de reforma agrária criadas entre 2000 e 2011 representam 44% do total. No entanto, quando é analisada a participação do desmatamento na região, verifica-se que 57% do total do desflorestamento estão concentrados naqueles assentamentos implantados entre 1990 e 1999 (MDA, 2012).

Outro aspecto importante é que os assentamentos rurais, embora tenham uma lógica socioeconômica diferente da agricultura realizada em grande escala e dos outros modos de produção capitalista, respondem ao contexto socioeconômico ao qual se inserem, mantendo seus laços integradores com a sociedade englobante, tal como considerou Wanderley (2009), ao avaliar a agricultura familiar.

Desse modo, essas considerações só aumentam a complexidade da análise dos agentes indutores do desmatamento na Amazônia, uma vez o desmatamento varia com as particularidades de cada estado ou local. Por exemplo, no estado do Pará, o desmatamento em propriedades particulares está relacionado com fatores como grilagem de terras e especulação imobiliária (LOUREIRO e PINTO, 2005). Por outro lado, assentamentos localizados próximo à

grandes rodovias apresentam maior taxa de desmatamento (1982; NEPSTAD et al., 2006; BARNI et al., 2012).

Nesse sentido, este capítulo teve como objetivo avaliar a dinâmica do desmatamento e do uso e cobertura da terra nos limites do Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e do seu entorno; bem como os efeitos do desmatamento na fragmentação da paisagem e a efetividade do cumprimento do Código Florestal nas áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente (APPs).

## 2.3. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.3.1. Identificação e descrição da área de estudo

A área de estudo corresponde ao Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e o seu entorno. O primeiro fica localizado no município de Senador Guiomard e o segundo abrange cinco municípios, sendo eles: Senador Guiomard, Rio Branco, Acrelândia, Plácido de Castro e Porto Acre (Figura 2.1).

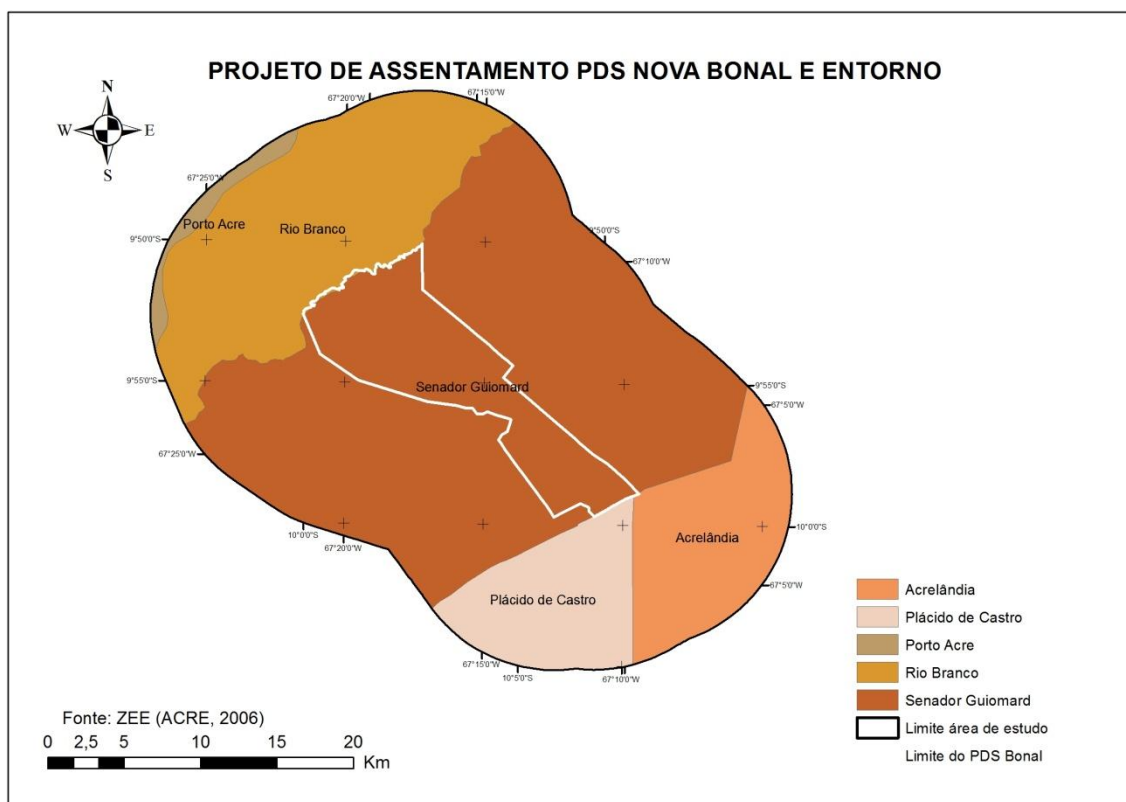


Figura 2.1. Localização do PDS Nova Bonal e do seu entorno.

O limite oficial do PDS Nova Bonal é de 10.447,8 ha, porém, nesse estudo está sendo considerada a área de 11.674,9 ha, que corresponde ao limite corrigido da área (arquivo vetorial) do Assentamento, produzido durante a elaboração do Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA). O limite do entorno foi estabelecido em 10 km de raio a partir do limite do Assentamento. Considerou-se a Resolução nº 13, de dezembro de 1990, que determina uma



área com um raio de 10 km ao redor das unidades de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas.

A área do entorno é de aproximadamente 91.799,3 ha e a área total do estudo de 103.474,2 ha. No entanto, essas áreas, assim como a área do Assentamento apresentam pequenas variações que acompanham os cálculos realizados nos mapas de desmatamento, uso e cobertura da terra, classes de solos e vegetação utilizados na pesquisa.

Ambos, Assentamento PDS Nova Bonal e o seu entorno, fazem parte do Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Pedro Peixoto, criado em 1977 por meio de desapropriação de terras para fins de reforma agrária. O PAD Pedro Peixoto é o maior projeto de assentamento do Estado do Acre e um marco da colonização oficial da Amazônia ao longo da BR-364 (ACRE, 2006).

### 2.3.2. Base de dados

As análises espaciais realizadas baseiam-se nos dados de desmatamento disponíveis no período de 1997, 2003, 2006, 2009, 2012 e 2014 obtidos do Programa de Monitoramento do Desmatamento – PRODES (INPE, 2015), em formato vetorial (*shapefile*); e dados de uso e cobertura da terra do período de 2008, 2010 e 2012 obtidos do Programa de Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra na Amazônia Legal Brasileira – TerraClass (INPE, 2015), também em formato vetorial.

Tabela 2.1. Características dos dados utilizados neste estudo

Dados	Descrição	Escala/Resolução	Formato	Data	Fonte
Imagem Geoye-1	Bandas 1 a 5	5 m	Tiff	2013 2014	MMA
Mapa de uso e cobertura da terra	Classes de uso *	1:100.000	Vetorial ( <i>shapefile</i> )	2008 2010 2012	INPE (TerraClasses)
Mapa de desmatamento	Desmatado/não desmatado	1:100.000	Vetorial ( <i>shapefile</i> )	1997 2003 2006 2009 2012 2014	INPE (PRODES)
Mapa hidrografia		1:100.000	Vetorial ( <i>shapefile</i> )	2006	ZEE/AC
Mapa nascentes		1.100:000			

\* Floresta, desflorestamento, hidrografia, mosaico de ocupações, outros, pasto com solo exposto, pasto limpo, pasto sujo, regeneração com pasto, vegetação secundária e área não observada.

Também foram utilizadas quatro cenas (1934522, 1934422, 1934423 do ano de 2013 e 1934523 de 2014) de uma imagem digital (Geoye-1) do Geo Catálogo cedidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em formato matricial, com resolução de 5 m; e dados da rede de

drenagem e de nascentes obtidos do ZEE do Estado do Acre (ACRE, 2006). O resumo das características da base de dados utilizada neste capítulo encontra-se na Tabela 2.1.

### **2.3.3. Processamento dos dados**

O aplicativo computacional utilizado para manipulação e geração dos resultados foi o software ArcMap®, que é a aplicação central do sistema ArcGIS®, versão 10.1. Para que os dados pudessem ser processados e analisados, primeiramente, os mesmos foram padronizados para o sistema de coordenadas UTM, zona 19S e sistema geodésico de referência Sul-Americano de 1969 (Datum SAD-69), que é um Datum planimétrico bastante utilizado no Brasil

### **2.3.4. Análise da acurácia da classificação do desmatamento e do uso e cobertura da terra**

Com a finalidade de avaliar a qualidade da classificação dos mapas de desmatamento do PRODES-INPE e dos mapas de uso e cobertura da terra do TerraClass-INPE, foi realizada a avaliação da acurácia dos mesmos por meio de uma matriz de confusão. A matriz de confusão é uma matriz quadrada com números definidos em linhas e colunas que expressam o número de pixels atribuídos a um tipo especial de cobertura em relação à cobertura real verificada (CONGALTON e MEAD, 1986).

Numa matriz de confusão, são considerados como referência ou “verdade” dados de campo ou imagens de alta resolução, os quais foram assumidos como referência de campo. Neste estudo a matriz de confusão foi estimada a partir de comparação com a imagem de alta resolução, cedidas do Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Foram aleatorizados 285 pontos na imagem de alta resolução utilizando a ferramenta do ArcGIS (*Create Random points*). Em seguida, foi feita a checagem das classes definidas pelo INPE sobre as imagens de alta resolução (referência). Os códigos de identificação das classes foram inseridos na matriz de confusão (ou matriz de erro), comparando a referência ou “verdade” e a classificação realizada pelo INPE. A partir dos resultados da matriz de confusão foi possível extrair a acurácia do produtor, o erro de omissão, a acurácia do usuário, o erro de comissão, a exatidão global e o coeficiente *Kappa*.

A exatidão do produtor é a razão entre o número de elementos classificados corretamente em uma determinada classe pelo número de elementos de referência amostrados para a mesma classe (LILLESAND e KIEFER, 1994). A exatidão do usuário é expressa pela razão do número de elementos distribuídos corretamente em uma classe pelo número total de elementos classificados na mesma (LILLESAND e KIEFER, 1994).

O Erro de comissão ( $E_c$ ) está relacionado com a exatidão do usuário, expressado por  $(1-E_c)$ , que corresponde à confiabilidade que o usuário tem quanto aos resultados da classificação. Já o Erro de omissão ( $E_o$ ) está relacionado com a exatidão do produtor, expressado por  $(1-E_o)$ , em que o produtor conhece como ocorreu o acerto da classificação dos

objetos (PIONTEKOWSKI et al., 2014). Ocorre erro de comissão quando uma área é abrangida numa classe à qual ela não pertence e erro de omissão ocorre quando uma área é excluída de uma classe à qual pertence (CONGALTON e GREEN, 2009).

A estimativa da acurácia é adquirida pela exatidão global, que é a razão entre a soma de todos os elementos amostrais classificados corretamente pelo número total de elementos (CONGALTON e GREEN, 2009). O índice *Kappa* considera a proporção de amostras corretamente classificadas correspondentes à razão entre a soma da diagonal principal da matriz de erros e a soma de todos os elementos dessa matriz, representadas pelo número total da amostra, tendo como referência o número total de classes (COHEN, 1960) conforme Equação 2.1.

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c (x_{i+} x_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^c (x_{i+} x_{+i})} \quad (2.1)$$

em que:

K = coeficiente *kappa*;

N = número total de pontos amostrados;

c = número total de classes;

X<sub>ii</sub> = valor na linha i e coluna;

x<sub>+i</sub> = total da coluna;

x<sub>i+</sub> = total da linha.

Em função do coeficiente *Kappa* (k) obtido define-se a qualidade da classificação temática, conforme apresentado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Classes do coeficiente *Kappa*

Coeficiente Kappa	Exatidão
< 0	Péssima
0-0,2	Ruim
0,21-0,4	Razoável
0,41-0,6	Moderada / boa
0,61-0,8	Muito boa
0,81-1,0	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

### 2.3.5. Avaliação da dinâmica do desmatamento e da situação das reservas legais

Objetivou-se identificar a dinâmica do desmatamento no PDS Nova Bonal e no entorno no período de 1997 a 2014 utilizando mapas de desmatamento disponibilizados pelo PRODES

(INPE, 2015). Com base nesses dados foi possível comparar a evolução do desmatamento no PDS e no entorno e avaliar a situação de ambos em relação às áreas de Reserva Legal.

A avaliação da área de Reserva Legal foi baseada no mapa de desmatamento de 2014 e na Lei nº 12.651 de 2012, que estabelece que todo imóvel rural localizado na Amazônia Legal, deve manter um percentual mínimo de 80 % de sua área coberta com vegetação nativa, quando situado em área de florestas, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente.

### **2.3.6. Avaliação do uso e cobertura da terra**

Para avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra foram utilizados mapas dos anos de 2008, 2010 e 2012 do TerraClass-INPE. Os mapas da área de estudo abrangeram onze classes de uso e cobertura da terra, descritas a seguir conforme considerações do INPE.

- Floresta
- Desmatamento
- Corpos de água
- Mosaico de ocupações: áreas representadas por uma associação de diversas modalidades de uso da terra e que devido à resolução espacial das imagens de satélite não é possível uma discriminação entre seus componentes. Nesta classe, a agricultura familiar é realizada de forma conjugada ao subsistema de pastagens para criação de gado.
- Outros: são áreas que não se enquadravam nas chaves de classificação e apresentavam um padrão de cobertura diferenciada de todas as classes do projeto, tais como afloramentos rochosos, praias fluviais, bancos de areia entre outros.
- Pasto com solo exposto: áreas que, após o corte raso da floresta e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, apresentam uma cobertura de pelo menos 50 % de solo exposto.
- Pasto limpo: áreas de pastagens em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea, e cobertura de espécies de gramíneas entre 90 % e 100 %.
- Pasto sujo: áreas de pastagens em processo produtivo com predomínio da vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 50 % e 80 %, associado à presença de vegetação arbustiva esparsa com cobertura entre 20 % e 50 %.
- Regeneração com pasto: áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, encontram-se no início do processo de regeneração da vegetação nativa, apresentando dominância de espécies arbustivas e pioneiras arbóreas. Áreas caracterizadas pela alta diversidade de espécies vegetais.

- Vegetação secundária (capoeira): áreas que, após a supressão total da vegetação florestal, encontram-se em processo avançado de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura ou agricultura permanente com uso de espécies nativas ou exóticas.
- Área não observada: áreas que tiveram sua interpretação impossibilitada pela presença de nuvens ou sombra de nuvens, no momento de passagem para aquisição das imagens de satélite, além das áreas recentemente queimadas.

### **2.3.7. Avaliação das Áreas de Preservação Permanente**

A delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) foi realizada em ambiente SIG, no módulo de edição do ArcMap®. Com base nos limites estabelecidos na Lei nº 12.651 de 2012 e nos mapas da rede de drenagem e das nascentes foram gerados os polígonos das APPs. Não foram considerados na análise a declividade e o relevo, visto que a área de estudo é relativamente plana, com predomínio de relevo suave ondulado.

De acordo com a Lei nº 12.651, os cursos d'água com largura inferior a 10 m, como é o caso dos Igarapés do Assentamento e do entorno, devem ter uma área de influência (APP) de 30 m em ambas as margens e para as nascentes ou olho d'água, ainda que intermitentes, um raio mínimo de 50 m de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte. Os corpos d'água lênticos (açudes), embora existentes, não foram identificados no mapa de hidrografia do ZEE do Estado do Acre (ACRE, 2006).

#### **2.3.7.1. Uso e cobertura da terra em APPs**

Foi feita a avaliação do uso e cobertura da terra no interior das APPs a partir da interseção dos mapas das APPs gerado no item anterior e do mapa de uso de 2012. A partir da sobreposição dos dois mapas foi possível verificar os usos antrópicos nas APPs do PDS Nova Bonal e no entorno.

### **2.3.8. Avaliação da dinâmica da fragmentação da vegetação**

A análise da configuração da paisagem e dos fragmentos de vegetação foi realizada por meio do *software* ArcView®, módulo *Patch Analysis* utilizando a extensão do aplicativo Fragstats. Este aplicativo foi desenvolvido para a análise de padrões espaciais para mapas categóricos, elaborado por Kevin McGarigal e Bárbara Marks da Universidade de Oregon, de utilização livre (MCGARIGAL e MARKS, 1995). O cálculo das métricas foi realizado utilizando dados de desmatamento de 1997, 2006 e 2014, em formato matricial.

Foram escolhidos parâmetros relativos à configuração da paisagem considerados de especial importância (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Métricas utilizadas e suas descrições

Métricas	Sigla	Descrição
Área total da paisagem (ha)	TA	Área total da paisagem.
Área da classe (ha)	CA	Soma das áreas de todos os fragmentos da classe.
Percentagem da paisagem (%)	ZLAND	Percentagem da classe na paisagem total.
Número de fragmentos (adimensional)	NumP	Soma do número total de fragmentos da classe.
Tamanho médio dos fragmentos (ha)	MPS	Tamanho médio dos fragmentos da classe.
Média das áreas de interior (nº core) (ha)	MCA	Média das áreas de interior dos fragmentos da classe.
Total das áreas de interior (nº core) (ha)	TCA	Soma das áreas de interior dos fragmentos da classe.
Índice de áreas de interior (%)	TCAI	Percentual de área de interior dos fragmentos da classe.
Índice de proximidade média (adimensional)	MPI	Medida do grau de isolamento e fragmentação (aumenta o isolamento com a diminuição do índice).
Distância média do vizinho mais próximo (m)	MNN	Medida de isolamento do fragmento (menor distância média entre os fragmentos).
Índice de forma média (adimensional)	MSI	Média do índice <i>shape</i> (índice de forma) para os fragmentos da classe.
Dimensão fractal de fragmento médio (adimensional)	MPFD	Mede a complexidade da forma dos fragmentos.
Dimensão fractal de fragmento médio ponderado pela área (adimensional)	AWMPFD	É a média do MPFD, ponderada pela área.
Total de bordas (m)	TE	Soma dos perímetros das bordas de todos os fragmentos da classe.
Densidade de bordas (m ha <sup>-1</sup> )	ED	Perímetro total das bordas dos fragmentos em relação à área da paisagem total.

## 2.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.4.1. Acurácia da classificação do desmatamento

Na avaliação da classificação do desmatamento feita pelo PRODES, obteve-se um índice de exatidão global de 80 % ou seja, dos 285 pontos selecionados para validação da classificação do desmatamento feita pelo PRODES, 227 pontos estavam corretos quando comparados com a imagem de alta resolução (Tabela 2.4). O índice de concordância *Kappa* foi de 57 %. Segundo Landis e Koch (1977), a classificação pode ser considerada “moderada a boa” (Tabela 2.2).

Tabela 2.4. Matriz de erros para análise da acurácia da classificação do PRODES

Checagem (imagem de alta resolução) – ano 2013	Classificação do PRODES – ano de 2014					
	Classes	Floresta	Desmatamento	Total	Acurácia do produtor	Erro de omissão
	Floresta	78	44	122	78/122 (64 %)	36 %
	Desmatamento	14	149	163	149/163 (91 %)	9 %
	Total	92	193	285		
	Acurácia do usuário	78/92 (85 %)	149/193 (77 %)		227/285 (80 %)	
	Erro de comissão	15 %	23 %			
	Kappa	57 %				
	Exatidão Global	80 %				

A análise da acurácia do produtor, medida que indica a probabilidade de um pixel de referência ter sido corretamente classificado (CONGALTON, 1991), revelou que 78 pontos (64 %) foram classificados corretamente na classe floresta e 149 pontos (91 %) na classe de desmatamento. O erro de omissão, que está associado à acurácia do produtor, indicou que a classe floresta foi subestimada em 36 % e a classe desmatamento em 9 %, ou seja, deixaram de ser classificados pelo PRODES como floresta 44 pontos e como desmatamento 14 pontos, identificados como “verdade” na imagem de alta resolução.

Na análise da acurácia do usuário, medida que indica a probabilidade de um pixel classificado no mapa representar a categoria no solo (CONGALTON, 1991), verificou-se que 84,8 % dos pontos classificados como floresta e 77 % classificados como desmatamento foram identificados no solo. O erro de comissão, que é associado à acurácia do usuário, indicou que a classe floresta foi superestimada em 15 % e a classe desmatamento em 23 %.

#### 2.4.2. Dinâmica do desmatamento

A análise dos dados do PRODES (Tabela 2.5) revelou que entre os anos de 1997 e 2014 foram desmatados aproximadamente 143,5 ha de floresta no PDS Nova Bonal e 24.927,4 ha no seu entorno. Observa-se (Figura 2.2) que nesse período não houve mudança perceptível no Assentamento, enquanto no seu entorno as principais mudanças ocorreram entre 1997 e 2006, com o aumento da fragmentação da vegetação.

Tabela 2.5. Histórico de desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno no período de 1997 a 2014

Ano	PDS Nova Bonal			Entorno		
	Floresta (ha)	%	Desmatamento (ha)	Floresta (ha)	%	Desmatamento (ha)
1997	10.029,6	85,9	1.645,3	49.619,8	54,1	42.179,53
2000	10.007,2	85,7	1.667,7	42.599,8	46,4	49.199,59
2001	10.002,0	85,7	1.672,8	39.218,2	42,7	52.581,17
2002	9.988,3	85,6	1.686,6	34.188,3	37,2	57.611,07
2003	9.982,0	85,5	1.692,9	32.102,8	35,0	59.696,54
2004	9.981,1	85,5	1.693,8	30.099,2	32,8	61.700,19
2005	9.975,4	85,4	1.699,5	26.952,8	29,4	64.846,51
2006	9.968,7	85,4	1.706,2	26.467,8	28,8	65.331,56
2007	9.958,1	85,3	1.716,8	25.977,6	28,3	65.821,79
2008	9.958,1	85,3	1.716,8	25.801,1	28,1	65.998,25
2009	9.940,2	85,1	1.734,7	25.554,6	27,8	66.244,75
2010	9.940,2	85,1	1.734,7	25.421,9	27,7	66.377,46
2011	9.928,0	85,0	1.746,9	25.196,5	27,4	66.602,81
2012	9.916,1	84,9	1.758,8	25.139,2	27,4	66.660,19
2013	9.896,9	84,8	1.778,0	24.895,9	27,1	66.903,50
2014	9.886,1	84,7	1.788,8	24.692,4	26,9	67.106,92
Área total		11.674,9 ha			91.799,3 ha	

Fonte: INPE/PRODES (2015).

Entre 1997 e 2005, quando a atual área do Assentamento ainda pertencia à fazenda Bonal, o percentual de vegetação arbórea passou de 85,9 % para 85,4 %, indicando um bom nível de preservação da floresta. Já no entorno, no mesmo período, devido à expansão agropecuária na região, o percentual de cobertura florestal passou de 54,1 % para 29,4 %, revelando uma alta taxa de desmatamento.



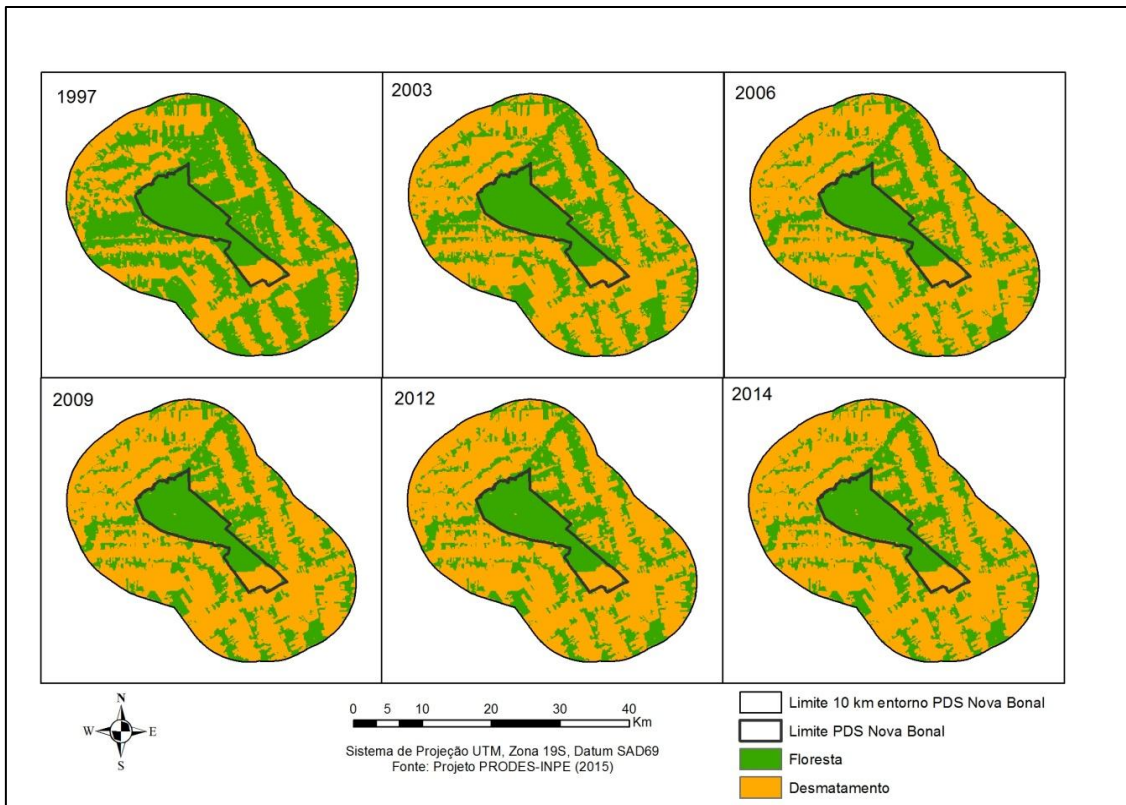


Figura 2.2. Dinâmica do desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno no período de 1997 a 2014.

A partir do início da ocupação da fazenda (final de 2005 e início de 2006) pelos atuais moradores do PDS Nova Bonal até 2014, foram observadas pequenas variações nas taxas de desmatamento. A cobertura florestal foi reduzida de 85,4 % para 84,7 %, indicando que mesmo depois da implantação do Assentamento, pouco da vegetação nativa foi desmatada. No mesmo período, o desmatamento acumulado no entorno do PDS Nova Bonal também foi baixo (Figura 2.3), passando o percentual de vegetação de 29,4 % para 26,9 %. Vale destacar que, no caso do entorno, a redução do desmatamento ocorreu em razão do baixo percentual de vegetação florestal remanescente, que já estava bem abaixo daquele estipulado no Código Florestal em vigor na época, ou seja, 50 % de cobertura preservada.

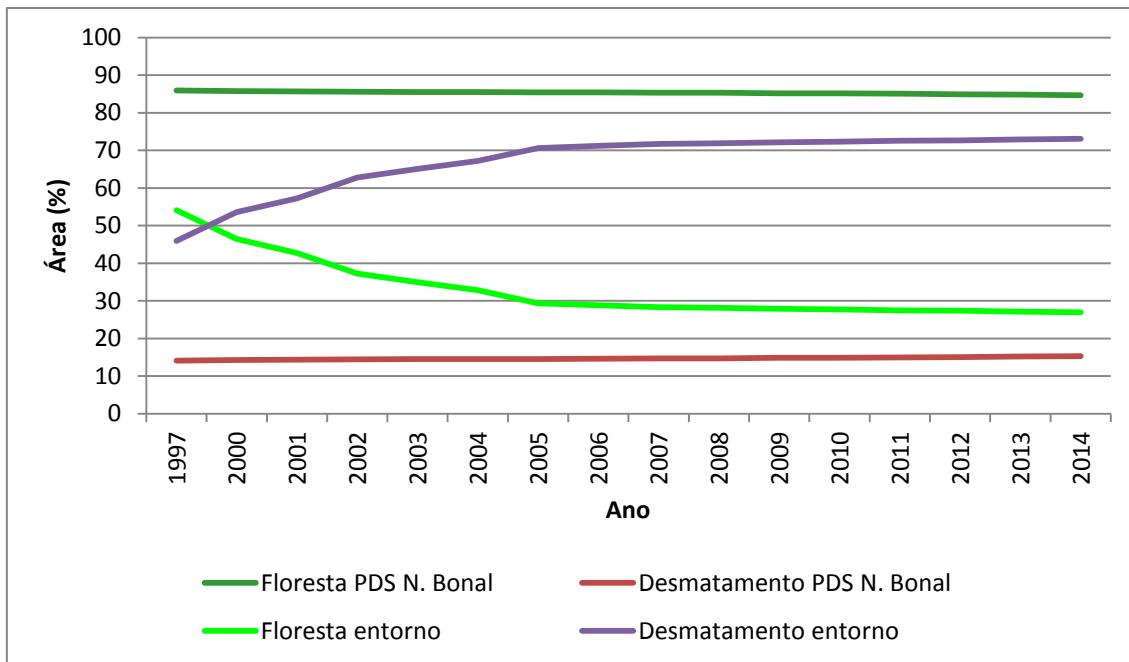


Figura 2.3. Comportamento da taxa de desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno entre 1997 e 2014.

A Figura 2.4 destaca a variação da taxa de desmatamento no período compreendido entre 1997 e 2014 no PDS Nova Bonal e no seu entorno. Percebe-se que a taxa de desmatamento no PDS permaneceu praticamente constante, enquanto no entorno houve vários picos de desmatamento (em 2001, 2002 e 2005).

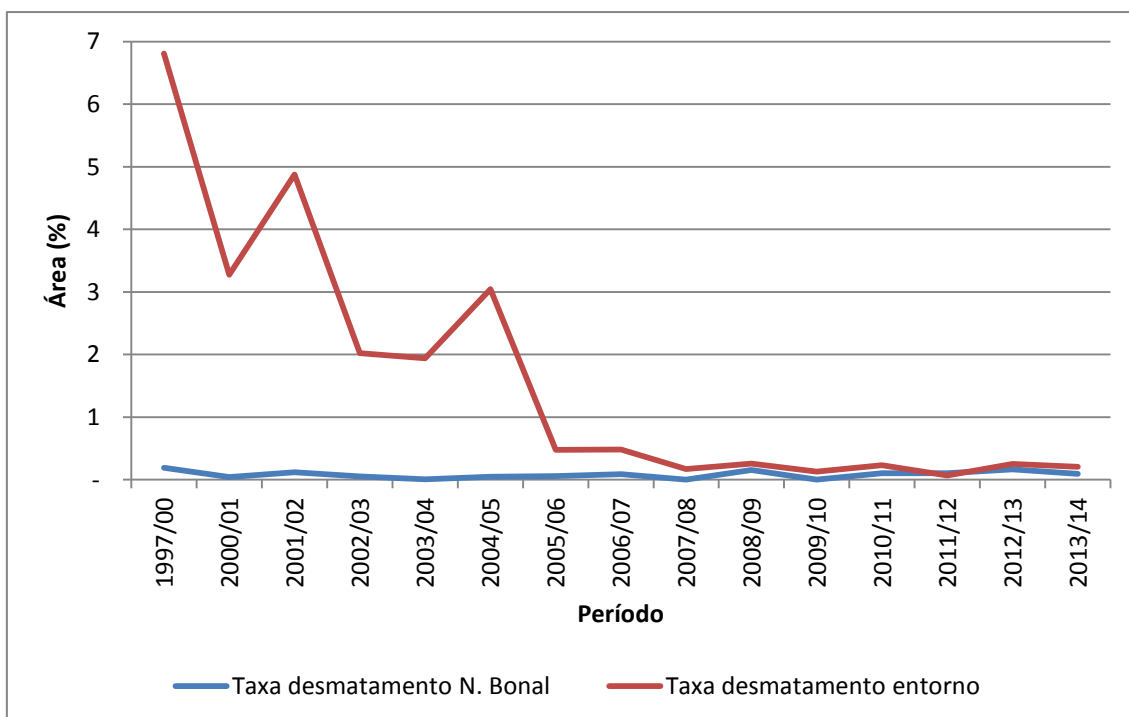


Figura 2.4. Taxas de desmatamento no PDS Nova Bonal e no seu entorno no período de 1997 e 2014.

Por fim, como resultado da avaliação da dinâmica do desmatamento, estimou-se 9.886,1 ha (84,7 %) de floresta remanescente no PDS Nova Bonal e 24.692,5 ha (26,9%) no seu entorno até 2014. Isto revela que o desmatamento foi substancialmente menor no PDS Nova Bonal do que nas propriedades rurais localizadas no seu entorno.

Este resultado reflete a destinação do uso do PDS Nova Bonal, criado para ser modelo de reforma agrária. Com base nas informações obtidas nos questionários e também na Superintendência Regional do INCRA do Estado do Acre (INCRA-SR/14), observou-se que os fatores determinantes para manutenção da floresta no PDS Nova Bonal foram a criação do Assentamento numa modalidade diferenciada, a condição ambiental anterior à criação do Assentamento e a atuação do INCRA na fiscalização para o cumprimento dos objetivos previstos na criação do projeto de assentamento

### 2.4.3. Reserva Legal

As áreas de Reserva Legal no PDS e no seu entorno são de aproximadamente 84,7 % e 26,9 %, respectivamente, conforme pode ser verificado na Tabela 2.6. Assumindo o estabelecido no Código florestal, que determina um percentual de Reserva Legal de 80 % nas propriedades localizadas na Amazônia brasileira, não existe passivo ambiental dentro do PDS Nova Bonal do ponto de vista de Reserva Legal. Já no entorno do PDS Nova Bonal, a maior parte da vegetação original foi convertida em outro tipo de uso. Portanto, é factível assumir que a maior parte das propriedades rurais localizadas nesta área de entorno está com passivos ambientais.

Tabela 2.6. Cobertura florestal no PDS Nova Bonal e no seu entorno em 2014

Local	Ano de 2014			
	Floresta	Desmatamento	Total	% Floresta
Assentamento	9.886,1	1.788,8	11.674,9	84,7
Entorno	24.692,4	67.106,9	91.799,3	26,9

Fonte: PRODES-INPE (2015).

### 2.4.4. Acurácia da classificação do uso e cobertura da terra.

Na avaliação da classificação do uso e cobertura da terra feita pelo TerraClass, obteve-se um índice de exatidão global de 76 %, ou seja, dos 285 pontos selecionados para validação da classificação do desmatamento feita pelo TerraClass, 216 pontos estavam corretos quando comparados com a imagem de alta resolução (Tabela 2.7). O índice de concordância *Kappa* foi de 61 %. Segundo Landis e Koch (1977), a classificação é moderada a boa (Tabela 2.2).

Tabela 2.7. Matriz de erros para análise da acurácia obtida na classificação do TerraClass

		Classificação do TerraClass - 2012								Acurácia Produtor	Erro de Omissão
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Checagem (imagem de alta resolução) - 2013	1	86	-	-	16	-	1	6	-	79 %	21 %
	2	1	1	-	-	-	-	-	-	50 %	50 %
	3	-	-	2	-	-	-	1	-	67 %	33 %
	4	8	-	-	113	5	-	2	2	87 %	13 %
	5	-	-	-	11	7	-	1	-	37 %	63 %
	6	1	-	-	3	1	2	-	-	29 %	71 %
	7	2	-	-	7	1	-	5	-	33 %	67 %
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0 %	0%
	Acurácia do Usuário	88 %	100 %	100 %	75 %	50 %	67 %	33 %	0 %	100 %	
	Erro de Comissão	12 %	0 %	0 %	25 %	50 %	33 %	67 %	100 %		
Kappa	61 %										
Exatidão Global	76 %										

Classes de uso e cobertura da terra: 1 - floresta, 2 - hidrografia, 3 - mosaico de ocupações, 4 - desmatamento, pasto limpo e pasto com solo exposto; 5 - pasto sujo, 6 - regeneração com pasto, 7 - vegetação secundária; 8 – área não observada.

A acurácia do produtor atingiu um valor de 79 % para classe floresta, 50 % para hidrografia; 67 % para mosaico de ocupações; 87 % para as classes desmatamento, pasto limpo e pasto com solo exposto (as três classes foram agrupada em uma única); 37 % para pasto sujo; 29 % para regeneração com pasto; 33 % para vegetação secundária; e 100 % para áreas não observadas.

A análise da acurácia do usuário atingiu um valor de 88 % para classe floresta, 100 % para hidrografia; 100 % para mosaico de ocupações; 75 % para as classes desmatamento, pasto limpo e pasto com solo exposto; 50 % para pasto sujo; 67 % para regeneração com pasto; 33 % para vegetação secundária; e 0 % para área não observada.

#### 2.4.5. Dinâmica do uso e cobertura da terra.

A evolução do uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no entorno pode ser verificada pelas mudanças do uso da terra na sequência de mapas apresentados nas Figuras 2.5, 2.6 e 2.7. Os detalhes das estimativas das mudanças de uso da terra estão apresentados na Tabela 2.8.



Figura 2.5. Uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no seu entorno em 2008.

Conforme já foi visto na avaliação do desmatamento, as principais mudanças do uso da terra ocorreram na região do entorno do Assentamento antes de 2008. Todavia, os mapas de 2008, 2010 e 2012 indicam substituição da cobertura natural por pastagens, que atingiu quase 58 mil ha ou aproximadamente 63 % da área total do entorno em 2012. Neste caso foi desconsiderada a área com vegetação secundária, que normalmente é originada de pastagens. Esse resultado é semelhante aos observados em outras áreas da Amazônia (MCCRACKEN et al., 1999; BATISTELLA, 2001; MERTENS et al., 2002; WATRIN et al., 2009) e evidencia a tendência geral de substituição de vegetação natural por pasto na região.



Figura 2.6. Uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no seu entorno em 2010.

Analisando os mapas de uso e cobertura da terra de 2008 e 2010 (Figuras 2.5 e 2.6), observa-se que pouco mudou de um período para outro. A mudança mais visível no PDS Nova Bonal foi a evolução de uma área de regeneração com pasto para vegetação secundária, próximo às agrovilas. No entorno, houve redução da área de regeneração com pasto e aumento da área com vegetação secundária na área do PDS Nova Bonal. Tais mudanças são verificadas com mais detalhes na Tabela 2.8, onde se observa redução da área com regeneração com pasto e aumento da área com vegetação secundária.



Tabela 2.8. Uso e ocupação da terra no PDS Nova Bonal e no seu entorno nos anos de 2008, 2010 e 2012

Uso e cobertura da terra	PDS Nova Bonal			Entorno		
	2008	2010	2012	2008	2010	2012
Floresta	9.946,9	9.929,6	9.906,1	26.035,9	25.675,3	25.385,5
Desmatamento	-	-	11,9	102,6	133,3	53,1
Corpos de água	5,9	5,9	5,9	3,8	3,8	3,8
Mosaico de ocupações	-	-	395,4	-	12,4	34,1
Outros	-	-	-	-	-	172,6
Pasto com solo exposto	-	-	-	-	-	398,4
Pasto limpo	92,3	101,3	117,1	52.293,1	52.821,8	50.014,3
Pasto sujo	14,3	32,7	51,6	877,8	952,4	6.200,7
Regeneração com pasto	1402,2	402,0	1,2	6.072,5	2.384,4	1.415,5
Vegetação secundária (capoeira)	213,3	1.199,1	1.185,7	6.875,0	8.712,7	8.076,4
Área não observada	-	3,5	-	-	1.564,4	506,5
<b>Total</b>	<b>11.674,9</b>			<b>92.260,9</b>		

Entre 2010 e 2012, a área com vegetação secundária, próximo às agrovilas foi alterada para mosaico de ocupações (Figura 2.7). No entorno as principais mudanças foram o aumento da área com pasto sujo e o surgimento de área com solo exposto (ver Tabela 2.8 para mais detalhes).

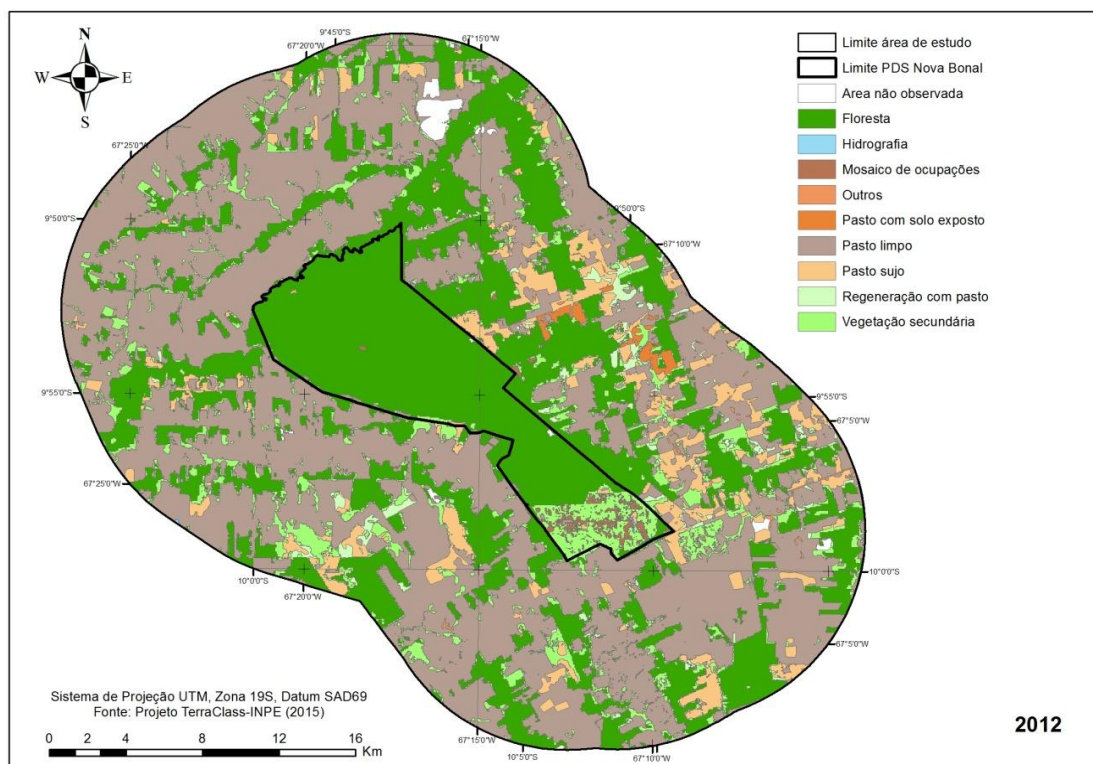


Figura 2.7. Uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no seu entorno em 2012.

As mudanças de uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal no período de 2008 a 2012 foram relativamente pequenas (Figura 2.7), principalmente considerando a extensão da área de floresta, que é mais passível de sofrer alterações.

#### 2.4.6. Área de Proteção Permanente

As Áreas de Proteção Permanente (APPs) localizadas ao longo dos corpos hídricos no Assentamento e no entorno incluem aproximadamente 627,2 ha e 3.745,8 ha, respectivamente (Tabela 2.9).

Tabela 2.9. Cobertura florestal nas APPs no PDS Nova Bonal e no seu entorno

APPs	PDS Nova Bonal		Entorno		Total ha
	ha	%	ha	%	
Floresta	542,3	86,5	1.278,1	34,1	1.820,5
Desmatamento	84,9	13,5	2.467,7	65,9	2.552,6
Total	627,2		3.745,8		4.373,0

De acordo com o novo Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012, as APPs são fundamentais na preservação dos recursos hídricos, na manutenção da biodiversidade e na conservação do solo, entre outras funções. Por isso, deveriam ser áreas protegidas cobertas por vegetação nativa. Entretanto, de acordo com a situação de uso e cobertura da terra observada em 2014 (Tabela 2.9), existia no PDS Nova Bonal até essa data, cerca de 86,5% das APPs preservadas enquanto no entorno apenas 34,1%.

##### 2.4.6.1. Uso e cobertura da terra em APPs

Os resultados da análise do uso da terra nas APPs estão apresentados na Tabela 2.10. No Assentamento, com exceção da floresta, a vegetação secundária ocupa a maior extensão das APPs. Os demais usos se dividem entre mosaico de ocupações, pasto limpo, pasto sujo e regeneração com pasto. Não foi possível definir o uso subsequente da terra nas áreas desmatadas em 2012.



Tabela 2.10. Uso e cobertura da terra nas APPs no PDS Nova Bonal e no seu entorno, em ha

Classe de uso	PDS Nova Bonal	Entorno	Total
Área não observada	-	3,9	3,9
Desflorestamento 2012	1,4	2,6	4,0
floresta	544,3	1.306,7	1.851,0
Hidrografia	-	1,6	1,6
Mosaico de ocupações	18	1,4	19,3
Outros	-	25,3	25,3
Pasto com solo exposto	-	9,7	9,7
Pasto limpo	6,2	1516,2	1.522,4
Pasto sujo	0,8	260,1	261,0
Regeneração com pasto	0,5	87,6	88,0
Vegetação secundária	56,3	529,4	585,7
Total	627,5	3.744,5	4.371,9

No entorno do PDS Nova Bonal, foi observado que os usos predominantes em APPs incluem: pasto limpo, que ocupa 1.516,2 ha; floresta com 1.306,7 ha; vegetação secundária, com 529,4 ha e; pasto sujo, com 260,1 ha. Os demais usos ocupam juntos menos de 200 ha.

#### **2.4.7. Dinâmica de fragmentação da vegetação**

Os resultados da análise da fragmentação da área de estudo estão resumidos na Tabela 2.11. As métricas revelam que na região do entorno do Assentamento ocorreu uma intensa modificação na paisagem durante o período de 1997 a 2014. Principalmente em comparação com o Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), que ainda mantém sua cobertura original relativamente bem preservada.

Tabela 2.11. Resultado do cálculo das métricas utilizadas na análise da fragmentação no PDS Nova Bonal e no seu entorno para os anos de 1997, 2006 e 2014

Métricas	PDS Nova Bonal			Entorno		
	1997	2006	2014	1997	2006	2014
TLA		11.674,1			91.796,2	
CA	10.029,2	9.968,0	9.885,8	49.598,9	26.444,1	24.667,3
ZLAND	85,9	85,4	84,7	54,0	28,8	26,9
NumP	14	14	20	69	216	293
MPS	716,4	712,0	494,3	718,8	122,4	84,2
TE	10.362,0	10.440,0	11.226,0	161.802,0	153.054,0	154.974,0
ED	0,89	0,89	0,96	1,76	1,67	1,69
MSI	1,48	1,44	1,43	2,07	1,70	1,60
MPFD	1,06	1,05	1,06	1,08	1,07	1,06
AWMPFD	1,09	1,09	1,10	1,19	1,17	1,16
TCA	9.815,4	9.747,7	9.649,5	45.539,0	22.601,8	20.856,0
TCAI	97,9	97,8	97,6	91,8	85,5	84,6
MCA	1.226,9	1.218,5	965,0	489,7	85,9	69,1
MPI	12.315,7	12.252,5	7.807,1	7.023,1	1.280,5	1.222,4
MNN	98,4	53,4	55,8	137,3	199,2	173,7

Nota: TLA: área total da paisagem (ha), CA: área total de todos os fragmentos de floresta (ha), ZLAND: percentagem de floresta, NumP: número de fragmentos de floresta, MPS: tamanho médio dos fragmentos (ha), TE: perímetro total de bordas (m), ED: densidade de bordas ( $m\ ha^{-1}$ ), MSI: índice de forma médio, MPFD: dimensão fractal média, AWMPFD: área média ponderada de forma fractal, TCA: total de área de interior (ha), TCAI: índice de área interior (%), MPI: índice de proximidade média; MNN: distância média do vizinho mais próximo (m); MPFD: dimensão fractal média; AWMPFD: área média ponderada de forma fractal.

#### 2.4.7.1. Métricas de área e tamanho

De acordo com a análise da cobertura florestal, a área total de todos os fragmentos remanescentes em ha (CA) e em % (ZLAND) indica que praticamente não houve redução na cobertura florestal no período de 1997 a 2014 na área atualmente pertencente ao PDS Nova Bonal. A área foi reduzida de 10.029,2 ha (85,9 %) para 9.885,8 ha (84,7 %). Já no entorno, houve redução de aproximadamente metade da vegetação, que passou de 49.598,9 ha (54,0 %) para 24.667,3 ha (26,9 %).

Como consequência direta do desmatamento, o número de fragmentos florestais (NumP) no entorno aumentou 425%, passando de 69 para 293 fragmentos no período de análise. No Assentamento, o surgimento de pequenos polígonos próximo às agrovilas (como por exemplo, um polígono de 0,005641 ha) contribuiu para aumentar o número de fragmentos de 14 para 20 no período de 2006 a 2014. Todavia, não foi observado fragmentação florestal na reserva coletiva do PDS Nova Bonal.

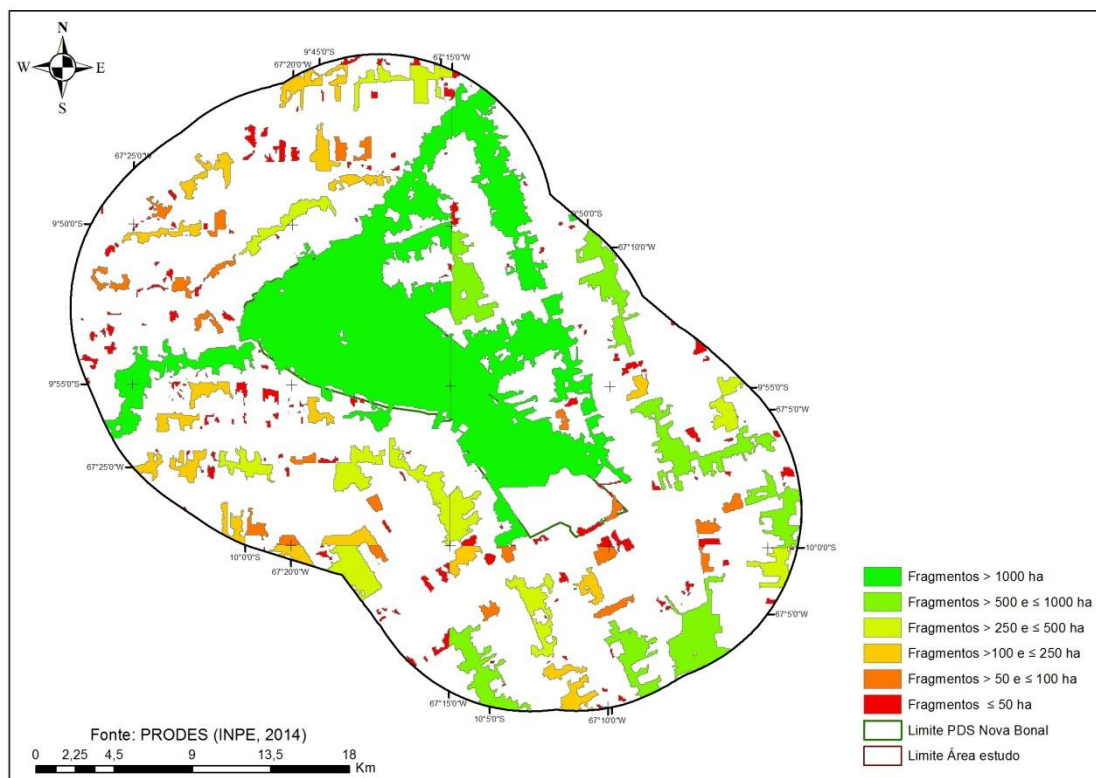


Figura 2.8. Tamanho dos fragmentos florestais no PDS Nova Bonal e no entorno em 2014.

O surgimento de pequenos polígonos próximo às agrovilas entre 2006 e 2014, embora em pequena extensão, contribuiu para aumentar o número de fragmentos e, conseqüentemente, reduziu expressivamente a área média (MPS) dos fragmentos no período. Assim, a área média dos fragmentos passou de 716,4 para 434,3 ha. Todavia, não houve alteração substancial no tamanho da reserva coletiva. No entorno do PDS Nova Bonal, a área média dos fragmentos passou de 718,8 ha em 1997 para 122,4 ha em 2006 e, finalmente, para 84,2 ha em 2014. Tal resultado indica uma intensa fragmentação na vegetação nativa nesta área de entorno (Figura 2.2 e Figura 2.8).

Como consequência, a redução do tamanho dos fragmentos causa a diminuição da biodiversidade do ambiente. Segundo Laurance e Vasconcelos (2009), em geral, fragmentos pequenos contêm uma menor riqueza de espécies como um todo, assim como uma menor densidade de espécies (número de espécies por unidade de área). Murcia (1995) cita como principal causa da perda da biodiversidade o efeito de borda, que afeta proporcionalmente mais os fragmentos menores.

#### 2.4.7.2. Métricas de bordas

Os efeitos de borda são conseqüências da fragmentação da vegetação. À medida que ocorre redução no tamanho dos fragmentos florestais aumentam as bordas, uma transição abrupta entre a floresta adjacente alterada, que tem uma série de efeitos que incluem alterações abióticas, na abundância das espécies e em processos ecológicos (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009).

No presente estudo, as métricas de borda analisadas incluíram o perímetro total de bordas (TE) e a densidade de bordas (ED). No PDS Nova Bonal, ambas variaram pouco, aumentando gradualmente entre 1997 e 2014. Em 1997, o perímetro total de bordas (TE) era de 10.362,0 m, em 2006 de 10.440,0 m e em 2014 de 11.226,0 m. Esses valores estão de acordo com as baixas taxas de desmatamento observadas no período.

No entorno do PDS Nova Bonal, em consequência de uma expressiva redução da vegetação nativa no período de 1997 a 2006, houve também redução do perímetro total de bordas dos fragmentos (TE). Neste caso, ficou evidente o aumento da área sujeita aos efeitos de borda no interior dos fragmentos florestais, já que em 1997 havia 161.802,0 m de bordas em 49.508,9 ha de floresta e em 2006 153.054,0 m em 26.444,1 ha. Resultados semelhantes foram obtidos por Costa (2013) e Fernandes (2015), em estudos realizados para avaliar a dinâmica do uso e cobertura da terra nos Estados de Rondônia e Sergipe, respectivamente.

Em relação à densidade de bordas (ED), uma métrica que considera a relação entre o perímetro total de bordas dos fragmentos (TE) e a área total da paisagem (TLA), foi verificada redução da densidade de bordas entre 1997 e 2006 no entorno do PDS Nova Bonal. Quando considerada a área total de todos os fragmentos de floresta (CA), verificou-se um aumento da área sujeita aos efeitos de borda no interior dos fragmentos.

Nesse caso, tanto o perímetro total de bordas dos fragmentos (TE) como a densidade de bordas (ED), revelou que houve aumento da área sujeita aos efeitos de borda no entorno do PDS Nova Bonal entre 1997 e 2014. Em contraste, enquanto o PDS Nova Bonal apresentou um perímetro total de bordas de 11.226 m em 9.885,8 ha de floresta, o seu entorno apresentou 154.974,0 m de bordas em 24.667,3 ha de floresta em 2014.

Contudo, vale observar que além da importância da quantidade total de bordas, é importante considerar que a distância na qual os efeitos de borda penetram o interior dos fragmentos varia bastante e a sua importância relativa vai depender também da forma do fragmento (LAURANCE e YENSEN, 1991).

#### 2.4.7.3. Métricas de forma

Diferentes formas de fragmentos podem ser encontradas na paisagem, desde formas curvilíneas, compactas ou alongadas e até arredondadas (FORMAN, 1995). No entanto, quanto mais circular a forma menor será a relação borda-área (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Nesta pesquisa, a análise da forma dos fragmentos foi feita utilizando o índice médio de forma (MSI), a dimensão fractal média do fragmento (MPFD) e a área ponderada média da dimensão fractal do fragmento (AWMPFD).

O índice de forma médio (MSI) expressa a forma média dos fragmentos da classe avaliada, em função da razão média perímetro/área de seus fragmentos. Os valores variam de 0 ao infinito, mas valores próximos de 1 indicam formas mais simples e regulares. No PDS Nova Bonal, praticamente não houve variação na forma média dos fragmentos ao longo do período de estudo.

No entorno do PDS Nova Bonal, observou-se que o índice diminuiu com o aumento do número de fragmentos, indicando uma menor irregularidade na forma dos fragmentos com a redução do tamanho, apesar do inverso ser a regra. Neste caso, é preciso considerar que os fragmentos maiores estão sob menor efeito de borda, já que quanto menor ou mais alongado for o fragmento, mais forte será o efeito de borda, pois a razão interior/margem diminui (PÉRICO et al., 2005).

Os valores da dimensão fractal (MPFD), que varia entre 1 e 2. No PDS Nova Bonal e no seu entorno foram observados valores de dimensões semelhantes e não variaram ao longo do período de estudo. Este resultado indica uma baixa complexidade de forma. Os resultados da área média ponderada da dimensão fractal (AWMPFD) também indicou comportamento semelhante ao MPFD. Este último índice, contudo, mostrou-se mais sensível à variação na forma dos fragmentos existentes no PDS Nova Bonal e no seu entorno do que o MPFD.

#### 2.4.7.4. Métricas de área de interior

Os valores da área de interior média (MCA) e da área de interior total (TCA) diminuíram com o aumento da fragmentação tanto no Assentamento como no entorno. No PDS Nova Bonal, a variação da área de interior total (TCA) ao longo dos anos foi gradativa, porém a área de interior média (MCA) apresentou uma redução maior de 2006 para 2014, devido o aparecimento de pequenos fragmentos próximo às agrovilas.

No entorno do PDS Nova Bonal, ambas as medidas sofreram redução expressiva no período de estudo. Em 2014, enquanto a média da área de interior no PDS Nova Bonal foi estimada em 965,0 ha, no seu entorno foi de 69,1 ha, a despeito da sua maior área. O percentual de área de interior dos fragmentos (TCAI) apresentou o mesmo comportamento que a área de interior total no PDS Nova Bonal e no entorno. Porém, o MCA revelou maior discrepância entre as áreas de interior do PDS Nova Bonal e do seu entorno.

#### 2.4.7.5. Métricas de proximidade

A proximidade de fragmentos foi analisada utilizando o índice de proximidade média (MPI) e a distância média do vizinho mais próximo (MNN). A diminuição do índice de proximidade (MPI) indica um aumento do isolamento entre os fragmentos. Foi verificado, tanto no PDS como no entorno um aumento do isolamento entre os fragmentos com o aumento do desmatamento. No PDS, observou-se que houve uma redução brusca no valor do MPI entre 2006 e 2014, passando de 12.252,5 para 7.807,1. Tal alteração coincide com o aumento no número dos pequenos fragmentos (praticamente imperceptíveis), verificado no mesmo período.

A distância média do vizinho mais próximo (MNN) passou de 98,4 m em 1997 para 53,4 m em 2006 no PDS Nova Bonal. Este resultado indica uma possível variação qualitativa durante os seis anos que separa as duas avaliações, como exemplo, o aumento da cobertura florestal nativa em pontos específicos da paisagem. Já entre 2006 e 2014, foi observado um

aumento no valor de MNN, o que era esperado considerando o aumento do número de fragmentos.

No entorno do PDS Nova Bonal, devido à expressiva redução da vegetação (Tabela 2.5) verificada entre 1997 e 2006, a distância entre os vizinhos mais próximos aumentou de 137,3 m para 199,2 m. Apesar da contínua supressão da vegetação observada nesta área entre 2006 e 2011, houve redução no valor de MNN. Tal redução pode ter sido consequência das variações no número e tamanho dos fragmentos, observadas no referido período de análise.

Segundo Laurance e Vasconcelos (2009), o isolamento dos fragmentos pode alterar processos ecológicos, como por exemplo, a taxa de polinização de plantas. Powell e Powell (1987) observaram na Amazônia central uma redução na taxa de visitas por abelhas *Euglossinae* logo após o isolamento dos fragmentos. O grau de isolamento entre fragmentos afeta diretamente a qualidade do mesmo, por afetar a movimentação e a dispersão das espécies.

## **2.5. CONCLUSÕES**

As taxas de desmatamento na área atualmente pertencente ao PDS Nova Bonal apresentaram pouca variação entre 1997 e 2014. Também não foi verificado aumento substancial do desmatamento com a criação do PDS Nova Bonal no final de 2005. Em todo o período de estudo foi verificado o desmatamento de 143,5 ha de florestas nativas. No entorno do PDS Nova Bonal, verificou-se o desmatamento de metade da vegetação original da área, substituída em sua maioria por pastagens. Isto revela que o modelo tradicional de colonização das terras teve uma maior participação no desmatamento na região e período de estudo.

O desmatamento verificado no PDS Nova Bonal não provocou mudanças expressivas na vegetação nativa existente. No seu entorno, entretanto, as principais mudanças foram o aumento no número de fragmentos remanescentes com a consequente redução da área dos mesmos e o aumento da área sujeita aos efeitos de borda, bem como a redução da área de interior. Tais alterações nas métricas da paisagem indicam que a área do entorno teve maior impacto ambiental, incluindo perda de potenciais serviços ecossistêmicos.

As alterações do uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal foram pouco expressivas. No entorno do PDS Nova Bonal, os resultados indicam um processo intensivo de pecuarização, especialmente ocorridos antes de 2006. Isto é uma grande preocupação ambiental atual e futura, pois a pecuária, nos moldes praticados na Amazônia brasileira, é uma atividade que demanda grandes extensões de terras e que ameaça a destruição dos remanescentes florestais na região.

Do ponto de vista da legislação ambiental, o PDS Nova Bonal parece atender as determinações do Código florestal em relação à Reserva Legal, visto que 84,7% da área estão cobertos com vegetação original, enquanto que no seu entorno apenas 26,9% da área estão

cobertos com vegetação nativa. Em relação às Áreas de Preservação Permanente, 86,5% e 34,1% estão preservados no PDS Nova Bonal e no seu entorno, respectivamente.

### 3. ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLOS

#### 3.1. RESUMO

A erosão laminar é uma das principais causas da degradação dos solos e dos recursos hídricos. O carreamento de partículas diminui a capacidade produtiva dos solos e causa poluição dos mananciais. Entre os fatores relacionados com a perda de solos, a retirada da cobertura vegetal pela mudança de uso da terra é considerada o principal fator de degradação ambiental e perda de serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, essa pesquisa estimou a perda de solos no Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e na região do seu entorno utilizando a Equação Universal da Perda de Solos (EUPS). Os resultados indicam que a perda de solos variou de 0 a 66,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 0 a 20,4 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o entorno e para o PDS Nova Bonal, respectivamente. Verificou-se também que em 98% da área do PDS Nova Bonal e 80% do seu entorno apresentaram valores de perda de solos menores que 1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Neste estudo, os fatores que mais influenciaram a variação dos valores da erosão laminar foram as condições de relevo e o tipo de uso e cobertura da terra.

**Palavras-chaves:** cobertura florestal, degradação dos solos, poluição dos recursos hídricos.

#### 3.2. INTRODUÇÃO

A erosão é uma das principais causas de degradação dos solos e dos recursos hídricos. Segundo Stallings (1957), a erosão é o agente mais comum de destruição dos solos. Os autores destacam que a erosão causa a redução da capacidade de infiltração e retenção de água no solo, reduz o acúmulo de matéria orgânica e a fertilidade do solo; e como consequência de todos esses fatores diminui a capacidade produtiva das terras cultivadas.

A erosão pode ocorrer de forma lenta, como resultado de processos naturais de nivelamento da superfície da terra, ou de forma acelerada, geralmente resultante da interferência antrópica (GALDINO, 2012). Quando resultante da ação dos ventos é denominada de erosão eólica e quando resultante da ação da chuva é denominada de erosão hídrica.

Segundo Wischmeier e Smith (1978), na erosão hídrica quatro fatores são considerados determinantes no processo: o clima, notadamente a precipitação pluviométrica; a resistência do solo à desagregação; a topografia, particularmente o grau de declive e o comprimento de rampa; e a cobertura do solo. Desses fatores, a cobertura do solo assume um importante papel no controle da erosão, uma vez que pode ser facilmente manejada.

A vegetação funciona como uma proteção natural dos solos e dos recursos hídricos. A sua retirada expõe o solo ao impacto das gotas de água sobre a sua superfície, provocando a desagregação e o transporte de partículas de solo, assim como a redução da taxa de infiltração e consequente escoamento superficial. As partículas carregadas, juntamente com nutrientes e pesticidas, ao atingirem os cursos d'água, podem causar o assoreamento do leito de rios e barragens e a eutrofização dos mananciais d'água (HERNANI et al., 1999; GALDINO, 2006).



Os efeitos desses processos são as inundações e poluição de mananciais, piorando, conseqüentemente, a qualidade da água e aumentando os custos sociais para o seu tratamento, para a despoluição de rios e para a recuperação de estradas (HERNANI et al., 1999)

Em uma região florestada em área acidentada da Serra do Mar, onde a pluviosidade pode alcançar os 3.000 mm ano<sup>-1</sup>, os índices de erosão foram proporcionalmente menores do que em outra área do oeste paulista onde predominam pastagens tradicionais, a área é caracterizada por colinas suaves e pluviosidade inferior a 1.500 mm (SANT'ANNA NETO, 1995)

Nesse contexto, a conservação dos solos torna-se essencial para manutenção da qualidade da água. Na gestão ambiental, o uso de modelos matemáticos na predição da erosão constitui-se em uma importante ferramenta. A Equação Universal de Perdas de Solo - EUPS (*Universal Soil Loss Equation* - USLE) é um dos modelos mais conhecidos e utilizados. Foi desenvolvido por Wischmeier e Smith (1978) e outros pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS), do Serviço de Conservação do Solo (SCS) e da Universidade de Purdue.

A USLE é uma equação empírica utilizada para estimar a erosão média anual entressulcos e em pequenos sulcos em função dos seguintes fatores: clima (erosividade da chuva), solo (erodibilidade), topografia (comprimento de rampa e declividade da vertente) e uso e manejo da cultura (NEARING et al., 1990). O modelo foi adaptado para o uso no Brasil, sendo conhecido por Equação Universal de Perda de Solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012).

Assim, este trabalho teve como objetivo estimar a perda de solo no PDS Nova Bonal e no entorno utilizando a Equação Universal de Perda de solo, identificando também os principais fatores envolvidos no processo erosivo dos solos. Os resultados das estimativas de perda de solos foram utilizados no presente estudo como indicador de sustentabilidade ambiental do PDS Nova Bonal e seu entorno.

### **3.3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.3.1. Identificação e descrição da área de estudo**

A área de estudo corresponde à área do Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e à região do seu entorno (10 km de raio a partir do limite do Assentamento). Ambos estão inseridos no Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Pedro Peixoto. O PDS Nova Bonal possui área de 11.674,9 ha e o seu entorno de 91.799,3 ha, totalizando 103.474,2 ha. A descrição detalhada do PDS Nova Bonal encontra-se no Capítulo um e do entorno no Capítulo dois desta tese.

### 3.3.2. Base de dados

Na análise da perda de solos foram utilizados: o mapa de solos do ZEE do Estado do Acre (ACRE, 2006); o mapa de uso e cobertura da terra de 2012 (INPE, 2015); o Modelo Digital de Elevação (MDE) (ASTER GDEM, 2015); dados de precipitação pluviométrica dos anos de 1980 a 2011, obtidos da estação meteorológica de Rio Branco; e dados do fator erodibilidade do solo (K) e fator uso e manejo do solo (C), obtidos na literatura.

O mapa temático que mostra a altimetria foi obtido do METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) e NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). O mapa com a declividade da área foi elaborado com base nas imagens de radar ASTER GDEM, disponibilizadas pelo METI e NASA para todo o mundo, em resolução espacial de 30 x 30 m, na rede mundial de computadores (*internet*). Os dados obtidos pelo imageamento da missão ASTER GDEM geraram imagens com dados denominados Modelos Digitais de Terreno (*“Global Digital Elevation Model”*). Tais imagens foram utilizadas para produzir mapas de declividade, direção de fluxo, acumulação de fluxo, utilizando o Sistema Geográfico de Informações ArcGIS®. As imagens ASTER GDEM obtidas da *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) e *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) (METI-NASA, 2015).

### 3.3.3. Cálculo da perda de solos

A estimativa da perda de solo foi feita utilizando a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS). A EUPS consiste de um modelo multiplicativo simples, cujo produto de seis fatores corresponde à perda média anual de solo, expressa em massa por unidade de área por tempo, de acordo com a Equação 3.1 (WISCHMEIER e SMITTH, 1978).

$$A = R K L S C P \quad (3.1)$$

em que:

A = perda de solo média anual ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );

R = erosividade da chuva e da enxurrada ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ );

K = erodibilidade do solo ( $t \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ );

L = comprimento de rampa;

S = declividade de rampa;

C = uso e manejo do solo; e

P = práticas conservacionistas.

Cada fator ou variável da equação foi gerado no formato matricial (*raster*), conforme descrito a seguir.

### 3.3.3.1. Erosividade da chuva (R)

O fator erosividade da chuva (R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção (BERTONI e NETO, 2012). Para a obtenção do fator erosividade, foi utilizado o índice de erosão proposto por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) (Equação 3.2.) e dados pluviométricos dos anos de 1980 a 2011, obtidos da estação meteorológica localizada em Rio Branco-AC. Optou-se por utilizar dados de apenas uma estação porque as demais estações meteorológicas estão localizadas a grande distância da área de trabalho e, por isso, seus dados prejudicariam o processo de interpolação.

$$EI_{30} = 67,35 \left( \frac{r^2}{p} \right)^2 \quad (3.2)$$

Em que:

$EI_{30}$  = média mensal do índice de erosividade, em MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>;

r = média dos totais mensais de precipitação, em mm;

p = média dos totais anuais de precipitação, em mm.

O  $EI_{30}$  ou índice de erosão é o produto da energia cinética total da chuva em MJ ha<sup>-1</sup> e a intensidade máxima da chuva em 30 minutos, em mm h<sup>-1</sup>. Esse produto representa um termo de interação que mede o efeito de como a erosão por impacto, o salpico e a turbulência se combinam com a enxurrada para transportar as partículas de solo desprendidas (LOMBARDI e NETO, 2012).

De acordo com Wischmeier e Smith (1978), para se obter um fator R confiável, estima-se que seriam necessários pelo menos 20 anos de coleta de dados para uma área de estudo. Contudo, vários trabalhos sobre erosividade têm sido realizados em condições brasileiras, utilizando um número de anos inferior ao ideal, em função da dificuldade de obtenção da base de dados de pluviosidade (MORAIS et al., 1991; BERTOL, 1993; GONÇALVES et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2009).

O fator erosividade da chuva e da enxurrada (R) foi estimado a partir da seguinte Equação:

$$R = \frac{EI_{30}}{100} \quad (3.3)$$

### 3.3.3.2. Erodibilidade do solo (K)

A erodibilidade do solo é tida como a maior ou menor susceptibilidade que um solo tem, em condições iguais de chuvas, vegetação, manejo e declividade, de sofrer erosão (CORREA et al., 2012). Para o cálculo da erodibilidade do solo é necessário definir as classes

de solos existentes na área de estudo para então calcular o fator K correspondente a cada classe. O fator K pode ser determinado pelo método direto, através de coletores de sedimentos e água de chuvas naturais ou simuladas, instalados em parcelas fixas; ou estimado indiretamente a partir de equações, que utilizam dados de análises granulométricas e teores de matéria orgânica (MACEDO et al., 2010).

Neste estudo, os valores numéricos do fator K foram obtidos na literatura (Tabela 3.1) de acordo com as classes identificadas no mapa de solos (Figura 5.2, Capítulo cinco). Os valores do fator K foram inseridos na tabela de atributos do mapa de solos em formato vetorial no *software* ArcGIS®, onde foram convertidos para o formato *raster*, para depois serem utilizados no cálculo da EUPS. Paralelamente foi gerado um mapa com a espacialização do fator K, apresentando a distribuição espacial da variação da susceptibilidade à erosão na área de estudo.

Tabela 3.1. Valores do fator erodibilidade do solo (K) correspondentes às classes de solos identificadas na área de estudo

Classes de solos	Erodibilidade (K) (t h MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )
GXa2: Gleissolo Háplico alumínico, Neossolo Flúvico Td Distrófico	0,031
LAd1: Latossolo Amarelo Distrófico	0,054
LAd3: Latossolo Amarelo Distrófico argissólico, Latossolo Vermelho Distrófico	0,035
PVd10: Argissolo Vermelho Distrófico Cambissolo Háplico alumínico	0,025
PVd2: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico	0,034
PVd3: Argissolo Vermelho Distrófico abruptico, Cambissolo Háplico alumínico	0,025
PVd5: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, Lassolo Vermelho Amarelo distrófico	0,024
PVd7: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, Alissolo Crômico argilúvico típico	0,030

Fontes: Batalha (2006), Mannigel et al. (2002), Bertoni e Lombardi Neto (1975).

Optou-se por utilizar o mapa de solos elaborado no contexto do ZEE do Estado do Acre, ao invés do mapa produzido durante a elaboração do Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA), que é um mapa com maior nível de detalhes, pelo fato do primeiro abranger toda a área de estudo, incluindo os limites do entorno.

### 3.3.3.3. Comprimento de rampa (L) e declividade de rampa (S)

Na EUPS, o fator L corresponde ao comprimento de rampa e o fator S à declividade de rampa, que são considerados conjuntamente como fator topográfico ou fator LS. Quanto maior o comprimento de rampa (L) maior tenderá ser a velocidade do escoamento superficial. Da mesma forma, o volume e a velocidade das enxurradas estão diretamente relacionadas ao grau de declividade do terreno (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012).

Para o cálculo do fator LS, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) (ASTER GDEM, 2015). Inicialmente foi estimada a declividade (pixel a pixel) na área de estudo utilizando o comando *slope* do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS® sobre a imagem GDEM. As imagens GDEM foram utilizadas para calcular a direção e a acumulação do fluxo de água no relevo da área estudada. Para isso, foi utilizado o comando *flowdirection* ou direção do fluxo de águas para o cálculo da direção do fluxo de águas no relevo da área de estudo. Em seguida, aplicando o comando *flowaccumulation* ou acumulação do fluxo de águas, os dados da direção do fluxo foram utilizados para estimar a acumulação do fluxo de água no relevo da área estudada.

Por fim, os dados de declividade e da acumulação do fluxo de água foram utilizados nesta análise para estimar os fatores L e S (comprimento de rampa e grau de declividade, respectivamente) da EUPS. Assim, comprimento de rampa (L) e grau de inclinação (S) das encostas foram estimados (pixel a pixel) em toda extensão da área de estudo utilizando a ferramenta Map Algebra disponível no ArcMap a partir da Equação 3.4 (MOORE e BURCH, 1986).

$$LS = \left( \frac{\text{fluxo acumulado} \times \text{tamanho da célula}}{22,13} \right)^{0,4} \times \left( \frac{\text{seno (declividade)}}{0,0896} \right)^{1,3} \quad (3.4)$$

Em que:

LS = o produto do fator L e o fator S;

Fluxo acumulado = o acúmulo de fluxo;

Tamanho da célula = o tamanho da célula do modelo digital de elevação (MDE); e

Declividade = a declividade em radianos, calculada para cada pixel.

#### 3.3.3.4. Uso e manejo do solo (C)

O fator uso e manejo do solo (C) é a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto e cultivado. Por exemplo, em uma área continuamente descoberta, as perdas de solo podem ser estimadas pelo produto dos termos R, K, L e S da equação de perdas de solo, mas se a área estiver cultivada, as perdas serão reduzidas devido à proteção que a cobertura oferece ao solo, considerando também o manejo do solo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012).

As práticas conservacionista (P) para a redução da erosão laminar dos solos não foram consideradas neste estudo. Assumiu-se que na região estudada não são adotadas de forma intensiva as práticas de conservação e, portanto, o valor de P é igual a um. Os valores numéricos do fator C foram obtidos na literatura (Tabela 3.2) para cada classe identificada no mapa de uso e cobertura da terra (Figura 5.2., Capítulo cinco). Os valores do fator C foram

inseridos na tabela de atributos do mapa vetorial em formato *shapefile*, que foram convertidos para o formato *raster*, para depois serem utilizados no cálculo da EUPS. Paralelamente foi gerado um mapa da área de estudo com a espacialização do fator C, onde podem ser visualizados os locais com maior ou menor susceptibilidade à erosão, considerando apenas o tipo de uso e cobertura da terra.

Tabela 3.2. Valores do fator uso e manejo (C) das classes de uso e cobertura da terra identificadas na área de estudo

Categoria	Fator C
Desflorestamento	0,07
Floresta	0,001
Hidrografia	0,00
Mosaico de ocupações	0,25
Outros	0,001
Pasto com solo exposto	0,5
Pasto limpo	0,2
Pasto sujo	0,05
Regeneração com pasto	0,05
Vegetação secundária	0,005

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1975) e valores estimados.

Quanto mais altos os valores de C, menos sustentável é o uso e manejo do solo. Da mesma forma, locais onde o valor de C é zero, assume-se que não há risco de erosão considerando apenas esta variável.

### 3.3.3.5. Cálculo da perda de solo (A) segundo a EUPS

Por fim, a EUPS foi calculada utilizando todos os fatores mencionados da perda de solo da área do Assentamento e entorno, a partir da Equação 3.1. A Equação foi implementada com a ferramenta *Spacial Analyst > Raster Calculator*.

Assumiu-se também que os valores para a perda de solos (A) em processos de erosão laminar é limitado a no máximo  $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Valores acima de  $100 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  caracterizam processos de voçorocas ou de ravinas, eventos para os quais a EUPS não apresenta resultados coerentes. Outro aspecto aqui considerado foram as áreas de deposição, formadas em terrenos côncavos (Figura 3.1.B). Neste caso, assumiu-se erosão igual a zero. Em outras áreas de terrenos convexos e lineares (Figura 3.1.A e C), os valores da EUPS foram adotados. Dessa forma, áreas com concavidades estimadas acima de 0,2 foram consideradas áreas de deposição, assumindo-se, portanto, uma perda de solo nula.

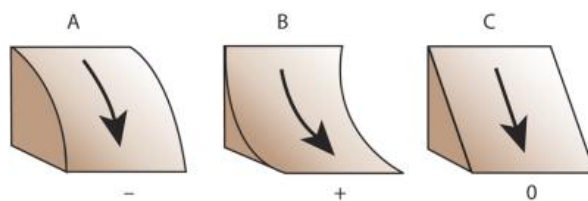


Figura 3.1. Perfil de curvatura. Fonte: ESRI (2015)

### 3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.4.1. Erosividade da chuva (R)

Foi utilizado um valor de  $EI_{30}$  (Índice de Erosão) para toda a área de estudo, devido à escassez de dados de pluviosidade, tanto em quantidade como em qualidade. Assim, foi utilizada uma única série histórica para toda a área, obtendo-se o valor de  $15.688 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . Esse valor pode ser considerado alto em comparação com os valores obtidos em trabalhos realizados na região nordeste e sudeste, como por exemplo, de  $6.328 \text{ MJ mm h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  no Ceará (LOPES et al., 2011);  $7.389,22 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  numa bacia localizada entre Goiás e Minas Gerais (CABRAL et al., 2005);  $7.000$  a  $9.000 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  em Ipeúna, SP (CORREA e PINTO, 2012) e  $6.273 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  em Piracicaba.

No entanto, na Amazônia, foram verificados valores do  $EI_{30}$  semelhantes ao do presente trabalho. Em um estudo realizado na Flona Nacional dos Tapajós, no estado do Pará, foram obtidos valores máximos e mínimos de erosividade de  $14.328,3$  e  $5.543,4 \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  em Santarém;  $14.620,2$  e  $5.830,9 \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  em Belterra; e  $15.251,3$  e  $7.851,6 \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  em Rurópolis (BARBOSA et al., 2013). Em outro trabalho realizado na Serra do Tepequém em Roraima, foram testadas duas equações no cálculo da erosividade, obtendo-se valores de  $11.438,9 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e  $16.697,9 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (ALMEIDA et al., 2009).

#### 3.4.2. Erodibilidade do solo (K)

A erodibilidade do solo variou de  $0,024$  a  $0,054$  na área de estudo (Figura 3.2). A média foi de  $0,029$ , sendo verificada menor média no entorno em comparação com o PDS Nova Bonal (Tabela 3.3). No entorno do PDS Nova Bonal, a classe de solo predominante ( $39,4 \%$ ), o Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (PVd5) é a que apresenta a menor erodibilidade da área de estudo. Considerando que no entorno predomina o uso de pastagens, esse é um aspecto positivo. O fator erodibilidade do solo, entretanto, exerça uma menor influência nos processos erosivos na região. Esta característica será melhor discutida adiante.

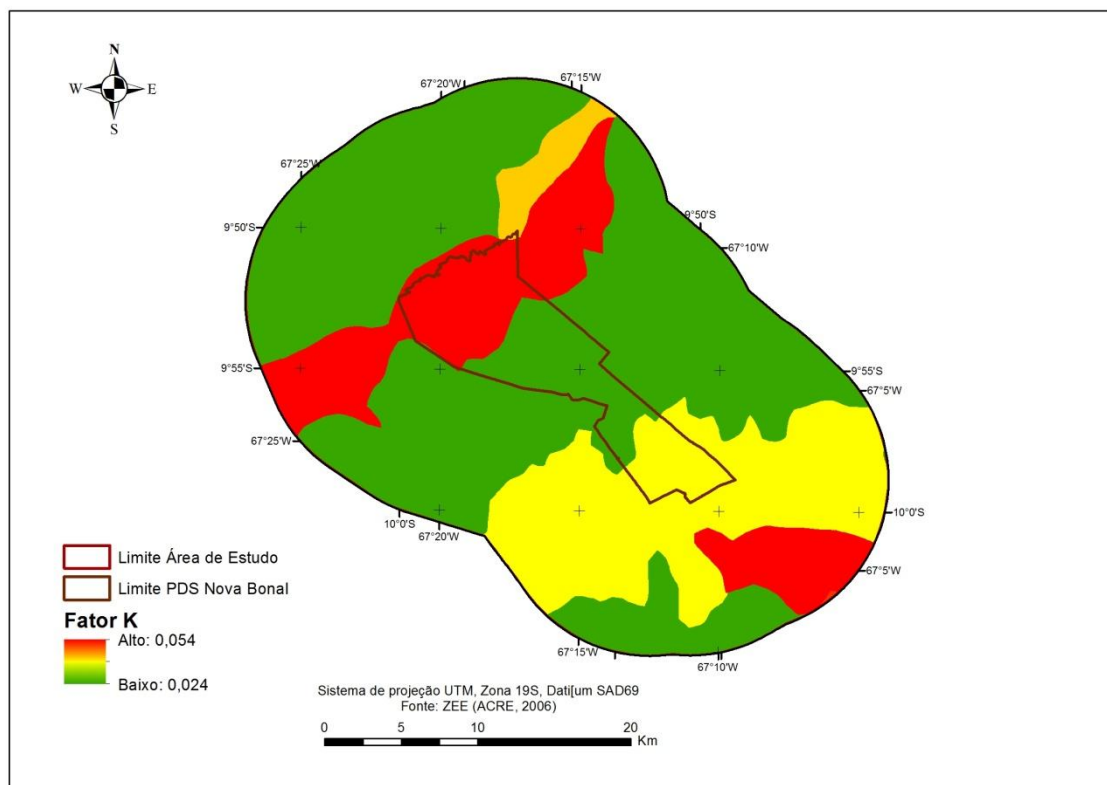


Figura 3.2. Erodibilidade do solo (K) no PDS Nova Bonal e no seu entorno.

A classe de solo Latossolo Amarelo distrófico (LAd1) apresentou a maior erodibilidade na área de estudo, embora abranja uma área relativamente pequena (Figura 5.2, Capítulo cinco). Dessa classe de solo, grande parte se encontra com cobertura vegetal original (Figura 2.7, Capítulo dois), o que garante a conservação dos solos no ponto de vista de evitar processos erosivos. Nas agrovilas, onde o solo está mais sujeito à erosão devido o uso mais intensivo, predominam os Argissolo Vermelho distrófico latossólico, Alissolo Crômico Argilúvico típico (PVd7), que apresentam graus intermediários de erodibilidade.

Tabela 3.3. Estimativa da erodibilidade do solo (K) na área de estudo

Erodibilidade do solo (K)	Área de estudo	Entorno	Bonal
Média	0,029	0,029	0,037
Desvio Padrão	0,009	0,009	0,014
Máximo	0,054	0,054	0,054
Mínimo	0,024	0,024	0,024

### 3.4.3. Comprimento de rampa (L) e declividade de rampa (S)

O fator LS variou de 0 a 66,3 (Figura 3.3). A média do fator LS na área de estudo é de 1,25, no entorno também de 1,25 e no PDS Nova Bonal de 1,12 (Tabela 3.4). Predominam na área de estudo relevos suaves ondulados, o que contribui para os baixos valores de LS.



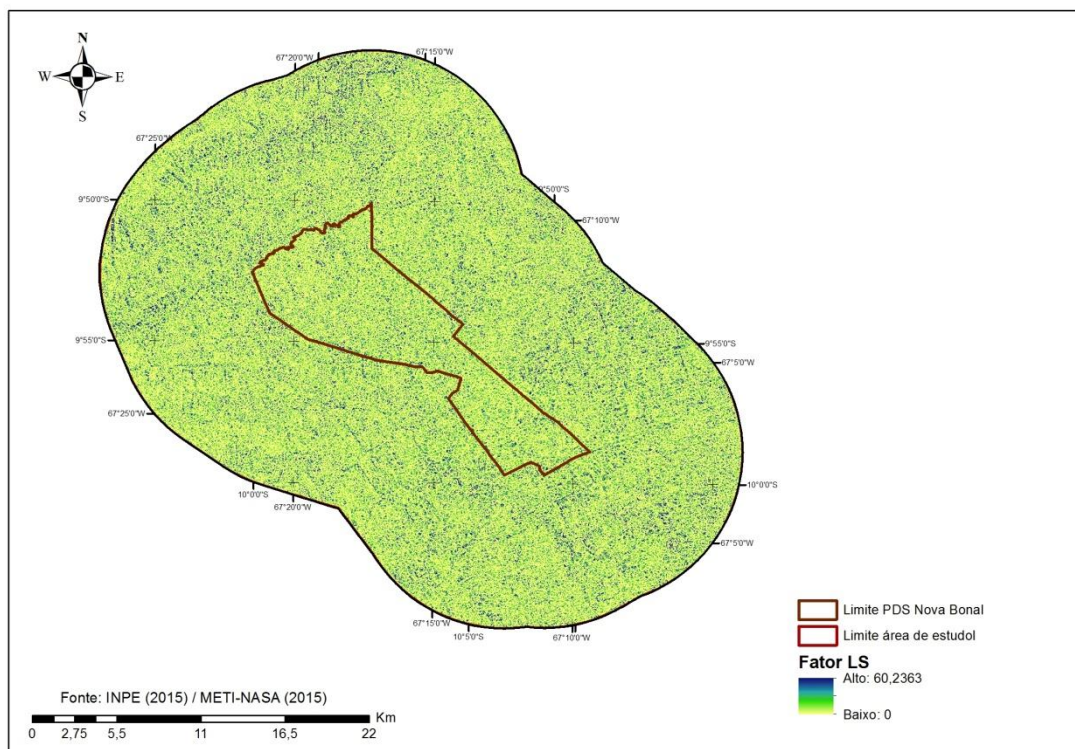


Figura 3.3. Comprimento e declividade de rampa (LS) no PDS Nova Bonal e no seu entorno.

O resumo do comprimento de rampa (L) e grau de declividade de rampa (S) também são apresentados individualmente na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Comprimento de rampa (L), grau de declividade (S) e fator topográfico (LS) da área de estudo

<b>Comprimento de rampa (L)</b>	<b>Área de estudo</b>	<b>Entorno</b>	<b>Bonal</b>
Média	0,98	0,98	0,96
Desvio Padrão	1,32	1,32	1,29
Máximo	11,47	11,47	10,1
Mínimo	0	0	0
<b>Declividade de rampa (S)</b>	<b>Área de estudo</b>	<b>Entorno</b>	<b>Bonal</b>
Média	1,3	1,3	1,2
Desvio Padrão	0,95	0,95	0,87
Máximo	15,4	15,4	9,8
Mínimo	0	0	0
<b>Fator topográfico (LS)</b>	<b>Área de estudo</b>	<b>Entorno</b>	<b>Bonal</b>
Média	1,25	1,25	1,12
Desvio Padrão	1,96	1,96	1,7
Máximo	60,2	60,2	31,8
Mínimo	0	0	0

### 3.4.4. Uso e manejo do solo (C)

O fator uso e manejo do solo (C) variou de 0 a 0,5 na área de estudo (Figura 3.4), com um valor médio de 0,013 no PDS Nova Bonal e de 0,12 no seu entorno (Tabela 3.5), refletindo o uso mais intensivo da terra no entorno onde predomina o sistema de pastagens. Aproximadamente 60 % da área total do entorno é ocupada por pastagens. Já no PDS Nova Bonal, mais de 80% da área é coberta com florestas e, portanto, apresenta menor risco de erosão quando considerado apenas os aspectos do uso e manejo do solo (C).

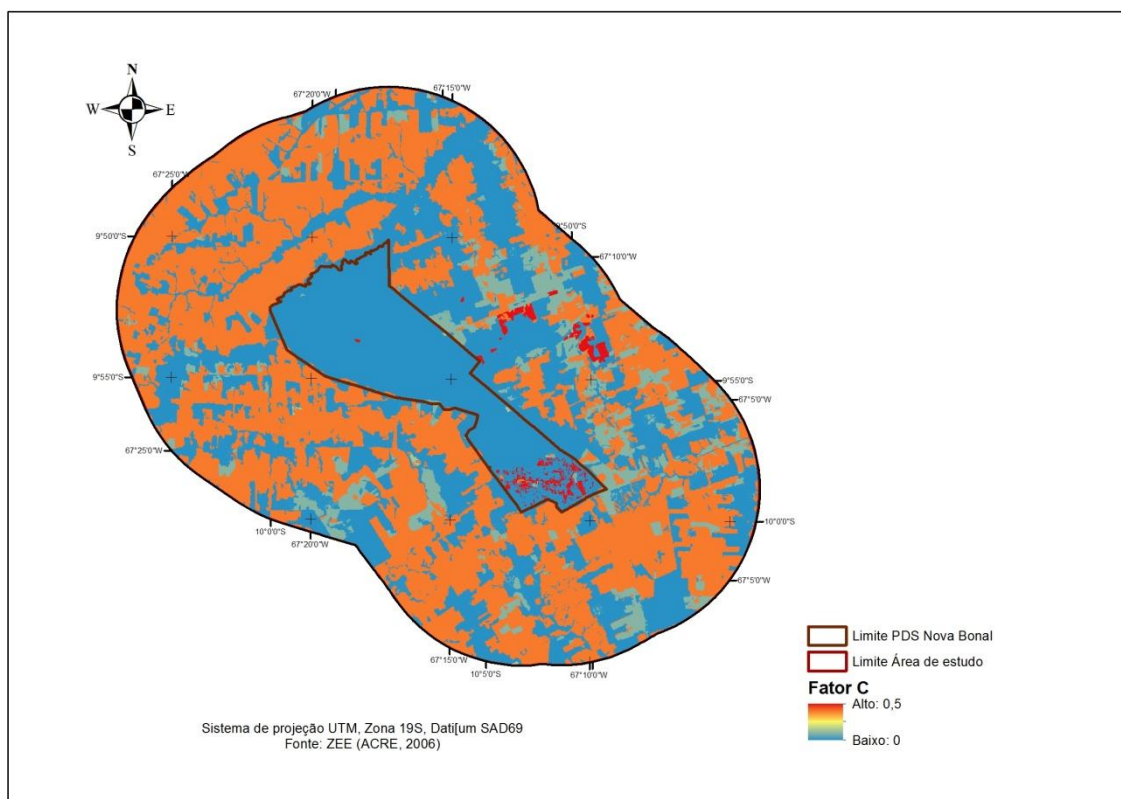


Figura 3.4. Uso e manejo do solo (C) no PDS Nova Bonal e no seu entorno.

Assim, quando considerado apenas fator uso e manejo do solo, o risco de perda de solo é baixo para a área de estudo. Tanto o PDS como o seu entorno apresentam grandes áreas cobertas com vegetação o que contribui para reduzir os processos erosivos. As únicas exceções são alguns pontos isolados que apresentam solo exposto. Mesmo assim, o entorno apresentou índice médio de 0,11 para o fator uso e manejo (Tabela 3.5). As condições de proteção do solo são melhores do que vegetação rala, cujo valor utilizado por Lopes et al. (2011) foi de 0,25.

Tabela 3.5. Fator uso e manejo do solo (C) no PDS Nova Bonal e no seu entorno

Uso e manejo do solo (C)	Área de estudo	Entorno	Bonal
Média	0,11	0,12	0,013
Desvio Padrão	0,1	0,1	0,049
Máximo	0,5	0,5	0,25
Mínimo	0	0	0

### 3.4.5. Perda de solo (A)

A perda de solo estimada com a Equação Universal de Perda de Solos para a área de estudo variou de 0 a 66,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Figura 3.6). No PDS Nova Bonal o valor máximo da perda foi de 20,4 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A média foi de 0,59 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na área de estudo; 0,067 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no PDS Nova Bonal; e de 0,66 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no seu entorno (Tabela 3.6). Embora a perda de solo da área de estudo tenha alcançado valores de 66,2 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, observou-se que quase 80 % do entorno e 98 % do PDS Nova Bonal apresentam perda de solo estimada variando de 0 a 1 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Ver Tabela 3.7 para mais detalhes.

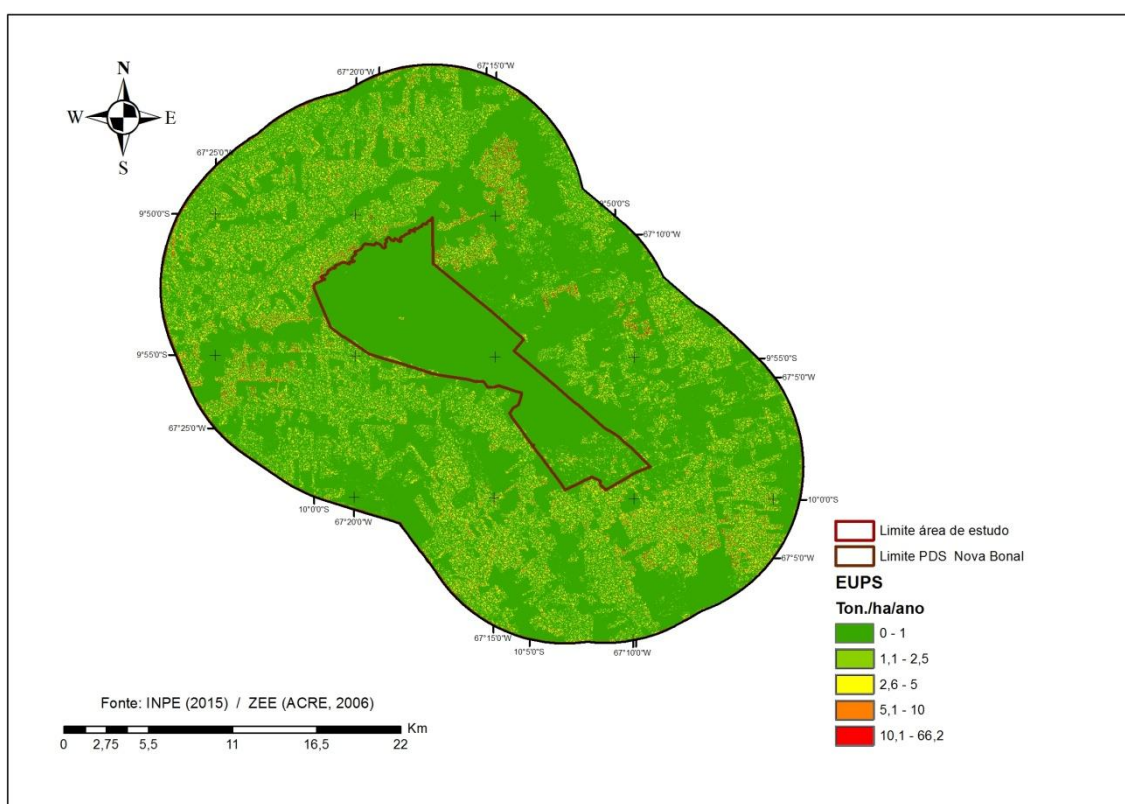


Figura 3.5. Perda de solo no PDS Nova Bonal e no seu entorno.

Os valores estimados para área de estudo podem ser considerados baixos quando comparados com os encontrados por Lopes et al. (2011) em área plana e/ou vegetada de microbacia do semiárido brasileiro, cuja perda de solos foi estimada em até 11 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 74 % ou de até 37 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 90 % da área. Em outra pesquisa realizada na bacia de

Cevero em Piracicaba, foram estimadas perdas médias de solos de 2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em áreas com uso menos intensivo ocupadas com mata, reflorestamento, vegetação ciliar e pastagens (WEILL e SPAROVEK, 2006). Tal fato está relacionado principalmente às condições de relevo e de uso e cobertura da terra no PDS Nova Bonal e no seu entorno.

Tabela 3.6. Perda de solo em t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no PDS Nova Bonal e no seu entorno

Perda de solo	Área de estudo	Entorno	Bonal
Média	0,59	0,66	0,067
Desvio Padrão	1,45	1,52	0,51
Máximo	66,2	66,2	20,4
Mínimo	0	0	0

Utilizando a classificação proposta por Galdino et al. (2003) (Tabela 3.8), verificou-se que a susceptibilidade do solo à erosão na área de estudo é baixa, apesar do índice de erosividade ter sido alto. Nesse caso, os autores afirmaram que a pequena declividade do local esteja contribuindo para que os valores estimados de perda de solo sejam baixos. Segundo Correa (2012) os maiores valores de potencial natural de erosão se associam às áreas de maiores declividades.

Tabela 3.7. Perda de solo por área e percentagem no PDS Nova Bonal e no seu entorno

Perda de solo (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Área de estudo		Entorno		PDS Nova Bonal	
	ha	%	ha	%	ha	%
0 - 1	84.390,12	81,6	72.921,87	79,50	11.468,25	98,23
1,1 – 2,5	10.236,15	9,9	10.140,39	11,06	95,76	0,82
2,6 – 5,0	6.488,10	6,3	6.404,94	6,98	83,16	0,71
5,1 – 10,0	2.015,55	1,95	1.991,34	2,17	24,21	0,21
10,1 – 66,2	270,18	0,3	267,03	0,29	3,15	0,03
Total	103.400,10	100,0	91.725,57	100,0	11.674,53	100,0

Comparando a perda de solo no PDS Nova Bonal e no seu entorno, verificou-se que a diferença observada entre as duas áreas ocorre principalmente devido ao uso e o manejo do solo. A Figura 3.5 apresenta mais detalhes sobre a perda de solo que variou com forte influência do uso e o manejo da terra. Como o fator LS não é muito diferente nas duas áreas e o fator K contribuiu pouco com os valores da erosão laminar, os tipos de usos da terra pasto limpo e pasto com solo exposto foram os que mais contribuíram para aumentar a erosão no entorno, enquanto no PDS Nova Bonal foi o uso mosaico de ocupações.

No entanto, observou-se que fatores com valores altos atuam de forma integrada em um mesmo local, resulta num aumento substancial das estimativas de perdas de solo por processos de erosão laminar. Por exemplo, ocorre um aumento na perda potencial de solo logo

acima do limite superior do PDS Nova Bonal, onde está concentrada a classe de solos com maior erodibilidade da área de estudo (o Latossolo Amarelo distrófico - LAd1), associada as condições de declividade e ao sistema de uso pasto limpo, evidenciando assim a importância da análise conjunta dos fatores da EUPS.

Tabela 3.8. Susceptibilidade do solo à erosão

Perda de solo ( $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ )	Grau de erosão
< 10	Baixa
10 - 50	Moderada
50 - 200	Alta
> 200	Muito alta

Fonte: Galdino et al. (2003)

### 3.5. CONCLUSÕES

Os valores de perda de solo estimados foram menores para o PDS Nova Bonal do que no seu entorno (variação de 0 a  $20,4\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  e 0 a  $66,2\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ , respectivamente). Pequenos processos erosivos (menor ou igual uma  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ) foram observados em 98,23 % do PDS Nova Bonal e 79,5 % do seu entorno.

O fator uso da terra foi o que mais influenciou na perda do solo estimada por processos de erosão laminar. A cobertura vegetal desempenha importante papel na conservação dos solos através da proteção que confere ao impacto das gotas das chuvas. Por outro lado, a retirada da vegetação expõe o solo aos processos erosivos. Isso destaca a importância da manutenção da cobertura vegetal original na região de estudo e, em especial, mostra que a conservação dos recursos florestais no PDS Nova Bonal contribuiu fortemente para evitar perdas de solos na região de estudo. As estimativas de perdas de solos do presente estudo deveriam ser devidamente consideradas em projeto de pagamento por serviços ecossistêmicos.

## **4. AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL DO PDS NOVA BONAL**

### **4.1. RESUMO**

A sustentabilidade dos projetos de assentamentos de reforma agrária é um assunto que têm sido objeto de questionamentos sobre a sua efetividade no âmbito social, econômico e ambiental. Dados de desmatamento na Amazônia apontaram os pequenos produtores como os principais responsáveis pela elevação da taxa de desmatamento naquela região. E, de fato, muitas questões permanecem sem respostas claras e objetivas a esse respeito. Nesse sentido, o presente estudo buscou avaliar a sustentabilidade socioeconômica e ambiental do Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal, que foi criado com o objetivo de ser referência de sustentabilidade para os projetos de reforma agrária no Brasil. Também foram avaliados os principais fatores apontados como causadores de desmatamento em assentamentos na Amazônia. Para isso, foi desenvolvido um índice de sustentabilidade contemplando os aspectos sociais, econômicos e ambientais e, a partir dos resultados foi realizada uma comparação com as principais causas do desmatamento em assentamentos apontadas na literatura. Com base nos resultados desta pesquisa, estimou-se um índice de sustentabilidade de 0,77, que sugere um nível médio de sustentabilidade para o PDS Nova Bonal. Tal índice está abaixo da expectativa para um projeto de assentamento considerado modelo. Quando analisado de forma isolada, o índice da dimensão social foi de 0,85, da dimensão ambiental de 0,92 e da dimensão econômica de 0,53. De acordo com a classificação utilizada neste estudo, os dois primeiros indicam alta sustentabilidade, mas a dimensão econômica ficou no limiar da não sustentabilidade. Observou-se que o bom estado de conservação dos recursos naturais do PDS Nova Bonal está relacionado com a modalidade do Assentamento, a fiscalização existente e a condição inicial da área. Entre os fatores que mais ameaçam a sustentabilidade ambiental do Assentamento está o baixo retorno da produção rural associado a rendimentos incertos e a falta de assistência técnica adequada. Nesse sentido, a reabertura da fábrica de beneficiamento do palmito da pupunha existente no PDS e a intensificação das atividades produtivas sustentáveis, como o uso de produtos da floresta e os serviços ecossistêmicos (água, biodiversidade, clima e carbono), juntos parecem ser a melhor alternativa para incrementar o índice de sustentabilidade, mantendo a harmonia entre as três dimensões consideradas.

**Palavras-chave:** Assentamentos; Amazônia; desmatamento.

### **4.2. INTRODUÇÃO**

As iniciativas de reforma agrária desenvolvidas no país nos últimos anos buscam o desenvolvimento e a implantação de modelos sustentáveis de assentamentos, baseados na viabilidade econômica, na sustentabilidade ambiental e no desenvolvimento territorial. Porém, a efetividade de tais políticas tem sido muito questionada no meio acadêmico. Especialmente em relação aos assentamentos localizados na Amazônia brasileira, que frequentemente são

apontados como os principais desmatadores da região (LE TOURNEAU e BURSZTYN, 2010; OLIVEIRA et al., 2013).

O incentivo a ocupação da Amazônia após 1964 durante os governos militares, associado à construção de grandes rodovias e à migração, são fatores que resultaram em aumento crescente da população amazônica e no surgimento de uma série de conflitos sociais (LOUREIRO e PINTO, 2005). Nesse contexto foram surgindo os assentamentos de reforma agrária a partir da década de 1970 (KOHLHEPP, 2002; TOURNEAU e BURSZTYN, 2010).

Muitos assentamentos foram criados com vista a solucionar os conflitos sociais gerados pela expulsão de pequenos agricultores e ex-seringueiros das propriedades em que viviam, em virtude da implantação da política agropecuária (LORENA, 2001). Mas o número de assentamentos na Amazônia se tornou um dos principais elementos do meio rural, representando quase um terço das terras usadas e quase 74 % dos estabelecimentos rurais (TOURNEAU e BURSZTYN, 2010).

Os primeiros assentamentos criados na Amazônia foram os assentamentos agrícolas “clássicos”, o Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) e o Projeto de Assentamento Rápido (PAR) (LE TOURNEAU). Devido à falta de planejamento, junto com esses assentamentos surgiram os processos de concentração fundiária (LUDEWIGS et al., 2009), abandono de lotes e dificuldades de ocupar todos os lotes criados nos assentamentos (LE TOURNEAU, 2010). No estado do Acre, no final da década de 70 foram criados os primeiros Projetos de Assentamento Dirigido (PAD), Pedro Peixoto e Boa Esperança.

No PAD Pedro Peixoto, criado em 1977, a titulação das parcelas e o fracasso da produção agrícola, estimularam o nascimento de um mercado de terras dentro do projeto, propiciando a reconcentração de terra (BARBOSA, 2003). Em uma entrevista, um estudante de doutorado, disse ter comparado dados da sua pesquisa com os do PAD Pedro Peixoto, verificando alta taxa de reconcentração fundiária no segundo.

Porém, no final da década de 90, o INCRA passou a integrar a questão dos passivos ambientais nas suas ações. Foram seguidos dois eixos: o primeiro, a doação de terras arrecadadas pelo INCRA ao IBAMA para criação de áreas protegidas, como forma de compensar o passivo ambiental dos assentamentos criados na Amazônia. O segundo eixo tentava limitar os impactos ambientais dos assentamentos, especialmente dos novos projetos (TOURNEAU e BURSZTYN, 2010).

Então, numa tentativa de se adequar às novas circunstâncias e reduzir o impacto ambiental nos assentamentos, seguiram-se uma série de ações, tais como: o surgimento da Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997, que exige que os assentamentos sejam licenciados; da Resolução nº 289 de 25 de outubro de 2001, que estabelece licenciamento simplificado para os assentamentos; e o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) em 2003, no qual o INCRA se comprometeu a licenciar todos os novos projetos.

Além disso, foram criados assentamentos rurais diferenciados, o Projeto de Assentamento Florestal (PAF), o Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) e Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE). Esses assentamentos são voltados preferencialmente ao uso sustentável da floresta pelas populações com vocação florestal (ACRE, 2012) e combinam assentamentos e populações seringueiras (MMA, 2008).

Desse modo, espera-se que os assentamentos diferenciados apresentem uma melhor condição ambiental em relação aos convencionais. O presente estudo teve como objetivo avaliar a sustentabilidade do assentamento nas dimensões social, econômica e ambiental do PDS Nova Bonal, utilizando um índice de sustentabilidade. Além disso, foram feitas análises da situação socioeconômica e ambiental do assentamento e do seu entorno, identificou-se os principais fatores apontados como causadores de desmatamento em assentamentos na Amazônia e que ameaçam a sustentabilidade do PDS Nova Bonal.

### **4.3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.3.1. Identificação e descrição da área de estudo**

A área de estudo envolve o Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e a região do seu entorno (10 km de raio a partir do limite do Assentamento). Ambos estão inseridos no Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Pedro Peixoto, sendo que o PDS Nova Bonal possui área de 11.674,9 ha e o seu entorno de 91.799,3 ha, totalizando 103.474,2 ha. A descrição detalhada do PDS Nova Bonal foi apresentada no Capítulo um e do entorno no Capítulo dois.

#### **4.3.2. Desenvolvimento do Índice de Sustentabilidade (IS)**

A sustentabilidade socioeconômica e ambiental da área de estudo foi avaliada por meio de um índice de sustentabilidade desenvolvido a partir de dados obtidos de questionários aplicados no local.

Para obtenção dos dados usados no desenvolvimento do índice de sustentabilidade foram aplicados dois tipos de questionários, sendo um deles aplicado ao novo administrador da cooperativa abordando questões gerais a respeito da infraestrutura, transporte, saúde, qualidade das ruas em época de chuvas, escolas, entre outras. O outro foi aplicado a 66 famílias (30 % dos lotes) (Figura 4.1) com questões específicas de cada um, como por exemplo, rendimento mensal familiar, idade, número de filhos, entre outras.

Os questionários foram aplicados nas três agrovilas e na “floresta”. O número de questionários por núcleo familiar foi proporcional à quantidade de lotes de cada um. Com exceção da “floresta”, onde foi aplicado o menor número de questionários, devido às dificuldades de acesso. A escolha das casas para aplicação do questionário foi feita ao acaso e conforme se observava a presença de pessoas em suas residências.





Figura 4.1. Vista geral das casas visitadas para entrevistas no PDS Nova Bonal.

O questionário foi elaborado com base em pesquisas realizadas na literatura disponível sobre o assunto, observando-se os principais fatores relacionados com o desmatamento, a evasão e a rotatividade em assentamentos de reforma agrária. Também foram consideradas as características do PDS Nova Bonal e a disponibilidade de informações.

Os dados obtidos nos questionários foram utilizados no desenvolvimento do índice de sustentabilidade. Cada questão selecionada para compor o índice recebeu uma pontuação que variou de 0 a 2.

#### 4.3.2.1. Mensuração da sustentabilidade social, econômica e ambiental

Inicialmente foram gerados três índices individuais de sustentabilidade ( $I_w$ ), referentes às dimensões social, econômica e ambiental. Posteriormente esses três índices foram integrados para compor o Índice de Sustentabilidade (IS). Por fim, com base no valor do índice obtido, foi definido o grau de sustentabilidade do Assentamento PDS Nova Bonal.

Os índices de cada uma das três dimensões foram calculados empregando-se a Equação 4.1 (FERNANDES et al., 1997; KHAN e PASSOS, 2001; BARRETO et al., 2005; RABELO e LIMA, 2007; MAGALHÃES, 2014):

$$I_w = \frac{1}{n} \sum \left( \frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{j=1}^m E_{\max i}} \right) \quad (4.1)$$

Em que:

$I_w$  = índices que compõem o índice de sustentabilidade social, econômico e ambiental;

$E_{ij}$  = escore do  $i$ -ésimo indicador de  $I_w$  obtido do  $j$ -ésimo questionário;

$E_{max\ i}$  = Escore máximo do  $i$ -ésimo indicador de  $I_w$  obtido do  $j$ -ésimo questionário;

$i = 1, \dots, m$ , número de indicadores;

$j = 1, \dots, m$ , número de questionários aplicados;

$w = 1, \dots, 3$ , número de índices que compõem o índice de sustentabilidade;

$n$  = número de questionários.

Foi definido um intervalo de 0 a 1 para  $I_w$ , e de acordo com a Equação 4.1, quanto mais próximo de 1 o valor do índice  $I_w$ , mais sustentável será o assentamento. As três dimensões analisadas receberam o mesmo peso. O valor de IS é a média aritmética dos três índices mencionados.

#### 4.3.3.2. Cálculo do Índice de Sustentabilidade (IS)

Para o cálculo do IS, a equação proposta e ajustada por diversos autores (FERNANDES et al., 1997; KHAN e PASSOS, 2001; BARRETO et al., 2005; RABELO e LIMA, 2007; MAGALHÃES, 2014) foi a seguinte:

$$IS = \frac{1}{K} \sum_{w=1}^k I_w \quad (4.2)$$

Em que:

IS = Índice de Sustentabilidade

$w$  = valor do  $w$ -ésimo índice;  $w = 1, \dots, k$

#### 4.3.3.3. Grau de sustentabilidade

O grau de sustentabilidade do Assentamento foi obtido utilizando-se o valor do Índice de Sustentabilidade (IS). Compreende uma escala que vai de 0 até 1, divididos em três graus distintos: baixo, médio e alto nível de sustentabilidade (Tabela 4.1). Abaixo de 0,500 e acima de 0, o assentamento se caracteriza por não sustentabilidade devendo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em conjunto com os moradores, tomar as medidas necessárias para sanar os problemas que fizeram o índice chegar até esse nível e tentar tornar o assentamento o mais sustentável possível. Quando o valor do índice fica entre 0,500 e 0,799 significa que o assentamento é razoavelmente sustentável, mas sujeito às várias medidas para que chegue o mais próximo possível de 1. Assim, à medida que cresce na direção de 1, vai aumentando as condições de sustentabilidade.

Tabela 4.1. Graus de sustentabilidade de acordo com o intervalo do índice

Grau	Intervalo do Índice
Baixo nível de sustentabilidade	$0 < IS \leq 0,499$
Médio nível de sustentabilidade	$0,500 \leq IS \leq 0,799$
Alto nível de sustentabilidade	$0,800 \leq IS \leq 1,000$

#### 4.3.3. Análise das condições socioeconômicas e ambientais do entorno

Para comparação entre o PDS Nova Bonal e o seu entorno, foram aplicados também 15 questionários na região do entorno do Assentamento (Figura 4.2) abordando aspectos socioeconômicos e ambientais. A intenção era aplicar questionários em grandes e pequenas propriedades, mas devido à ausência dos proprietários nas fazendas, foi possível avaliar apenas a situação de pequenas propriedades (menores ou iguais a 100 ha).



Figura 4.2.. Ramal Nabor Junior, no entorno do PDS Nova Bonal. Fonte: Superstock (2015).

#### 4.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.4.1. Índices individuais de sustentabilidade e descrição do perfil das famílias em cada uma das dimensões

###### 4.4.1.1. Dimensão social

A dimensão social incluiu treze variáveis, sendo elas: escolas, transporte escolar, merenda, habitação, energia elétrica, água encanada, serviços de telefone e internet, assistência médica, transporte coletivo, condições das estradas e ramais, comércio local, igrejas e opções de lazer. De acordo com os escores associados a cada variável, conforme a situação de cada família e condições gerais, o valor de  $I_w$  foi de 0,85, indicando alto nível de sustentabilidade.

Existem no Assentamento três escolas, que contemplam desde a educação infantil (Figura 4.3) até o ensino médio completo, incluindo transporte escolar e merenda de qualidade para os estudantes. Também são oferecidas vagas para o Ensino para Jovens e Adultos (EJA). O ensino oferecido pelas escolas é considerado pelos moradores como sendo de excelente qualidade.



Figura 4.3. Escola de Educação infantil no PDS Nova Bonal.

Verificou-se que grande parte das crianças inicia o processo de alfabetização antes dos seis anos de idade e praticamente todas as crianças e adolescente encontram-se matriculados nas escolas. As exceções ocorrem mais na idade entre 17 a 20 anos, quando alguns estudantes desistem de terminar os estudos. Mas apesar de muitos jovens concluírem o ensino médio, raramente eles ingressam em uma faculdade.

Também foi observado que a maioria dos filhos mais velhos dos assentados, que viviam com os pais em época anterior à criação do Assentamento, não chegou a concluir o ensino médio e muitos deles estudaram no máximo quatro anos. A maioria dos chefes de família apresenta baixo grau de estudo, sendo verificado que aproximadamente 46 % estudaram no máximo até a quarta série do ensino primário. Muitos adultos até tentaram dar seguimento aos estudos no EJA, mas a maioria desistiu sem avançar muito.

Em relação à habitação, as casas são simples, porém a maioria delas (75 %) é de alvenaria. A principal desvantagem envolvendo a questão da infraestrutura habitacional é a falta de água encanada, observada em quase 50 % das casas. Além disso, existe escassez de água na estação “seca”, que atinge principalmente as casas sem água encanada, conforme verificado nos questionários.

As casas localizadas nas três agrovilas foram contempladas com o Programa Luz para Todos do governo federal, iniciado em 2006. Contudo, as famílias que moram na “floresta” não tem acesso à energia elétrica, assim como algumas famílias que optaram por morar no interior

do lote. A rede elétrica não atende os lotes mais distantes do núcleo urbano do PDS Nova Bonal.

O sistema de telefonia é bem diversificado, sendo possível a utilização de linhas de todas as operadoras, desde que haja antena instalada. Foi observada a presença de telefone, principalmente celular, em 64,6 % das casas e computador em apenas sete casas. Dessas, apenas três utilizavam rede de acesso à internet.

Quanto ao transporte, uma van faz o percurso do PDS Nova Bonal até Rio Branco duas vezes ao dia. Além disso, os moradores se deslocam dentro do PDS Nova Bonal utilizando o transporte escolar que percorre o Assentamento de manhã, à tarde e à noite, no período de aulas. Quase 50 % dos moradores possuem transporte próprio, como carros e motos. No entanto, a qualidade das estradas é ruim. Apresenta muitos buracos e em épocas de chuvas fica intransitável para carros em alguns trechos, especialmente nos trechos que dão acesso à “floresta”.

Em relação à saúde, periodicamente um médico visita o Assentamento para atendimento em algum ponto específico e em algumas casas. O agendamento é feito pelo único agente de saúde do local, que faz um trabalho preventivo. O agente mede pressão, acompanha o crescimento de crianças realizando a pesagem e tira medidas. Teoricamente são 211 famílias para visitar, porém a informação obtida é de que aproximadamente 30 % das casas se encontram fechadas.

No caso de atendimentos simples, os moradores buscam os serviços médicos das cidades mais próximas, como Campinas e na própria cidade de Senador Guiomar; e quando necessitam de especialistas vão até à capital Rio Branco. Como a população do Assentamento é constituída em sua maioria por produtores jovens, ou seja, 50 % tem idade inferior a 40 anos e 81 % tem menos 50 anos; praticamente não foram observadas situações de pessoas impossibilitadas de trabalhar. Quanto às doenças endêmicas, foram relatados apenas dois casos que já ocorreram em épocas passadas. No PDS Nova Bonal existe um posto de atendimento médico recém-construído que deverá iniciar o atendimento muito em breve.

O comércio, embora distante para alguns moradores, especialmente aqueles que vivem na “floresta”, inclui dois mercados que vendem os itens necessários ao consumo diário e três vendedores ambulantes de pães que percorrem as ruas do núcleo urbano do PDS Nova Bonal. Além disso, em alguns lotes são produzidos alimentos que complementam a dieta alimentar, como por exemplo: mandioca, pupunha, palmito, milho, farinha, frutas, galinhas, patos, peixes etc. Cerca de 70% das famílias entrevistadas possuem quintal agroflorestal e alguns moradores praticam a caça para subsistência.

São poucas as opções de lazer, mas são oferecidos esportes como artes marciais e capoeira para crianças, jovens e adultos. A prática de lazer mais comum entre os homens e crianças é o futebol. Algumas pessoas também aproveitam para pescar e outros para nadar.

Em datas comemorativas, às vezes acontecem festas nas escolas. Além disso, acontecem celebrações religiosas nas três igrejas evangélicas localizadas no PDS Nova Bonal.

#### **4.4.1.2. Dimensão econômica**

Na dimensão econômica foram incluídas oito variáveis para o cálculo do índice de sustentabilidade: rendimento familiar mensal, produção no lote, beneficiamento da produção, mercado para produção, assistência técnica, financiamento, transporte próprio e telefones. Como resultado foi obtido um índice de 0,53 para a dimensão econômica, sendo este valor um nível médio de sustentabilidade.

A análise dos dados permitiu identificar que 86 % dos moradores entrevistados ganham no máximo dois salários mínimos. Dos 14 % que ganham mais de dois salários, nenhum deles tem o lote como a principal fonte de renda e alguns destes nem produzem no lote. Também foi observado que a maioria dos moradores que tem o lote como principal fonte de renda ganha no máximo um salário mínimo.

Os primeiros moradores contemplados com lotes receberam financiamento dos governos federal e estadual para produzir, com exceção de um morador entrevistado que optou por não contrair dívidas. Porém, a maioria dos que aceitaram o financiamento, ou não investiu no lote ou investiu e não obteve sucesso. Segundo eles, a assistência técnica é precária e não ajuda muito. A visita dos técnicos consiste basicamente na fiscalização e emissão de relatórios.

Como consequência da falta de orientação, muitos produtores perderam os investimentos realizados. Foram relatadas perdas na produção de pupunha, banana, seringueira, milho, mandioca, café, limão, laranja, abacaxi, coco, arroz e feijão. Quase 40 % dos moradores entrevistados disseram já ter perdido alguma produção. O feijão já nem é mais plantado na área, devido às tentativas sem sucesso.

Mas foram oferecidos vários cursos pelas empresas prestadoras de assistência técnica, tais como, piscicultura, enxertia, trator, derivados do leite, sabão caseiro, banana, mandioca, citrus, avicultura, bijuteria, bovinocultura, eletricidade rural, carvão, cooperativismo, pintura, noções de administração rural, horticultura e meio ambiente. Porém, na avaliação dos moradores, os cursos são superficiais e insuficientes para a efetiva capacitação desejada.

Embora a produtividade seja pequena, quase todos os moradores entrevistados desenvolvem alguma atividade no lote. Entre elas, destaca-se a coleta de látex; o plantio de pupunha, mandioca, milho, café banana e outras frutíferas; e também a criação de alguns animais. Os produtores se queixam do preço do látex, que já chegou a ser vendido por R\$4,00 kg<sup>-1</sup> e atualmente é vendido por R\$ 1,70 kg<sup>-1</sup>. Para cada quilo de látex vendido, o produtor recebe junto R\$ 0,90 de subsídio do Governo Federal, como benefício adquirido pela Lei nº 1.277, de 13 de janeiro de 1999, mais conhecida como Lei Chico Mendes.

Também é motivo de queixa entre a maioria das famílias entrevistadas o fato da casa não estar localizada no lote e não poderem utilizar a reserva coletiva. Vários produtores



relataram que tentaram criar peixes e galinhas no lote, mas esses animais são levados embora nos períodos de ausência dos moradores na vila. Por isso, a maioria das famílias entrevistadas gostaria que a casa fosse localizada no lote e não na agrovila. Muitos até já construíram e outros planejam construir as casas no lote.

A reserva coletiva refere-se à área de Reserva Legal (Figura 4.4). Cada família recebeu um lote com aproximadamente 50 a 55 ha. Desta área total, oito ha podem ser utilizados para a produção familiar e o restante deve ser mantido com vegetação nativa na Reserva Legal do PDS Nova Bonal. Na Reserva Legal é permitido o uso sustentável da floresta. No entanto, existem 36 famílias vivendo na “floresta”, que teoricamente teriam o direito de utilizar apenas parte do lote que cabe a elas, mas em razão do lote não ser demarcado utilizam a área como um todo.

Desse modo, os moradores das agrovilas se sentem impedidos de utilizarem a reserva. Praticamente todos os moradores das agrovilas disseram que gostariam de fazer extrativismo na floresta, mas temem conflitos de interesse. Apenas dois moradores entrevistados disseram fazer uso da reserva coletiva.



Figura 4.4. Casa entrevistada na reserva legal coletiva “floresta”.

Segundo informações obtidas na Superintendência Regional do INCRA no Acre (INCRA-SR/14), a intenção era que as famílias assentadas na área de reserva legal fossem uma espécie de guardiãs da floresta. Além disso, a não demarcação dos lotes é uma característica da modalidade Projeto de Desenvolvimento Sustentável. Mas, de acordo com alguns moradores, ocorre extração clandestina de madeira nas madrugadas. Assim, a floresta

não ficou protegida e os moradores das agrovilas precisam pagar pelo açaí que eles teriam direito de retirar da floresta.

Atualmente, parece que o principal desejo dos moradores é que a fábrica de palmito fosse reaberta e a cooperativa voltasse a funcionar. As famílias colocaram a sua expectativa na produção que seria destinada à fábrica. Na criação do Assentamento o governo investiu na reabertura da fábrica de palmito. O PDS Nova Bonal foi contemplado com recursos do programa Pró-Florestania do Governo do Estado do Acre na ordem de R\$250.000,00, destinados à aquisição de materiais e equipamentos para a Cooperativa Agroextrativista Bom Destino LTDA (CAEB). Esta cooperativa foi criada para coordenar a exploração do palmito e a utilização da infraestrutura existente no Assentamento.

A fábrica funcionou até 2012 e o palmito produzido era considerado de excelente qualidade. Porém, a má administração e a falta de transparência na administração ocasionaram no fechamento da fábrica e na acumulação de uma dívida que segundo os moradores chega a R\$800.000,00. Desse modo, existe muito palmito plantado no PDS Nova Bonal, mas não há como fazer o beneficiamento e os moradores não conseguem pagar o financiamento.

Atualmente o comércio da produção dos lotes está sendo feito internamente (Projeto RECA, COOPERACRE, CEASA) e às vezes fora, em Rio Branco. Apenas três famílias entrevistadas disseram fazer o beneficiamento da mandioca para a produção de farinha. Mas de acordo com as informações obtidas numa entrevista na INCRA-SR/14, está previsto a reabertura da fábrica e a negociação do pagamento da dívida pelos assentados.

Nessa entrevista também foi dito ter havido uma falha em deixar a cooperativa totalmente nas mãos dos assentados. Na ocasião não houve o acompanhamento necessário e por falta de experiência das pessoas que estava na administração da fábrica e da cooperativa, impostos deixaram de ser recolhidos e os produtos estavam sendo vendidos a um custo que não cobria as despesas de produção.

Para a segunda reabertura está previsto o treinamento das pessoas que se mostrarem mais capacitadas para assumir a administração e o acompanhamento constante de instituições como, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), a Universidade Federal do Acre (UFAC) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), nos primeiros meses e depois com uma frequência menor.

Assim a intenção do INCRA é criar condições para que o Assentamento se torne sustentável economicamente. Pois o que se observa é que pouquíssimas famílias conseguem obter o seu sustento apenas com o trabalho no lote. A maioria dos entrevistados disse que não consegue tirar o sustento do lote e por isso desempenham outras atividades fora do lote. Também foi observado que 33 % das famílias entrevistadas não são os primeiros moradores do lote. Além da informação de que aproximadamente 30 % das casas estão fechadas.



Apesar da maioria (71 %) dos moradores dizerem que a vida melhorou, o que se percebe é que eles se referem à segurança de ter a casa própria, a tranquilidade da vida no campo, talvez também em relação à infraestrutura, mas muitas famílias enfrentam sérias dificuldades financeiras.

#### 4.4.1.3. Dimensão ambiental

As variáveis utilizadas para compor a dimensão ambiental foram sete, sendo elas: sistema de esgoto, coleta de lixo, uso do fogo, Área de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal, potencial de perda do solo e fragmentação de vegetação. O valor do índice obtido para a dimensão ambiental foi de 0,92, o que indica alto nível de sustentabilidade.

Devido às especificidades da modalidade do Assentamento de PDS, baseado no extrativismo e na subsistência, não foram considerados no índice fatores como adoção de práticas conservacionistas do solo.

A avaliação da dinâmica do desmatamento e da fragmentação da vegetação realizada no Capítulo dois revelou que mais de 80 % do Assentamento encontra-se coberto com vegetação original e 86,5 % das APPs possuem cobertura florestal. Através da análise da fragmentação também realizada no Capítulo dois, verifica-se que a mata encontra-se em bom estado de conservação, apresentando fragmentos com tamanho médio de 494,3 ha, enquanto no entorno foi de 84,2 ha.

Foram avaliados fatores como a presença de fossas e o serviço de coleta de lixo, que se adequadamente utilizados, ajudam a prevenir a contaminação dos mananciais e evitar doenças. O esgotamento sanitário é feito por meio de fossas e a coleta de lixo é irregular. A maioria dos moradores disse que é feita a cada quinze dias, outros disseram que a cada dois meses e uma minoria disse que não passa, sendo necessário fazer a queima.

A agricultura praticada no Assentamento não é intensiva, apresentando característica de subsistência. Muitos lotes apresentam-se cobertos com seringais ou pupunha. Outros possuem plantios de café, mandioca, milho, banana, abacaxi e outras espécies frutíferas. Não é feito uso do fogo pelos produtores, e em geral o solo não é revolvido com muita frequência. Os implementos mais utilizados nos lotes são foice, grade e arado.

A presença de forrageiras como a puerária é muito comum no Assentamento e a maioria dos produtores deixa a mesma no solo. Em alguns lotes foi feita a destoca e aplicados biofertilizantes. Em casos raros foram aplicados fertilizantes minerais e feito o controle de ervas daninhas. Não foram observados sinais de processos erosivos. De acordo com a avaliação da perda de solo feita no Capítulo três, a perda de solo potencial varia de 0 a 20,4 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A perda de solo é pequena se comparada com os outros trabalhos que apontam valores bem mais altos.

Apesar da maioria dos moradores afirmarem não fazer uso do fogo, ocorreram dois incêndios de grandes proporções na reserva coletiva. Um deles ocorreu em 2005 e o outro em 2010, queimando uma extensa área da vegetação.

#### **4.4.2. Índice de sustentabilidade (IS)**

De acordo com o Relatório de Brundtland (World Commission on Environment and Development – WCED, 1987), desenvolvimento sustentável é o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades”. Jacobi (1997) acrescenta ainda que a noção de sustentabilidade implica necessariamente na inter-relação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento com capacidade de suporte.

Neste estudo, o índice de sustentabilidade foi elaborado a partir da integração dos índices individuais de sustentabilidade, que foi de 0,85 para a dimensão social, 0,53 para a dimensão econômica e 0,92 para a dimensão ambiental. Com isso, foi estimado que o índice de Sustentabilidade (IS) do PDS Nova Bonal é de 0,77, que indica um nível médio de sustentabilidade. As questões e os escores de cada índice individual estão listados nos Anexos 1A, 1B e 1C respectivamente.

O valor do IS obtido neste estudo indica um alto nível de sustentabilidade no Assentamento, considerando a classificação proposta na metodologia do índice (Tabela 4.1). No entanto, o índice individual da dimensão econômica ficou próximo da faixa considerada de baixo nível de sustentabilidade. Tais resultados exigem medidas que possam melhorar o índice em vários aspectos, especialmente na dimensão econômica.

#### **4.4.3. Análise comparativa da situação socioeconômica e ambiental do PDS Nova Bonal e do seu entorno**

Foram visitadas 15 propriedades particulares localizadas no entorno do Assentamento. O tamanho dos lotes visitados variou de 38 a 80 ha, com exceção de uma propriedade de 300 ha em que as informações foram obtidas parcialmente com o caseiro. Não foram visitadas outras propriedades grandes porque na maioria delas o proprietário vive fora e, portanto não seria possível obter as informações necessárias para o presente estudo.

A maioria das propriedades do entorno possui o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Porém, das 15 propriedades visitadas, em apenas três afirmaram que havia os 80 % de floresta preservada, exigido por lei. Nas demais propriedades, de acordo com as informações obtidas nos questionários, o percentual de vegetação preservada variou de 15 a 45 % da área total dos lotes. Em relação às APPs, 50 % dos entrevistados disseram haver em sua propriedade vegetação preservada na beira das fontes hídricas.

O uso predominante da terra é de pastagens, presente em todas as propriedades, com gado de corte e de leite, para consumo e para venda. Mas em algumas delas observou-se uma diversidade de culturas, tais como: mandioca, milho, arroz, azeitona, pimenta, maxixe e frutas

(manga, cupuaçu, açaí, limão, laranja, biribá, mamão, cajarana, acerola, coco, banana, graviola, jaca, poncan, jaboticaba, genipapo, jambo, ingá, goiaba, caju, biribá e melancia). O preparo da terra no entorno é semelhante ao observado no PDS Nova Bonal.

Alguns moradores disseram que tiveram prejuízos advindos da perda de plantios de banana, tomate e pimenta. Também foi verificado que quase todos os moradores criam galinhas e alguns criam porcos, cavalos, carneiros, capotes (galinha d'angola), patos e peixes. O beneficiamento é raro entre os produtores, mas alguns produzem farinha e queijo. Metade dos moradores entrevistados fez financiamento para produção, mas não foram obtidos resultados positivos, havendo prejuízos. Quanto à assistência técnica, apenas um dos 15 entrevistados disse já ter recebido alguma orientação.

O rendimento familiar mensal varia entre menor que um salário mínimo e dois salários, sendo maior que dois salários em apenas duas residências. O percentual de famílias que recebe o benefício bolsa família é de 50 %. A maioria das casas entrevistadas era de madeira (67 %). Havia telefones em 93 % das residências e carro e/ou moto em 86 % delas.

Em relação à infraestrutura, são oferecidas vagas nas escolas apenas até a 8ª série do ensino fundamental, sendo necessária a continuidade dos estudos em outras cidades, e de acordo com as informações obtidas nos questionários, o ensino é de má qualidade. O governo disponibiliza transporte escolar e merenda. Não ocorre a coleta de lixo. Nesse caso, os moradores queimam o lixo. Em alguns locais os médicos fazem atendimento, mas em outros, a alternativa é procurar o serviço em outras cidades. Em apenas três casas não havia água encanada e todos os moradores possuíam energia elétrica. O transporte coletivo é feito por um caminhão que passa de oito em oito dias.

As opções de lazer oferecidas são basicamente os espaços para jogar bola. Há mais opções de igrejas católicas que evangélicas, pois ao contrário do Assentamento, predomina no entorno o catolicismo. Os chefes de família apresentam baixo grau de escolaridade e as crianças e adolescentes estão praticamente todos na escola, assim como no Assentamento. Porém, o ingresso em faculdades é mais comum entre os jovens do entorno.

Tanto no PDS Nova Bonal como no seu entorno, foi verificado que alguns membros da família desempenham outras atividades fora do lote, Porém, no entorno são trabalhos fixos e no Assentamento são trabalhos sem vínculo empregatício, visando complementar o rendimento familiar. Além disso, as residências visitadas no entorno pareceram mais confortáveis.

Mas, a principal diferença verificada no Assentamento e no entorno é o uso predominante da terra, cultivos de seringueira e pupunheira no primeiro e produção de pastagens no segundo. Os moradores do entorno sempre viveram e trabalharam no meio rural, sendo a maioria de outros estados, como Maranhão, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Minas Gerais, Rondônia e Amazonas. Já no Assentamento, a maioria é do estado do Acre e muitos não estavam acostumados a trabalhar na terra, visto que residiam no meio urbano ou no meio rural com os pais quando ainda eram estudantes.

A permanência dos moradores do entorno do PDS Nova Bonal em suas propriedades é de mais de 20 anos. Enquanto isso, no PDS Nova Bonal, criado em 2005, 45% dos moradores tem no máximo cinco anos de permanência no local. Este resultado indica alto grau de evasão e rotatividade nas propriedades, embora existam antigos funcionários da fazenda originária do PDS que ainda moram no local há mais de 10 anos (antes da criação do assentamento).

Em suma, a infraestrutura do PDS Nova Bonal parece um pouco melhor do que no seu entorno. Já a situação econômica é um pouco melhor no entorno que no PDS Nova Bonal. Talvez porque as famílias no entorno tenham mais experiência para lidar com a terra (aparentemente), ou em razão do maior tamanho dos lotes ou ainda porque criar gado seja mais viável que o cultivo de seringa e pupunha no assentamento. Mas em relação à questão ambiental, conforme foi visto no Capítulo dois, a situação é muito melhor no PDS Nova Bonal do que no seu entorno.

#### **4.4.4. Contextualização da situação do PDS Nova Bonal com outros assentamentos**

##### **4.4.4.1. Principais fatores apontados como causadores de desmatamento nos assentamentos da Amazônia**

Os assentamentos de reforma agrária localizados na Amazônia constantemente são alvos de críticas a respeito da sua participação no desmatamento da região. Em 2006, a repórter Andréia Fanzeres do sítio “O Eco” produziu uma matéria sobre a destruição do meio ambiente, a qual intitulou de “Assentou, detonou”. Na realidade, várias pesquisas revelam um baixíssimo percentual de Reserva Legal nos assentamentos, quando não inexistentes (BATISTELLA e MORAN, 2005; SOARES e ESPINDOLA, 2008; ROCHA et al., 2008; EIRÓ e TRICAUD, 2010; CAPOANE e SANTOS, 2012).

Os principais fatores apontados como causadores do desmatamento e degradação nos assentamentos, são: a falta de planejamento na implantação, condições naturais inapropriadas ou degradadas pelo uso inadequado, falta de infraestrutura adequada, baixo retorno da produção rural associado a rendimentos incertos, dificuldade de acesso a créditos e financiamentos, tamanho dos lotes, isolamento dos lotes (distância do mercado consumidor e fornecedor), assistência técnica inexistente ou insuficiente e falta de título de posse da terra.

O planejamento na implantação de assentamentos é fundamental para o estabelecimento de qualquer projeto de reforma e deve ser tratado como prioridade. No planejamento devem ser considerados os aspectos relacionados com o meio físico, tais como: pedologia, fertilidade do solo, permeabilidade do solo, recursos hídricos, geomorfologia; assim como a disponibilidade e distribuição dos recursos (WOLSTEIN, 1998; SOARES e ESPINDOLA, 2008). Segundo Soares (2008) as políticas públicas de assistência técnica, social e de infraestrutura ao incidirem em projetos de assentamentos mal planejados, têm resultados comprometidos.

Também devem ser consideradas as dificuldades que mesmo após o acesso a terra, muitos trabalhadores ainda encontram, tais como, solos de má qualidade, áreas com relevo

muito acidentado, ausência ou excesso de chuva, áreas degradadas pelo mau uso anterior etc (MACIEL et al., 2002; MEDEIROS et al., 2003; ROCHA et al., 2008). Em alguns casos, fazendas ambientalmente degradadas são desapropriadas para a reforma agrária mediante pagamento superior ao que se podia se esperar, se tornando a venda uma forma de se desfazer de um bem de má qualidade sem maiores prejuízos ou até com lucro (TEÓFILO e GARCIA, 2003).

Mas além da baixa qualidade das terras, em muitos assentamentos a infraestrutura é precária. Estradas, hospitais ou postos de atendimento, escolas, energia elétrica, água potável, mercado para compra, estrada adequadas para escoamento da produção são fundamentais. Segundo Naase (2010) a infraestrutura contribui de maneira significativa para a qualidade de vida nos assentamentos, além de ser um fator decisivo na permanência ou não das pessoas.

A infraestrutura é um aspecto que deve ser considerado na implantação de um assentamento. Sem alternativas tecnológicas e sem infraestrutura de boa qualidade, os assentados extraem renda de seus lotes como a estratégia mais eficiente (no curto prazo), isto é, pela retirada da madeira e pela conversão da terra para pastagem visando uma futura venda, mesmo que proibida (TOURNEAU e BURSZTYN, 2010).

A produção rural demanda investimentos e o pequeno retorno advindo da venda da colheita ocorre de forma muito lenta, trazendo ainda mais preocupações para essas pessoas. Os investimentos na produção são incertos, somado a isso, os investimentos na propriedade e na residência também geram inquietações, na medida em que podem ter o mínimo de previsão sobre o futuro do estabelecimento (GOMES e SILVA, 2013).

Assim, diante da dificuldade de tornar rentável o trabalho agrícola no lote, ocorre o desmatamento significativo da vegetação, conforme observado no Projeto de Assentamento (PA) Juruena, localizado na região da Amazônia, que apresenta área desmatada próxima a 50 % (EIRÓ e TRICAUD, 2010). Dentro desse contexto, a sobrevivência da família acaba tendo prioridade em relação à conservação ambiental.

De acordo com Calandino et al. (2012), em uma expressiva proporção de projetos de assentamento foi relatada dificuldade de acesso a financiamentos rurais subsidiados pelo governo. A demora na liberação dos recursos compromete significativamente a agricultura, pois os mesmos não chegam no momento do ciclo agrícola em que são mais necessários (LEITE et al., 2007). Sem conseguir investir em sua produção, os assentados frequentemente exploram o que têm de maior liquidez e com a maior abundância, a madeira (CALANDINO et al., 2012).

Eiró e Tricaud (2010) destacam que entre outros fatores, a dificuldade de acesso a créditos levou a maioria dos assentados do PA Juruena a optar pela criação de gado e conversão da terra em pastagem, já que a mesma é a principal atividade econômica da região, sendo, portanto o meio mais seguro de capitalização.

O pequeno tamanho dos lotes nos assentamentos tem sido apontado como obstáculo à consolidação de uma agricultura familiar produtiva sustentável (WOLSTEIN, 1998; NAASE,

2010; TOURNEAU; BURZTYN, 2010;). Tourneau e Bursztyn (2010) consideram uma ambiguidade do poder público em relação à Amazônia, utilizar a área para preservação e ao mesmo para fins de reforma agrária.

A falta de documento emitido pelo INCRA que assegure o domínio do uso e acesso a terra, traz insegurança e desamparo para os moradores, podendo contribuir com o aumento do desmatamento (CUNHA e NUNES, 2008; GOMES e SILVA, 2013). Em um assentamento localizado no Rio Grande do Norte, pessoas que não pertenciam ao mesmo passaram a explorar os recursos naturais de forma intensiva, eclodindo assim conflitos entre assentados e não assentados (CUNHA e NUNES, 2008).

A assistência técnica adequada é crucial para viabilidade dos assentamentos. Segundo Soares e Espindola (2008), por vezes, os extensionistas ou órgãos de assistência técnica estão sendo mal remunerados e os serviços prestados são insuficientes ou inexistentes. Via de regra, a situação econômica da maioria dos assentados é insatisfatória, o que gera pressão sobre os recursos naturais e compromete a viabilidade econômica da política de reforma agrária.

Assim, diante de todos esses fatores, a tendência é a descaracterização dos projetos de assentamento, a baixa qualidade de vida das famílias assentadas, a destruição dos recursos naturais e a rotatividade e evasão das famílias.

#### 4.4.4.2. Assentamento PDS Nova Bonal

As principais causas de desmatamento em assentamentos na Amazônia, citadas anteriormente, na maioria não são vivenciadas no PDS Nova Bonal. Como o Assentamento foi idealizado para ser modelo de reforma agrária, houve um planejamento na sua criação e investimentos na área. Além disso, havia uma infraestrutura compatível com os ideais traçados pelo INCRA e pelo governo do estado do Acre.

A infraestrutura pré-existente na criação do projeto do Assentamento incluiu uma fábrica de processamento de palmito com todos os equipamentos necessários, além de dois tratores agrícolas, galpões, gado, implementos agrícolas, mudas para plantio etc. Além disso, como já visto, na criação do PDS investiu-se em infraestrutura.

Quanto às condições ambientais e uso anterior a criação do Assentamento, a área estava em excelentes condições, com vegetação preservada e com fontes hídricas abundantes e demais condições preservadas. Algumas casas ficam sem água no período da seca nas agrovilas Retiro e Morada Nova devido à distância das casas até as fontes hídricas, mas tem água nas agrovilas o ano todo.

O Assentamento é bem localizado. Conforme discutido anteriormente, existe mercado para compra da produção e transporte para a capital Rio Branco-AC diariamente. Em relação ao tamanho dos lotes, a maioria dos moradores não tem o lote todo plantado. Dos 65 entrevistados, apenas três moradores disseram que plantariam mais se o lote fosse maior.

Houve alguns relatos de que o lote (os 20 % destinados à produção) estava todo coberto com vegetação e o INCRA não deixava desmatar.

A informação obtida na Superintendência Regional do INCRA no Acre (INCRA-SR/14) foi de que essa era apenas uma medida usada para evitar o desmatamento, mas que de forma parcelada eles poderiam desmatar. Em relação ao título de posse, as famílias não tem a posse, mas o direito ao uso. Algumas famílias que entraram no lugar de outros moradores se queixam de não ter a sua situação regularizada. Mas, de acordo com o INCRA, é só uma questão de tempo, pois o processo de concessão é lento e demorado.

Os principais fatores apontados como causa de desmatamento em assentamentos que de fato ameaçam a sustentabilidade ambiental do PDS Nova Bonal são a assistência técnica inexistente ou insuficiente e o baixo retorno da produção rural. Conforme foi visto anteriormente, vários produtores perderam seus plantios, seja pela falta de orientação ou pela falta de aptidão natural do solo.

O fechamento da cooperativa também trouxe muitos prejuízos aos assentados, pois eles investiram no plantio de pupunha, esperando fazer o processamento do palmito na cooperativa. Atualmente o principal desejo dos moradores é que a fábrica seja reaberta e que a cooperativa volte a funcionar, pois não há comércio para a enorme produção de pupunha.

Mas, após o fechamento da fábrica, os equipamentos foram levados embora e nesse caso é necessário montar a fábrica novamente para que volte a funcionar. Estruturas criadas para o uso coletivo, tais como galpões, estábulos foram destruídas. O que se observa é que embora o Assentamento tenha sido criado com base em um modelo de gestão coletiva, na célula familiar e no manejo comunitário da floresta, predomina no local o individualismo. Um exemplo disso é a não utilização da reserva coletiva pelos moradores das agrovilas.

Diante da análise dos principais fatores envolvidos no desmatamento e degradação dos assentamentos de reforma agrária, o que se verifica é que de fato, o Assentamento se mantém em boas condições de conservação. No entanto, acredita-se que embora todos os fatores citados tenham sido essenciais para conservação da área, sem a fiscalização constante ocorrida no local, estes não teriam sido suficientes.

Conforme foi constatado, os moradores enfrentam problemas econômicos, portanto existe uma pressão muito grande sobre os recursos naturais. Nesse caso, uma forma de garantir a manutenção dos recursos seria a melhoria das condições econômicas dos assentados. Como alternativas vislumbra-se a reabertura da fábrica de beneficiamento de palmito e implementação de um projeto de Pagamento por Serviços Ecosistêmicos (PSE) para compensação pela manutenção da floresta.

Essas medidas também contribuiriam para reduzir a evasão e a rotatividade verificada no local. Quase 35 % dos assentados não pegaram o lote diretamente do INCRA, isso sem contar que alguns lotes já mudaram de dono mais de uma vez e a informação de que aproximadamente 30 % das casas se encontram fechadas.

#### **4.5. CONCLUSÕES**

O valor numérico do índice de Sustentabilidade obtido nesta pesquisa foi 0,77, considerando as dimensões social, econômica e ambiental. De acordo com a classificação proposta na metodologia, tal valor revela um médio nível de sustentabilidade. No entanto, o índice individual da dimensão econômica foi de 0,53, indicando uma possível incompatibilidade entre os atuais modelos de expansão econômica com a conservação do meio ambiente.

A principal diferença verificada entre o Assentamento e o entorno é o uso predominante da terra, cultivos de seringueira e pupunheira no primeiro e produção de pastagens no segundo. A análise comparativa de ambos revelou que o Assentamento apresenta melhores condições de infraestrutura, tais como, escola de melhor qualidade, transporte coletivo diário, presença de assistência médica, serviço de coleta de lixo e opções de lazer.

A situação econômica é um pouco melhor no entorno, visto que, proporcionalmente, os salários são um pouco maiores que no Assentamento e com vínculo empregatício, além das casas serem mais confortáveis. Mas em relação à questão ambiental, a situação é muito melhor no Assentamento que no entorno.

Entre os fatores apontados como causa de desmatamento em assentamentos de reforma agrária na Amazônia, os que mais ameaçam a sustentabilidade ambiental do PDS Nova Bonal é a assistência técnica insuficiente ou inexistente e o baixo retorno da produção rural, associado a rendimentos incertos.



## 5. AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

### 5.1. RESUMO

O bem estar da sociedade depende significativamente dos serviços prestados pela natureza, que incluem a regulação do clima, a manutenção dos recursos hídricos e da biodiversidade, entre outros. No entanto, o crescimento acelerado da população, o padrão de consumo insustentável e a busca pelo aumento dos rendimentos econômicos ou pela sobrevivência, têm levado à perda dos serviços ecossistêmicos pela substituição da floresta por outros usos que são incompatíveis com a manutenção desses serviços. Esta pesquisa teve como objetivo estimar e valorar o carbono armazenado na biomassa viva, na serrapilheira e no solo no Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal no estado do Acre, onde mantém-se mais de 80 % de sua área coberta com floresta; e no seu entorno, onde predominam pastagens. Também foram avaliadas as potencialidades e limitações de desenvolvimento de um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE). Na análise foram utilizados dados de biomassa seca e de carbono obtidos em pesquisas realizadas no Estado do Acre e mapas de vegetação, solos e uso da terra. Estimaram-se os estoques totais de carbono e o seu incremento anual. Primeiramente, foram estimados os estoques de carbono da biomassa aérea e subterrânea, da serrapilheira e do solo, com a posterior valoração dos mesmos. Com base na estimativa do incremento médio anual da biomassa acima e abaixo do solo, procedeu-se à quantificação e valoração do carbono armazenado anualmente na biomassa viva no PDS Nova Bonal. Por último foram identificados os principais serviços ecossistêmicos prestados no PDS. O carbono estocado no PDS foi estimado em 2.187.515,1 t, sendo 187,4 t ha<sup>-1</sup> ou 687,0 t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. Já o entorno, armazena nos três compartimentos um total de 5.671.535,4 t de carbono, que corresponde a 61,5 t ha<sup>-1</sup> ou 225,4 t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. Em termos monetários, o carbono total foi valorado em R\$4.655,42 ha<sup>-1</sup> no PDS e R\$1.527,37 ha<sup>-1</sup> no entorno. O incremento anual total de carbono no PDS nova Bonal foi estimado em 14.859,2 t de carbono, que corresponde a 54.483,7 t de CO<sub>2</sub>e, valoradas em R\$369.194,90. Esse valor dividido entre as 212 famílias equivale a uma renda anual de R\$1.741,49 por família que poderia ser utilizada na melhoria da infraestrutura e qualidade de vida das pessoas. Entre os principais serviços ecossistêmicos prestados no PDS destaca-se a manutenção da diversidade, dos recursos hídricos, a conservação do solo, o suprimento de alimentos e matéria-prima para construções, serviços de polinização, remédios, armazenamento de carbono, entre outros. Concluiu-se que o PDS Nova Bonal contribui com a melhoria das condições ambientais em nível local, regional e global e que uma maneira de compensar os moradores pela manutenção da floresta seria o desenvolvimento de um projeto de PSE com enfoque no comércio de carbono. Por sua vez, o incremento na renda familiar contribuiria para redução da pobreza e melhoria das condições de vida, assegurando a continuidade dos serviços prestados.

**Palavras-chaves:** carbono, biomassa, Assentamento.

## 5.2. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem ganhando importância a utilização de instrumentos econômicos para mitigar o uso predatório dos recursos naturais e fomentar sua proteção e uso sustentável (MMA, 2005). Principalmente quando integrados aos instrumentos de “Comando e Controle”, que isoladamente, mostram-se pouco eficazes (MMA, 2005; NASCIMENTO et al., 2013; CGEE; 2011; OLIVEIRA et al., 2013; MANFREDINI et al., 2014). Além de representarem uma alternativa de melhoria socioeconômica para as populações rurais e tradicionais, auxiliando na redução da pobreza e aumentando o bem estar destas populações (FASIABEN et al., 2009).

A mudança de uso da terra é a principal ameaça à biodiversidade. A busca pelo aumento dos ganhos econômicos tem levado a conversão de importantes áreas de conservação da natureza em outros usos, resultando na perda de habitat para a biodiversidade (CHOMITZ, 2004). Estão incluídas nesse contexto as APPs e Reserva Legal, que a despeito da sua importância para a proteção e restauração de processos ecológicos essenciais, em sua maioria encontram-se sem cobertura original ou com algum passivo ambiental, conforme verificado em alguns trabalhos sobre o assunto (CAPOANE e SANTOS, 2012; CUNHA e NUNES, 2008).

Segundo Young et al. (2007), nenhuma estratégia que vise a redução do desmatamento será bem sucedida se não levar em consideração alguma estimativa do custo. Para manutenção da floresta existe um custo de oportunidade que precisa ser compensado. Nesse sentido, o instrumento Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE) pode representar uma importante ferramenta de gestão ambiental na redução do desmatamento e na melhoria da qualidade do solo e da água.

Alguns estados da Amazônia Legal se adiantaram em suas políticas e criaram leis sobre PSA. Os Estados do Acre, Pará, Mato Grosso e Amazonas aderiram ao regime de metas de redução de desmatamento estabelecido pelo Governo Federal e aprovaram planos estaduais de redução do desmatamento (CGEE/IPAM/SAE, 2012). No Acre, a valorização da floresta teve sua origem nos movimentos de seringueiros, de castanheiros e povos indígenas, nas décadas de 70 e 80 e desde 1999 o Governo do Acre adota políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável e redução do desmatamento (WWF BRASIL, 2013).

Entre elas, destaca-se a Lei nº 1.277 de janeiro de 1999, que pode ser considerada uma iniciativa de PSE que paga aos produtores estaduais de borracha natural bruta um subsídio pelos Serviços Ecossistêmicos prestados, chamados genericamente de Serviços Ambientais. Atualmente, existe no Estado do Acre, o ICMS Verde, o projeto “Conservador de água e solo na bacia hidrográfica do Riozinho do Rôla sub-bacia do Rio Acre” - iniciativa do Programa Produtor de Água na Amazônia, o Programa de Desenvolvimento Sustentável da Produção Familiar Rural da Amazônia (PROAMBIENTE), o programa Bolsa Verde, e o programa de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal (REDD).

Dentre os instrumentos citados acima, o REDD é estratégico para o cumprimento das metas de redução do desmatamento estabelecidas no Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia, e desempenha importante papel na Política de Valorização do Ativo Ambiental Florestal do Estado do Acre, que ainda mantém 86 % da sua cobertura florestal original (WWF, 2013).

A implementação de projetos de Pagamento por Serviços Ecosistêmicos (PSE), em áreas prioritárias para a conservação da natureza no Estado do Acre é fundamental para a manutenção dos ativos ambientais. O Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal pode ser considerado uma dessas áreas, pois mantém mais de 80 % de sua área coberta com florestas, estando inserido numa área onde as paisagens predominantes são as pastagens e a vegetação primária remanescente encontra-se muito fragmentada.

Porém o Assentamento não apresenta uma boa condição econômica, conforme visto no Capítulo quatro. Desse modo, a implantação de um projeto carbono florestal contribuiria para melhorar a situação socioeconômica do Assentamento e diminuir a pressão econômica sobre a floresta, que inclusive já apresenta sinais de degradação e desmatamento. Além de representar uma maneira de fazer justiça social pela preservação da floresta.

Assim, este trabalho teve como objetivo estimar e valorar os estoques de carbono no PDS Nova Bonal e no seu entorno, avaliar as potencialidades e limitações de desenvolvimento de um projeto de PSA-Carbono no PDS e identificar os principais serviços ecossistêmicos prestados no local.

### **5.3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **5.3.1. Identificação e descrição da área de estudo**

A área de estudo corresponde à área do Assentamento Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Nova Bonal e à região do seu entorno (10 km de raio a partir do limite do Assentamento). Ambos estão inseridos no Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Pedro Peixoto. O PDS Nova Bonal possui área de 11.674,9 ha e o seu entorno de 91.799,3 ha, totalizando 103.474,2 ha. A descrição detalhada do PDS Nova Bonal encontra-se no Capítulo um e do entorno no Capítulo dois.

#### **5.3.2. Base de dados necessária para estimar os estoques de carbono do PDS Nova Bonal**

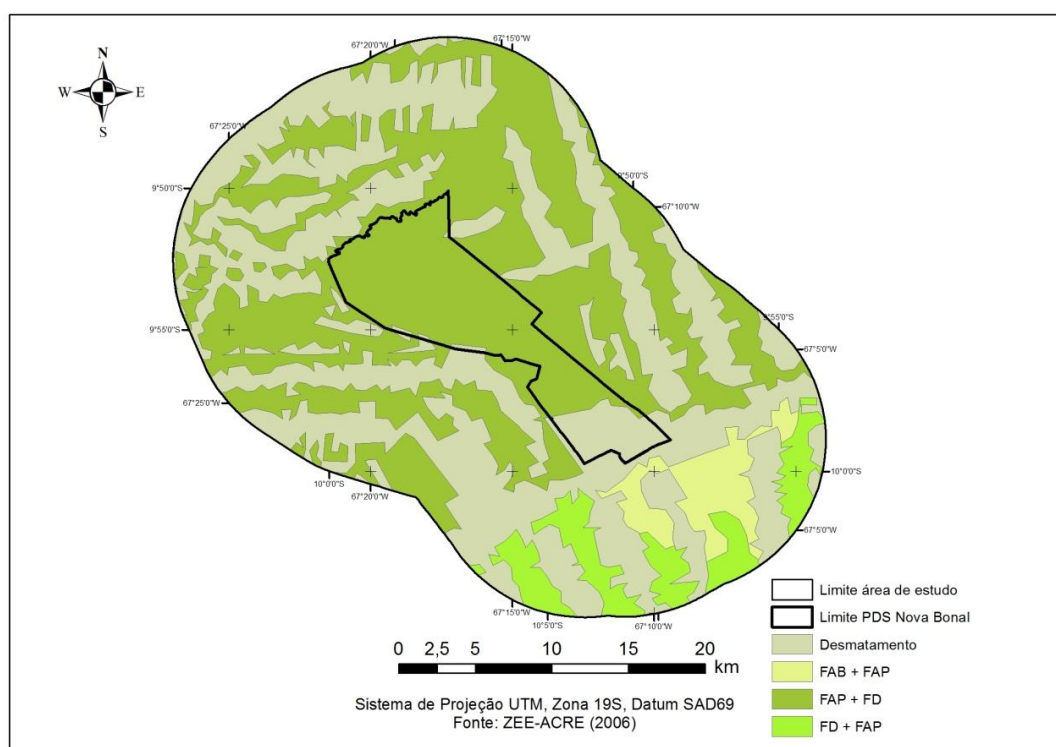
Para estimar os estoques de carbono no PDS Nova Bonal e no seu entorno, foram utilizados: o mapa de uso e cobertura da terra de 2012 do programa TerraClass (INPE, 2015); os mapas de vegetação e de solos, do ZEE do Estado do Acre (ACRE, 2006); e dados de biomassa seca e carbono, do Estado do Acre, obtidos por Salimon et al. (2011) e Melo (2003), respectivamente.

### 5.3.3. Estimativa dos estoques de carbono armazenados no PDS Nova Bonal

Foram estimados os estoques de carbono da biomassa viva acima e abaixo do solo, da biomassa morta (serrapilheira) e de carbono do solo. A biomassa acima do solo é constituída, principalmente, de plantas arbóreas que contém o tronco (lenho + casca) e a copa (galhos + folhas), e a biomassa abaixo do solo de raízes grossas e finas (MALHI et al., 2009). A biomassa morta corresponde aos resíduos orgânicos em decomposição e o carbono do solo à matéria orgânica.

#### 5.3.3.1. Biomassa viva acima do solo

Para estimar o carbono armazenado na biomassa viva acima do solo, inicialmente foi realizada a interseção dos mapas de vegetação (Figura 5.1.) e de uso e cobertura da terra (Figura 2.7, Capítulo dois), para identificar a tipologia florestal correspondente ao uso da terra, no caso a classe de uso “floresta”. Procedeu-se então, ao cálculo dos estoques de carbono com base na dimensão das áreas e no peso seco correspondente à biomassa viva da tipologia florestal, obtido da pesquisa de Salimon et al. (2011), conforme Tabela 5.1.



FAB + FAP: floresta aberta com bambu + floresta aberta com palmeiras, FAP + FD: Floresta aberta com palmeiras + floresta densa, FD + FAP: Floresta densa + floresta aberta com palmeiras.

Figura 5.1. Vegetação no PDS Nova Bonal e no seu entorno (ACRE, 2006).

Salimon et al. (2011) utilizaram dados de cobertura da terra do ZEE (ACRE, 2006) fornecidos pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente, dados de campo de parcelas permanentes e mapa de vegetação do ZEE do Acre (ACRE, 2006), para estimar a biomassa

seca das tipologias florestais. A partir do inventário florestal com medição do Diâmetro a Altura do Peito (DAP) das plantas arbóreas, foi calculada a quantidade da biomassa seca em Mg ha<sup>-1</sup> de cada tipologia florestal do Estado do Acre, utilizando a equação alométrica de Brown (1997).

Tabela 5.1. Biomassa acima do solo das tipologias florestais e classes de uso da terra no Estado do Acre

Tipologias florestais e classes de uso da terra	Biomassa acima do solo (Mg ha <sup>-1</sup> )*
Área urbana	0
Agricultura	11,6
Floresta secundária	37
Superfície d'água	0
Pastagem	16
Praia	0
ODF (Campinaranas)	20,1
FAB – Aluvial	192,8
FAB + FAP	186,5
FAB + FAP + FD	274,9
FAB + FD	274,2
FABD	192,8
FAP	303,1
FAP – A	218,5
FAP – A + Pab	218,5
FAP – A + Vs	218,5
FAP + FAB	234,3
FAP + FAB + FD	274,9
FAP + FD	251,5
FAP + FD + FAB	274,9
FAP + Pab	218,5
FD	328,8
FD – Submontana	85,1
FD – PAP	315,9

\*Valores em peso seco.

Fonte: Adaptado de Salimon et al. (2011).

De posse do peso da biomassa de cada tipologia florestal obtida de Salimon et al. (2011), procedeu-se então ao cálculo do carbono. Em uma pesquisa realizada por Higuchi e Carvalho Júnior (1994), foi obtido um valor médio igual a 48 %, quando analisadas amostras do tronco de 19 espécies de árvores comuns na Amazônia, considerando a concentração de carbono no tronco, galhos grossos, galhos finos, folhas e flores e/ou frutos. Na presente pesquisa, optou-se por utilizar dados secundários, ou seja, dados com menor precisão,

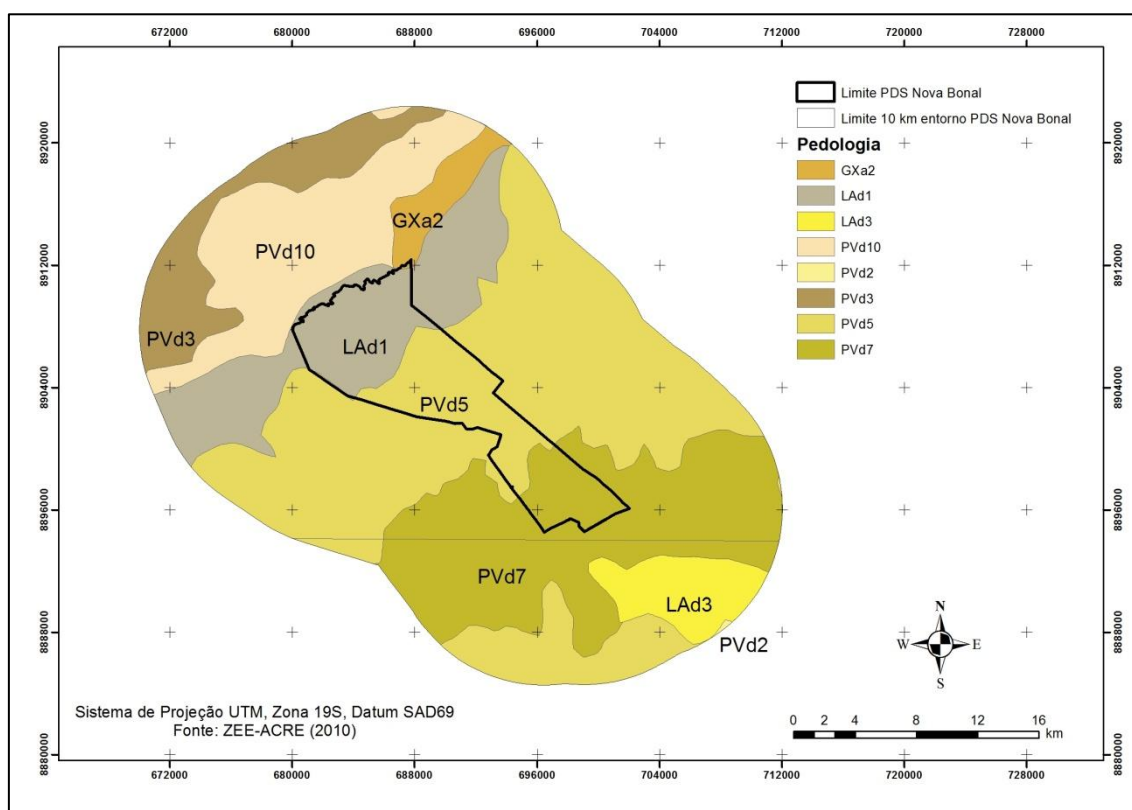
considerou-se que o carbono corresponde a 50 % da biomassa seca, assim como na maioria dos trabalhos consultados.

### 5.3.3.2. Biomassa viva abaixo do solo e na serrapilheira

Para estimar o carbono da biomassa viva abaixo do solo foi considerado um fator utilizado por Malhi et al. (2009) relatado para florestas tropicais, no qual a biomassa do sistema radicular corresponde a 21 % da biomassa aérea. Em diversos trabalhos realizados na Amazônia foi utilizado esse fator (HOUGHTON et al., 2001; COSTA et al., 2012; MALHI et al., 2009). Segundo Malhi et al. (2009) a biomassa da raiz raramente tem sido medida por coleta direta e na falta dessas medidas, a utilização de relações empíricas é o melhor método para estimar a biomassa viva sob o solo. E, para estimar a biomassa da serrapilheira foi considerado que esta corresponde a 3 % da biomassa viva total (acima e abaixo do solo) conforme proposto por BRASIL (2010).

### 5.3.3.3. Solo

Os estoques de carbono do solo foram estimados com base nas áreas obtidas pela interseção dos mapas de solos (Figura 5.2) e de uso e cobertura da terra (Figura 2.7, Capítulo dois) e nos teores de carbono obtidos por Melo (2003), que avaliou os estoques de carbono das principais classes de solo do estado do Acre até 1 m de profundidade.



Nota: GXa2: Gleissolo Háplico aluminico, Neossolo Flúvico Td Distrófico; LAd1: Latossolo Amarelo Distrófico; LAd3: Latossolo Amarelo Distrófico argissólico, Latossolo Vermelho Distrófico; PVd10: Argissolo Vermelho Distrófico Cambissolo Háplico aluminico; PVd2: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico; PVd3: Argissolo Vermelho Distrófico abruptico,

Cambissolo Háplico aluminico PVd5: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, Latossolo Vermelho Amarelo distrófico; PVd7: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico, Alissolo Crômico argilúvico típico.

Figura 5.2. Solos no PDS Nova Bonal e no seu entorno (ACRE, 2006).

Para estimar o teor de carbono armazenado nas diferentes classes de solos, Melo (2003), utilizou uma base cartográfica de solos na escala 1:100.000 e informações analíticas de 227 perfis de solos. O cálculo dos estoques de carbono ( $\text{kg m}^{-2}$ ) foi realizado multiplicando a concentração de carbono (%), a densidade aparente do solo ( $\text{kg m}^{-3}$ ) e a espessura h (m) do horizonte.

Uma vez que nas publicações utilizadas por Melo não constava os valores de densidade, esta foi estimada utilizando equações multilíneas que relacionam teor de argila, carbono e pH com densidade do solo, obtidos a partir de dados de solos representativos da Bacia Amazônica. Como resultados das análises foram obtidos os estoques de carbono para as principais classes de solos do estado do Acre (Tabela 5.2).

Tabela 5.2. Estoque de carbono do solo ( $\text{kg m}^{-2}$ ) até 1 m de profundidade no Estado do Acre

Classes de solo	C ( $\text{kg m}^{-2}$ )
Luvissolos Crômicos	7,5 ± 1,1
Luvissolos Hipocrômicos	7,1 ± 1,4
Vertissolos Ebânicos	11,3
Cambissolos Háplicos Ta eutróficos	5,9 ± 1,6
Cambissolos Háplicos Ta distróficos	6,9 ± 1,5
Cambissolos Háplicos Tb distróficos	6,4 ± 2,1
Chernossolos Háplicos	8,9 ± 1,4
Argissolos Vermelhos distróficos	6,8 ± 1,4
Argissolos Amarelos distróficos	5,8 ± 1,3
Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos	6,1 ± 1,9
Nitossolos Háplicos distróficos	5,9 ± 2,5
Nitossolos Vermelhos distróficos	5,8 ± 1,0
Alissolos Crômicos	6,8 ± 1,3
Alissolos Hipocrômicos	7,8 ± 1,6
Gleissolos Háplicos Ta eutróficos	6,3 ± 2,1
Gleissolos Háplicos Ta distróficos	7,4 ± 3,7
Neossolos Flúvicos Ta eutróficos	5,2 ± 1,0
Plintossolos Háplicos Ta distróficos	7,7 ± 1,4
Plintossolos Argilúvicos Ta distróficos	6,6 ± 0,8
Latossolos Vermelhos distróficos	5,9 ± 1,7
Latossolos Amarelos distróficos	6,3 ± 2,1

Fonte: Adaptado de Melo (2003).

Optou-se por utilizar o mapa de solos do ZEE, ao invés do mapa produzido durante a elaboração do Plano de Desenvolvimento do Assentamento (PDA), que é um mapa com maior nível de detalhes, pelo fato do primeiro abranger toda a área de estudo, incluindo o entorno.

#### **5.3.4. Incremento médio anual de carbono**

Neste item, pretendeu-se estimar o quanto de carbono está sendo armazenado na biomassa acima e abaixo do solo anualmente no PDS Nova Bonal, considerando o incremento médio anual da classe de uso “floresta”. Com isso foi possível calcular a quantidade de CO<sub>2</sub>-equivalente (CO<sub>2</sub>e) fixado.

Foi considerado um incremento florestal médio aproximado de 1,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> obtido por Higuchi et al. (2004), em um estudo realizado em Manaus sobre a dinâmica e o balanço de carbono da vegetação primária.

Não foi estimado o incremento do carbono armazenado na serrapilheira porque é esperado que a o balanço entre a deposição e decomposição da mesma sejam equivalentes em floresta em clímax, ou seja, não ocorre acúmulo. De acordo com Bray e Gorham (1964), em geral ocorre acumulação da serrapilheira até a idade que as árvores atingem a maturidade. Após esse ponto pode haver um pequeno decréscimo ou estabilização.

Em relação ao carbono armazenado no solo, embora se reconheça que em solos que não são revolvidos, como por exemplo, os solos sob floresta, ocorre aumento nos estoques de carbono ao longo do ano, não foi possível estimar o incremento anual dos estoques de carbono devido à escassez de dados disponíveis na literatura. A maioria dos trabalhos consultados descrevem apenas os estoques existentes nas diferentes classes de solos e/ou relacionam os estoques com o tipo de uso da terra.

#### **5.3.5. Valoração do carbono armazenado no PDS Nova Bonal**

A valoração do carbono foi realizada com base nos custos de oportunidade para evitar o desmatamento em assentamentos no Estado do Acre (WWF, 2013), pensando no mercado para REDD, uma vez que no âmbito do MDL, o carbono evitado é considerado modalidade não elegível. Foi considerado no cálculo apenas o carbono evitado, ou seja, o CO<sub>2</sub>-equivalente (CO<sub>2</sub>e) presente na biomassa florestal viva acima e abaixo do solo, na serrapilheira e no solo sob floresta. Também foi considerado o incremento anual de carbono florestal na biomassa viva.

#### **5.3.6. Identificação dos principais serviços prestados no PDS Nova Bonal**

Para destacar a importância do PDS Nova Bonal na manutenção dos serviços ecossistêmicos, foi feita uma breve descrição de alguns serviços prestados na área com base em informações levantadas na literatura, nos questionários aplicados e em fotos e imagens digitais.



## 5.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.4.1. Estoques de carbono na biomassa viva acima e abaixo do solo, na serrapilheira e no solo

Com base nos dados de Salimon et al. (2011) foi elaborada a Tabela 5.3, onde constam as estimativas da biomassa viva acima do solo (BAS) em  $\text{Mg ha}^{-1}$  (peso seco) e do carbono da BAS, da biomassa abaixo do solo (BS) e da serrapilheira, em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , das tipologias florestais presentes na área de estudo.

Tabela 5.3. Estimativa da biomassa acima do solo (BAS) e dos estoques de carbono da BAS, da biomassa abaixo do Solo (BS) e da serrapilheira, em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , das tipologias florestais da área de estudo

Tipologia florestal	BAS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )	Carbono ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )			
		BAS	BS	Serrapilheira	Total
FAP + FD*	251,5	125,75	26,41	4,56	156,72
FD + FAP	315,9	157,95	33,17	5,73	196,85
FAB + FAP	186,5	93,25	19,58	3,38	116,22

FAB + FAP: floresta aberta com bambu + floresta aberta com palmeiras, FAP + FD: Floresta aberta com palmeiras + floresta densa, FD + FAP: Floresta densa + floresta aberta com palmeiras.

A estimativa da biomassa acima do solo em  $\text{Mg ha}^{-1}$ , utilizada para o cálculo dos estoques de carbono na presente pesquisa é semelhante aos valores encontrados em outros trabalhos realizados na Amazônia, embora os mesmos sejam bem variados. Brown et al. (1992) estimou em  $320 \text{ Mg ha}^{-1}$  a biomassa acima do solo (peso seco) em floresta aberta no estado do Acre, a partir de dados de inventários de árvores  $\geq 10 \text{ cm}$  e equações alométricas.

Fearnside et al. (1993) estimou em  $244 \text{ Mg ha}^{-1}$  a biomassa de floresta densa em Manaus, por meio de medição direta da biomassa viva acima do solo. Em outro estudo feito na Amazônia utilizando dados de outros trabalhos, a biomassa foi estimada em  $437 \text{ Mg ha}^{-1}$  em floresta densa e  $453 \text{ Mg ha}^{-1}$  em floresta aberta, no Estado do Acre (FEARNSIDE et al., 1996). Nesse mesmo estudo a biomassa média da Amazônia foi estimada em  $434 \text{ Mg ha}^{-1}$ .

Em outros trabalhos publicados mais recentemente, como o de Castilho et al. (2006), a biomassa de floresta de terra firme com palmeiras, em Manaus, foi estimada em  $307,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ , utilizando dados de inventário e a equação alométrica de Higuchi et al. (1998). Em outra ocasião, Higuchi et al. (2004), utilizando a mesma equação, obteve a estimativa de  $358 \text{ Mg ha}^{-1}$  para floresta densa de terra firme em Manaus.

Estimativas de biomassa a partir de dados de sensoriamento remoto indicaram valores de  $272,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  de biomassa acima do solo para floresta densa, de  $200,2 \text{ Mg ha}^{-1}$  para floresta aberta e de  $212,3$  para floresta de bambu; na Amazônia (SAATCHI et al., 2007).

Essa variação nos valores de biomassa pode ser atribuída à variabilidade natural da floresta e à vastidão da Amazônia que leva à utilização de bancos de dados pequenos ou

dados produzidos em larga escala, que por sua vez geram incertezas nas estimativas. Como fatores de variabilidade natural, Russo (1983) cita a idade do povoamento, a genética, a nutrição, a altitude e a umidade do solo. Brown et al. (1989) citam a variação por região geográfica, tipo de região (úmida, encharcada ou seca), tipo florestal, estrutura florestal e grau de distúrbio da floresta.

Quanto a base de dados, é fonte de variação a utilização de dados de inventários realizados nas décadas de 70 e 80 em larga-escala, como o RadamBrasil (FEARNSIDE, 2000; HOUGHTON et al., 2001). Tais inventários eram voltados para a exploração comercial da madeira, sendo consideradas apenas as árvores com DAP  $\geq 10$  cm, subestimando em até 30% a biomassa da floresta (BROWN, 1997).

Alguns dados foram produzidos a partir de um fator de correção utilizado para estimar a biomassa de árvores com DAP  $< 25$  cm. No entanto, o fator é único para todas as árvores, não sendo considerada a variação entre as espécies e entre os sítios. Embora, a densidade da madeira varie até entre as diferentes partes da árvore (troncos, galhos grandes, galhos pequenos etc.) e dentro da mesma parte no sentido medula casca (Higuchi et al., 2004).

Os métodos utilizados para estimar a biomassa também podem levar a estimativas poucos confiáveis. Mesmo o método direto quando baseado em poucas parcelas, pequenas e tendenciosamente escolhidas (BROWN et al., 1989). Porém, apesar de não haver um consenso sobre o assunto, muitos pesquisadores consideram a quantificação da biomassa a partir de equações alométricas menos precisa (HIGUCHI et al., 1998; NELSON et al., 1999; PARRESOL, 1999; SEGURA, 2005).

Assim, com base nos valores de biomassa seca de Salimon et al. (2011), realizou-se a estimativa dos estoques totais de carbono na biomassa viva e na serrapilheira (Tabela 5.4).

Tabela 5.4. Carbono total (Mg) armazenado na biomassa acima do solo (BAS), na biomassa abaixo do solo (BS) e na serrapilheira; no PDS Nova Bonal e no seu entorno

Área (ha)	Carbono (Mg)			
	BAS	BS	Serrapilheira	Total
	PDS Nova Bonal			
9.906,1	1.245.694,7	261.595,9	45.218,7	1.552.509,3
	Entorno			
25.385,5	3.228.427,1	677.969,7	117.191,9	4.023.588,6

#### 5.4.2. Estoques de carbono no solo

O conteúdo de carbono armazenado no solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) em cada classe de solo encontra-se na Tabela 5.5. Comparando com o trabalho de Malhi et al. (2009) realizado em três sítios focais de vegetação primária na Amazônia, as estimativas dos estoques de carbono do solo aqui apresentadas são um pouco menores. Os valores obtidos por Malhi e seus colaboradores variaram de 74 a  $127 \text{ Mg C ha}^{-1}$  na profundidade de 2 m.

Tabela 5.5. Carbono armazenado no solo sob floresta para as unidades de mapeamento existentes no PDS Nova Bonal e no seu entorno

*UM	Área (ha)	C (Mg ha <sup>-1</sup> )	C total em Mg
<b>PDS Nova Bonal</b>			
GXa2	21,4	63,0	1.346,3
LAd1	4.423,9	63,0	278.703,4
PVd5	4.681,2	64,5	301.938,9
PVd7	779,7	68,0	53.017,2
C total (Mg)			635.005,8
<b>Entorno</b>			
GXa2	1.129,4	63,0	71.149,8
LAd1	3.863,7	63,0	243.415,4
LAd3	1.107,6	61,0	67.564,4
PVd10	2.288,4	66,0	151.035,4
PVd2	8,0	69,0	553,5
PVd3	807,7	78,5	63.404,9
PVd5	11.067,1	64,5	713.827,9
PVd7	4.955,8	68,0	336.995,4
C total (Mg)			1.647.946,8

Nota: A Unidades de Mapeamento (\*UM) foram descritas abaixo da Figura 5.2.

#### 5.4.3. Incremento médio anual de carbono no PDS Nova Bonal

O incremento anual de carbono na biomassa viva total (BAS + BS), assim como o carbono total armazenado anualmente no PDS Nova Bonal encontra-se na Tabela 5.6, em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e em Mg, respectivamente.

Tabela 5.6. Incremento anual de carbono (C) em Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na biomassa acima do solo (BAS) e na biomassa abaixo do solo (BS) no PDS Nova Bonal

Classe de uso da terra	Área (ha)	C (Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) BAS + BS	C total (Mg)
Floresta	9.906,12	1,5	14.859,18

O incremento anual de carbono na biomassa variou bastante nos trabalhos consultados na literatura. As taxas de acumulação de carbono na biomassa acima do solo em florestas primárias na Amazônia foram de 0,97 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (PHILIPS et al., 1998); 1,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (GRACE et al., 1995); 1,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (HIGUCHI et al., 2004); 2,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (FAN et al., 1990); e 5,9 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (MALHI, 1998). Também foram obtidos valores bem mais altos em três sítios focais na Amazônia, cujos valores variaram de 10,1 a 14,4 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, considerando o carbono da biomassa viva total e da serrapilheira (MALHI et al.; 2009). Fearnside (2013) cita um fluxo líquido de 1-6 Mg C ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, medido por sensores implantados em torres acima das copas das árvores.

Nesta pesquisa optou-se por utilizar o incremento médio anual de 1,2 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> obtido por Higuchi et al. (2004) porque acredita-se que o acúmulo de carbono na biomassa no PDS Nova Bonal seja baixo, uma vez que a floresta é madura e apresenta baixo grau de intervenção antrópica. Além disso, o monitoramento de parcelas fixas realizado por Higuchi et al. em Manaus durante quatorze anos, considerando as taxas de recrutamento e mortalidade das árvores, parece é um bom indicativo do incremento de carbono.

#### 5.4.4. Valoração do carbono estocado no PDS Nova Bonal e no seu entorno

São apresentados neste item os estoques totais de carbono estimados nos compartimentos analisados na pesquisa, o CO<sub>2</sub>-equivalente sequestrado da atmosfera e os valores monetários correspondentes no PDS Nova Bonal e no seu entorno (Tabela 5.7).

Tabela 5.7. Estoques totais de carbono e CO<sub>2</sub>e, em toneladas, e o seu valor monetário, considerando o valor de US\$1,95 (R\$ 6,77) por tonelada de CO<sub>2</sub>e, no PDS Nova Bonal e no seu entorno

Carbono armazenado	Tonelada	Tonelada CO <sub>2</sub> e	Valor total (R\$)
	<b>PDS Nova Bonal</b>		
Biomassa viva acima do solo	1.245.694,7	4.567547,2	30.950.841,44
Biomassa viva abaixo do solo	261.595,9	959.184,9	6.499.676,63
Serrapilheira	45.218,7	165.802,0	1.123.515,62
Solo	635.005,8	2.328.354,5	15.777.512,11
Total	2.187.515,1	8.020.888,5	54.351.545,81
Incremento anual	14.859,2	54.483,7	369.194,90
	<b>Entorno</b>		
Biomassa viva acima do solo	3.228.427,1	11.837.565,9	80.214.305,84
Biomassa viva abaixo do solo	677.969,7	2.485.888,8	16.845.004,16
Serrapilheira	117.191,9	429.703,6	2.911.779,25
Solo	1.647.946,8	6.042.471,6	40.945.298,18
Total	5.671.535,4	20.795.629,9	140.916.387,43

De acordo com as estimativas apresentadas na Tabela 5.7, o PDS Nova Bonal possui armazenado na biomassa acima e abaixo do solo, na serrapilheira e no solo, um total de 2.187.515,1 t de carbono (1 Mg = 1 t), que corresponde 187,4 t ha<sup>-1</sup> de carbono ou 687,0 t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. Já o entorno, armazena nos três compartimentos um total de 5.671.535,4 t de carbono, que corresponde a 61,5 t ha<sup>-1</sup> de carbono ou 225,4 t CO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. Em termos monetários, o CO<sub>2</sub>e foi estimado em R\$4.655,42 ha<sup>-1</sup> no PDS e R\$1.527,37 ha<sup>-1</sup> no entorno.

Comparando os estoques de biomassa em t ha<sup>-1</sup>, percebe-se que proporcionalmente existe mais carbono armazenado no PDS Nova Bonal do que na região do entorno. Desse modo existe um custo de oportunidade que não está sendo utilizado no Assentamento que

pode ser revertido em benefícios para as famílias que ali vivem através da implementação de um projeto de REDD.

Considerando o incremento anual total de carbono no Assentamento, são armazenados na biomassa viva, 14.859,2 t de carbono, que corresponde a 54.483,7 t de CO<sub>2</sub>e No mercado de carbono para REDD renderia em torno de R\$369.194,90 por ano. Esse valor dividido entre as 212 famílias equivale a uma renda anual de R\$1.741,49 por família que poderia ser utilizada na melhoria da infraestrutura e qualidade de vida das pessoas.

Porém é importante lembrar que as estimativas de carbono feitas nesse estudo apresentam incertezas, tais como a utilização de mapas elaborados em escalas pequenas, utilização de dados secundários de biomassa e carbono, ausência de dados como o histórico de uso da terra.

#### **5.4.5. Principais Serviços Ecossistêmicos prestados no PDS Nova Bonal**

Numa floresta, os processos naturais resultantes das complexas interações entre os componentes bióticos e abióticos dão origem a uma variedade de funções denominadas de funções ecossistêmicas (DE GROOT et al., 2002). Essas funções, por sua vez, quando tem a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas passam a ser consideradas como serviços ecossistêmicos (HUETING et al., 1998).

Uma função ecossistêmica pode gerar mais de um serviço ecossistêmico ou podem ser necessárias mais de uma função ecossistêmica para gerar apenas um serviço ecossistêmico (COSTANZA et al., 1997). A provisão dos serviços ecossistêmicos vai depender das condições de preservação da floresta, incluindo o seu grau de fragmentação, conforme discutido no Capítulo dois.

No Assentamento PDS Nova Bonal existe atualmente uma floresta com aproximadamente 9.906,12 ha de área contínua. Apesar dos relatos de alguns moradores sobre extração clandestina de madeira que ocorre no local e de já ter havido dois incêndios de grandes proporções na área, quando se compara a sua cobertura florestal com o entorno (10 km de raio), percebe-se a sua importância para manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Considerando o Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais do estado do Acre, que reconhece quatro categorias de serviços ambientais, mitigação de gases de efeito estufa, provisão de serviços hidrológicos, valor paisagístico e biodiversidade (VONADA e BORGES, 2011), o Assentamento contribui com variados serviços e possui alto potencial para implementação de PSE.

O PDS Nova Bonal possui uma extensa rede de drenagem, que é proporcionalmente maior que a do entorno. Nesse sentido, a preservação da floresta torna-se fundamental para continuidade dos serviços hidrológicos, que incluem: a regulação dos fluxos hidrológicos, a manutenção da qualidade da água, a proteção do solo contra erosão, a amenização de extremos climáticos, entre outros.

De acordo com estudos feitos na elaboração do Plano de Desenvolvimento do projeto, estima-se que a ictiofauna do projeto seja semelhante a do rio Iquiri, que possui grande diversidade de espécies. Com base na literatura consultada e relatos de moradores locais foi registrada a ocorrência de 22 espécies de peixes no PDS Nova Bonal e na sub-bacia do rio Iquiri, reafirmando assim a importância da floresta para o suprimento de água e alimentos para as famílias que vivem no Assentamento.

Em relação à biodiversidade, de acordo com o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre (ZEE – ACRE, 2006) a região onde se localizam as cidades do entorno foi considerada como área que merece atenção especial em relação à preservação da biodiversidade tendo em vista os impactos do processo de desmatamento e de formação de pastagens. Nesse contexto, o PDS contribui com a manutenção da biodiversidade da região.

A biodiversidade inclui diversos serviços, tais como, habitat para fauna, produção de alimentos, matérias-primas (fibras, madeiras etc), polinização, recursos genéticos, medicamentos naturais, produtos farmacêuticos, formação dos solos, ciclagem de nutrientes, controle contra pragas e doenças, regulação da qualidade do ar, benefícios recreativos etc.

Por último, o mais importante em termos de mercado, destaca-se o serviço de armazenamento de carbono, que contribui para mitigação dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e consequentemente para a regulação do clima. Como o foco das iniciativas de REDD estão localizadas na Amazônia, as possibilidades de implementação de um projeto de PSE carbono são maiores que para os outros serviços.

Neste caso, a remuneração dos moradores do Assentamento pela preservação da floresta seria uma forma de colocar em prática o princípio do Protetor-Recebedor através da compensação financeira àqueles que preservam a floresta. Além de contribuir com a manutenção dos serviços ecossistêmicos no local e com a redução da pobreza e melhoria da qualidade de vida das famílias assentadas.

## **5.5. CONCLUSÕES**

Os estoques de carbono na biomassa viva acima e abaixo do solo, na serrapilheira e no solo, foram estimados em 2.187.515,1 t ( $187,4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $687,0 \text{ t CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ) no PDS Nova Bonal e 5.671.535,4 t no entorno ( $61,5 \text{ t ha}^{-1}$  e  $225,4 \text{ t CO}_2\text{e ha}^{-1}$ ). O valor monetário do  $\text{CO}_2\text{e}$  foi de R\$4.655,42  $\text{ha}^{-1}$  no PDS e R\$1.527,37  $\text{ha}^{-1}$  no entorno.

Portanto, o PDS Nova Bonal apresenta um bom potencial para desenvolvimento de um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos no PDS, visto que a manutenção da cobertura florestal no local proporciona maiores estoques de carbono por ha que no seu entorno. No entanto, o comércio do carbono estocado só é possível por meio do mercado para REDD, já que no MDL, o desmatamento evitado não está incluso como atividade elegível.

Além do armazenamento de carbono, vários serviços ecossistêmicos estão sendo prestados no PDS pela manutenção da floresta, tais como conservação dos recursos hídricos,

manutenção da diversidade, conservação do solo, suprimento de alimentos e matéria prima para construções, serviços de polinização, medicamentos fitoterápicos, entre outros.

## **6. REFLEXÕES GERAIS DO ESTUDO**

### **6.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA NA OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA**

A floresta amazônica é considerada a maior reserva de biodiversidade e sua área abriga a maior rede hidrográfica do planeta, que escoar cerca de um quinto do volume de água doce de superfície do mundo (FUNDO AMAZÔNIA, 2013). Assim diante da sua importância para o equilíbrio ecológico global, pesquisas que auxiliem na preservação ambiental são fundamentais. Principalmente aquelas que investiguem os fatores associados com o padrão de desmatamento verificado na região. Porque as principais implicações negativas relacionadas ao meio ambiente são consideradas como resultado de questões socioeconômicas (FORSBERG, 1989; BARBOSA e FEARNSSIDE, 2000).

O estudo da sustentabilidade e das causas de desmatamento em assentamentos de reforma agrária é de particular importância, uma vez que a maioria dos projetos está concentrada na região e os mesmos são constantemente apontados como os maiores desmatadores da Amazônia. Também é importante a análise do desmatamento, da fragmentação e da conservação do solo, que muito pode contribuir com a preservação do bioma.

Até bem pouco tempo atrás a principal causa de emissões de gases de efeito estufa no Brasil era resultado da mudança do uso e cobertura da terra. Nesse sentido, o desenvolvimento de projetos de REDD na região ajudaria a reduzir as emissões de gases de efeito estufa advindo da mudança do uso e cobertura da terra, contribuiria também com a manutenção dos outros serviços ecossistêmicos e ajudaria a melhorar as condições de vida das populações que vivem na região.

Assim, diante da magnitude e grau de importância da Amazônia, a presente pesquisa mostra-se atual para o entendimento das mudanças de uso da terra, desmatamento, sustentabilidade em assentamentos de reforma agrária, fragmentação da vegetação, conservação do solo e de pagamento por serviços ambientais; e certamente pode contribuir com a melhoria da condição ambiental e socioeconômica da região.

### **6.2. QUESTIONAMENTOS LEVANTADOS NA PESQUISA**

Considerando as questões levantadas junto com o problema exposto nesta pesquisa, são diversas causas que levam ao desmatamento da Amazônia e essas mudam de região para região. Por exemplo, o padrão de desmatamento verificado no Acre difere daquele observado no Pará e no Mato Grosso, onde existem conflitos graves relacionados com a grilagem e especulação imobiliária. Nas propriedades particulares está relacionado com a expansão da pecuária na região e nos assentamentos com fatores como falta de planejamento, falta de assistência técnica de qualidade, falta de infraestrutura adequada, condições naturais inapropriadas ou degradadas pelo uso inadequado, baixo retorno da produção rural associado a rendimentos incertos, dificuldade de acesso a créditos e financiamentos, tamanho dos lotes,



isolamento dos lotes (distância do mercado consumidor e fornecedor) e falta de título de posse da terra.

No Assentamento PDS Nova Bonal o desmatamento é menor do que na região do entorno. O Assentamento é sustentável do ponto de vista ambiental e cumpre as determinações legais em relação às APPs e área de reserva legal. Não foi verificado impacto negativo sobre o solo e sobre a vegetação. A condição ambiental do Assentamento é melhor do que a do seu entorno.

Mas, de fato, em um contexto geral, os assentamentos desmatam muito e neste caso as alternativas para reduzir o desmatamento seria a eliminação das causas de desmatamento, o desenvolvimento de alternativas para aumentar a renda das famílias, além do aumento da fiscalização, assim como ocorre no PDS Nova Bonal. A criação de assentamentos em modalidades diferenciadas também pode contribuir com a redução do desmatamento, embora tenha sido verificado nos boletins sobre desmatamento divulgados da parceria entre o INPE e o INCRA, que alguns assentamentos diferenciados, como por exemplo, “Projeto de Desenvolvimento Sustentável” (PDS), estão na lista dos assentamentos mais desmatados.

Em relação ao PDS Nova Bonal, é preciso lembrar que o Assentamento foi criado para ser referência de reforma agrária no país. Portanto, era esperado uma melhor condição ambiental em relação aos assentamentos agrícolas “clássicos”, como o Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) e o Projeto de Assentamento Rápido (PAR). Porém, o PDS não apresenta boa condição econômica. Os moradores não conseguem sobreviver com a produção do lote, sendo observada alta taxa de evasão e rotatividade dos assentados.

Nesse caso, uma alternativa que ajudaria a melhorar a condição econômica do Assentamento, seria o desenvolvimento de um projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE). O PDS possui um grande potencial para o desenvolvimento de projeto de PSE-Carbono. Foi verificado estoques de 2.187.515,1 t ou 187,4 t ha<sup>-1</sup> de carbono armazenados na biomassa viva, na serrapilheira e no solo Além disso a floresta contribui com a manutenção da biodiversidade e serviços hidrológicos.

### **6.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O resultado da análise do desmatamento feita nesse estudo não pode ser tomado como um padrão que pode ser extrapolado para a região amazônica e nem é esta a intenção do estudo. No entanto, os resultados obtidos auxiliam na compreensão dos fatores envolvidos nos desmatamentos em assentamentos de reforma agrária na Amazônia.

O Projeto de Assentamento apresentou um nível médio de sustentabilidade em sua dimensão econômica, mas muito próximo de ser considerado baixo nível. Tal fato indica uma possível incompatibilidade entre os atuais modelos de expansão econômica com a conservação do meio ambiente. Esse fato é relevante e preocupante no contexto da Amazônia brasileira, onde a maior parte do desmatamento ocorre em benefício das atividades agropecuárias e em detrimento do meio ambiente. Desta maneira, percebe-se que é

necessário aumentar a produção na área de estudo para garantir a sustentabilidade econômica de seus moradores. Assim, há que se considerar a reabertura da fábrica de palmito e o desenvolvimento ou implantação de sistemas alternativos de produção, de forma a garantir também a manutenção de bons níveis de sustentabilidades social e ambiental.

#### **6.4. OPORTUNIDADES PARA FUTUROS ESTUDOS**

Nessa pesquisa foi estimado o serviço armazenamento de carbono. Entretanto, o ideal seria que outros serviços também fossem estimados, tais como, os recursos hídricos, polinização, corredores ecológicos e biodiversidade. O serviço de armazenamento de carbono também poderia ser estimado novamente utilizando outra metodologia de forma a validar as estimativas aqui propostas.

## REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Avaliação das Políticas de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Acre (1999-2012)**. Acre: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2013. 98 p.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre**. Rio Branco: Secretaria do Estado do Meio Ambiente (SEMA), 2006.

ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos - Acre**. Rio Branco: SEMA, 2012. 243 p.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Programa Produtor de Água**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://produtordeagua.ana.gov.br/ProjetoExtrema-MG.aspx>> Acesso em: 10 mar. 2015.

ALMEIDA, D. A.; PARENTE JÚNIOR, W. C.; BESERRA NETA, L. C.; Erodibilidade do solo e erosividade da chuva na serra do Tepequém – Roraima. **Acta Geográfica**, ano 3, n. 6, p. 39-46, 2009.

ALMEIDA, E. N. de; XIMENES, T. F.; BRIENZA JUNIOR, F.; JORGE, Y.; POÇA, R. R., da. O Programa PROAMBIENTE na Transamazônica: lições aprendidas. **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 247-260, 2013. Suplemento.

ANTONI, G. de. O Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7). **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 299-313, 2010.

ARBEX JÚNIOR, J. "Terra sem povo", crime sem castigo – pouco ou nada sabemos de concreto sobre a Amazônia. In: OLIVEIRA, A. U. de; OLIVEIRA, B. C.; FEARNSSIDE, P. M.; ARAGÃO, J.; ORRICO, R.; ROCHA, J.; FIGUEIREDO, W.; CARNEIRO FILHO, A.; ARBEX JR.; J.; TORRES, Maurício (Org.). **Amazônia revelada: os descaminhos ao longo da BR-163**. Brasília: CNPq, 2005, p. 21-66.

ASSIS, F. P. de. Memórias e lutas: a luta de seringueiros por moradia na cidade de Rio Branco – Acre. **Científica da Escola Superior Aberta do Brasil**, Vila Velha – ES, v. 1, n. 3, 2011.

MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY (METI) e NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA) **Imagens de radar ASTER GDEM**. Disponível em: <<http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/search.jsp>>. Acesso em 15 jan.2015.

AQUINO, R. S. L. de; VIEIRA, F. A. C.; AGOSTINHO; C. G. W.; ROEDEL; H. **Sociedade brasileira: uma história através dos movimentos sociais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.

BARBOSA, A. M. S.; MARTORANO, L. G.; COSTA, D. C.; LISBOA, L. S.; NACIF, A. M. P.; PIMENTEL, M. S. Estimativa do potencial erosivo das chuvas em municípios no entorno a Flona Tapajós, Amazônia. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA, 2. **Anais...** Pará: Universidade do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, 2013.

BARBOSA, L. R. **Projeto de Assentamento Dirigido Pedro Peixoto: Uma análise econômica dos custos de produção da atividade pecuária**. 2003. 65 p. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2003.

BARBOSA, R. I.; FEARNSSIDE, P. M. Erosão do solo na Amazônia: estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 4, p. 601-613, 2000.

BARNI, P. E.; FEARNSSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. Desmatamento no sul do Estado de Roraima: padrões de distribuição em função de Projetos de Assentamento do INCRA e da

distância das principais rodovias (BR-174 e BR-210). **Acta Amazonica**, v. 42, n. 2, p. 195-205, 2012.

BARRETO, P.; ARAÚJO, E. **O Brasil atingirá sua meta de redução do desmatamento?** Belém, PA: Imazon, 2012, 52 p.

BARRETO, R. C. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Sustentabilidade dos assentamentos no município de Caucaia-CE. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 43, n. 2, p. 225-247, 2005.

BATALHA, R. M. P. **Expectativa de risco de degradação dos recursos hídricos na bacia do Rio Jundiá Mirim**. 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado em Água e Solo) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2006.

BATISTELLA, M. **Landscape change and land-use/ land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon**. 2001. 367 p. Tese (Doutorado em Filosofia) - School of Public and Environmental Affairs of Indiana University, 2001.

BATISTELLA, M.; MORAN, E. F. Dimensões humanas do uso e cobertura das terras na Amazônia: uma contribuição do LBA. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, p. 239-247, 2005.

BENTO, C. M. **Amazônia Brasileira: conquista, consolidação e manutenção (1616-2003) (História militar terrestre da Amazônia)**. Porto Alegre: Academia de História Militar Terrestre do Brasil, 2003.

BERTOL, I. Índice de erosividade (EI30) para Lages (SC) – 1ª Aproximação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 515-521, 1993.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8ª ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355 p.

BEZERRA, M. J. **Invenções do acre: de território a estado – um olhar social ...** 2005. 383 p. Tese (doutorado em História Social) - Universidade de São Paulo, Faculdade Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2006.

BRASIL. **Inventário brasileiro de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal**. Segunda Comunicação do Brasil – parte 2, Brasília, 2010. 154 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de Maio de 2012. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 2012.

BRASIL. **Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm**. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Brasília: MMA, 2008. 129 p.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v. 2, p. 101-157, 1964

BROWN, I. F.; NEPSTAD, D. C.; PIRES, I. O.; LUZ, L. M. ALECHANDRE, A. S. Carbon storage and land-use in Extractive Reserves, Acre, Brasil. **Environmental conservation**, v. 19, n. 4, p. 308-315, 1992.

BROWN, S., Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer. **FAO Forestry Paper**, 134, Rome, Italy. 1997.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, Lawrence, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.

CABRAL, J. B. P.; BECEGATO, V. A.; SCOPEL, I.; LOPES, R. M. Uso de técnicas de geoprocessamento para mapear o potencial natural de erosão da chuva na bacia hidrográfica do reservatório de Cachoeira Dourada – GO/MG. **RA'E GA**, Curitiba, n. 10, p. 107-116, 2005.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE), INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM), SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SAE). **REDD no Brasil: um enfoque Amazônico**. 3ª ed. Brasília, 2012. 156 p.

CALANDINO, D.; WEHRMANN, M.; KOBLITZ, R. Contribuição dos assentamentos rurais no desmatamento da Amazônia: um olhar sobre o estado do Pará. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 26, p. 161-170, 2012.

CAPOANE, V.; SANTOS, D. R. dos. Análise qualitativa do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul. **Nera**, ano 15, n. 20, p. 193-205, 2012.

CARVALHO, A. C. A. de; CAVALCANTE, E. R.; TELES, G. C.; FREITAS, I. H. As reservas extrativistas no Acre: uma proposta a ser desenvolvida. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 3, n. 9, p. 38-56, 2012.

CASTILHO, C. V. de; MAGNUSSON, W. E.; ARAÚJO, R. N. O. de; LUIZÃO, R. C. C.; LIMA, A. P.; HIGUCHI, N. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. **Forest Ecology and Management**, v. 234, p. 85-96, 2006.

CAVALCANTE, L. M. **Aspectos geológicos do estado do Acre e implicações na evolução da paisagem**. Rio Branco, AC: Embrapa-Acre, 2006. 25 p. (Documentos, 104).

CHOMITZ, K. M. Transfer of Development Rights and Forest Protection: an exploratory analysis. **International Regional Science Review**, v. 27, n. 3, p. 348-373, 2004.

COHEN, J. A. Coefficient of agreement for nominal scales **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.

CONGALTON, R. G. GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**. 2ª Ed. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009. 183 p.

CONGALTON, R.; MEAD, R. A Review of three discrete multivariate analysis techniques used in assessing the accuracy of remotely sensed data from error matrices. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. GE-24, n. 1, p. 169-174, 1986.

CORREA, E. A.; PINTO, S. A. F. S. Avaliação do potencial natural de erosão da bacia hidrográfica do Córrego Monjolo Grande (Ipeúna-SP). **Geonorte**, Edição especial, v. 2, n. 4, p. 1356-1367, 2012.

CORSINI, C. R. **Análise da estrutura da paisagem em uma sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais: diretrizes para a conservação de fragmentos florestais**. 2011. 52 p. Monografia (Pós-graduação *latu sensu* do curso de Economia e Meio Ambiente com ênfase em Negócios Ambientais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

COSTA, F. A. Políticas públicas e dinâmica agrária na Amazônia: dos incentivos fiscais ao FNO, um capítulo de história econômico-social contemporânea. **Paper do NAEA** 145, 2000.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R. de; FARBERK, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTONKK, P.; BELT, M. van den. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Revista Nature**. v. 387, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, R.; GROOT, R.; SUTTON, P.; PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152-158, 2014.

COSTA, F. S.; AMARAL, E. F. do; MATTOS, J. C. P.; BARDALES, N. G.; D'OLIVEIRA, M. V. N.; VALENTIM, J. F.; ARAÚJO, E. A. de; MELO, A. W. F. de; LANI, J. L.; SAMPAIO, L.; CARMO, L. F. Z. do. Inventário das emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa do Estado do Acre. In: COSTA, F. (Org.); AMARAL E. F. (Org.); BUTZKE, A. G. (Org.). **Inventário das emissões antrópicas e sumidouros de gases de efeito estufa do Estado do Acre**. 4. ed. Rio Branco: Embrapa-Acre, 2012, 144 p.

COSTA, O. B. da. Avaliação **espaço-temporal da expansão do plantio de soja na dinâmica do uso da terra no estado de Rondônia – RO**. 2013. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em fragstats. **Associação Portuguesa de Investigação Operacional**, v. 24, n.1, p. 109-137, 2004.

CRUZ, M. B. C. da; RAMOS NETO, J. A. Colonização e a situação fundiária do Acre. In: SEMINÁRIO AGROPECUÁRIO DO ACRE, 1, 1983, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Embrapa, 1983. p. 35-78.

CUNHA, L. H.; NUNES, A. M. B. Proteção da natureza e conflitos ambientais em assentamentos rurais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba: Editora UFPR, n. 18, p. 27-38, 2008.

DE GROOT, R. S., WILSON, M. A., BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services, **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

EIRÓ, F., TRICAUD, S. Gestão Ambiental de Assentamentos na Amazônia Estudo de caso do Projeto de Assentamento Juruena. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANPPAS, 5. **Anais...** Brasília: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS)/Instituto de Pesquisa em Riscos e Sustentabilidade (IRIS), 2010.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). Figura perfil de curvatura. Disponível em: <<http://blogs.esri.com>>. Acesso em 15 jan. 2015.

FAN, S. M., S. C. WOFSEY, P. S.; BAKWIN, D. J. JACOB, D. R. FITZJARRALD, Atmosphere-biosphere exchange of CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> in the central Amazon forest, **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 95, n. D10, p. 16. 851-16.864, 1990.

FASIABEN, M. C. R., ANDRADE, D. C.; REYDON, B. P.; GARCIA, J. A.; ROMEIRO, A. R. Estimativa de aporte de recursos para um sistema de Pagamento por Serviços Ambientais na floresta Amazônica brasileira. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 223-239, 2009.

FATORELLI, L.; MERTENS, F. Integração de políticas e governança ambiental: o caso do licenciamento rural no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 401-415, 2010.

FEARNSIDE, P. M. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon. In: DICKINSON, R. F. **The geophysiology of Amazonia: vegetation and climate interactions**. Nova York : John Wiley & Sons, 1987. p. 37-52.

FEARNSIDE, O. M. Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in Forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. **Climate Change**, v. 46, p. 115-158, 2000.

FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the Potential Impact of Linking the Arc of Deforestation to Central Amazonia. **Environ Manage**, v. 38, n. 2, p. 705-716, 2006.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. **Climatic Change**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 321-360, 1996.

FEARNSIDE, P. M., LEAL JR., N.; FERNANDES, F. M. Rainforest burning and the global carbon budget biomass, combustion efficiency, and charcoal formation in the Brazilian Amazon. **Journal of Geophysical Research**, v. 98, p. 16733-16743, 1993.

FEARNSIDE, P. M. Serviços ambientais provenientes de florestas intactas, degradadas e secundárias na Amazônia brasileira. In: PERES, C. A.; GARDNER, T. A., BARLOW, J. (Ed.); VIEIRA, I. C. G. (Ed.). **Conservação da Biodiversidade em Paisagens Antropizadas do Brasil**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná (no prelo), 2013. p. 29-62.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v 28, n. 1, p. 23-38, 1991.

FERNANDES, A. V.; SILVA, L. M. R.; KHAN, A. S. Reserva extrativista do Rio Cajari: sustentabilidade e qualidade de vida. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 35, n. 3, p. 119-140, 1997.

FERNANDES, L. L.; COELHO, A. B.; FERNANDES, E. A.; LIMA, J. E. de. Compensação e incentivo à proteção ambiental: o caso do ICMS Ecológico em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 49, n. 03, p. 521-544, 2011.

FERNANDES, M. R. M. **Dinâmica do uso e cobertura da terra e aptidão para o manejo florestal na região semiárida do estado de Sergipe – SE**. 2015. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FORMAN, R. T. T.; GORDRON, M. **Landscape Ecology**. Publications. Chatsworth CA. New York: John Wiley & Sons, 1986.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics: the ecology of landscape and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 632 p.

FORSBERG, B.; GODOY, J. M.; VICTORIA, R. Development and erosion in the Brazilian Amazon: a geochronological case study. **Geojournal**, v. 19, n. 4, p. 399-405, 1989.

FRANCO C. A., de SOUZA LIMA, D. Dinâmica populacional dos projetos de assentamentos da regional do Baixo Acre. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46. **Anais...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.

FREITAS, A. S. **História da ocupação da Amazônia**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/188444570/Cad-prof-4-Historia>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

FUNDO AMAZÔNIA. **Relatório anual de atividades 2012**. Brasília: Expressão Editorial, 2013. 212 p.

GADELHA, R. M. A. F. Conquista e ocupação da Amazônia: a fronteira Norte do Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, 2002.

GALDINO, S.; DEDECEK, R. A. **Perdas de água e solo em diferentes sistemas de manejo de pastagens cultivadas em Neossolo Quartzarênico localizado na bacia do alto Taquari - MS**. Relatório Técnico Projeto: Gerenciamento de água e solo na Bacia do Alto Taquari - MCT/CNPq/CT-HIDRO-001/2003. Não publicado – Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006, 12 p.

GALDINO, S. **Estimativa da perda de terra sob pastagens cultivadas em solos arenosos da bacia hidrográfica do Alto Taquari – MS/MT**. 2012. 99 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

GALDINO, S.; RISSO, A.; SORIANO, B. M. A.; VIEIRA, L. M.; PADOVANI, C. R.; POTT, A.; MELO, E. C.; ALMEIDA JÚNIOR, N. de. **Perdas de solo na bacia do alto Taquari**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 40 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 44).

GODOY, A. S. M. **O caso da ocupação brasileira no Acre - 1906**. Disponível em:< <http://www.conjur.com.br/2014-abr-10/passado-limpo-ocupacao-brasileira-acre-1906>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

GOMES, F. B.; SILVA, J. M. Espaço e as representações sociais dos moradores de pré-assentamento Emiliano Zapata. **Mercator**, Fortaleza, v. 12, n. 27, p. 25-38, 2013.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GROOT, R. de; LOMAS, P. L.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v. 69, p. 1209–1218, 2010.

GONÇALVES, F. A.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S. Índices e espacialização da erosividade das chuvas para o Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 269-276, 2006.

GRACE, J.; LLOYD, J.; McINTYRE, J.; MIRANDA, A. C.; MEIR, P.; MIRANDA, H. S.; NOBRE, C.; MONC, J.; MASSHEDER, J.; MALHI, Y.; WRIGHT, I.; GASH, J. Carbon dioxide uptake by an undisturbed tropical rain forest in southwest Amazonia, 1992 to 1993. **Science**, New series, v. 270, n. 5237, p. 778-780, 1995.

HEINRICH BÖLL STIFTUNG. **O lado B da economia verde: roteiro para uma cobertura jornalística crítica da Rio+20**. 25 p. Fundação Heinrich Böll/Repórter Brasil. Disponível em:< <http://reporterbrasil.org.br/documentos/oladobdaeconomiaverde.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

HERNANI, L. C.; FABRICIO, A. C. **Perdas de solo e água por erosão**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 12 p. (Coleção Sistema Plantio Direto, 1).

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO<sub>2</sub> - UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1. **Anais...**Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), 1994. p. 125-145.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. P. da; ROCHA, R. M.; TRIBUZY, E. S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, 2004.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, p. 153-165, 1998.

HOUGHTON, R. A. LAWRENCE, K. T.; HACKLER, J. L.; BROWN, S. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: A comparison of estimates. **Global Change Biology**, v. 7, n. 7, p. 731–746, 2001.

HUETING, R., REIJNDERS, L., BOER, B. de, LAMBOOY, J., JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 31-35, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeto levantamento e classificação da cobertura e do uso da terra: potencial florestal do estado do Acre**. Rio de Janeiro, 2005.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Diagnóstico Ambiental da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: IBGE (CD-ROOM).

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (Imazon). **Análise da evolução das emissões de GEE no Brasil (1990 – 2012)**: mudanças do uso da terra (Documento de Análise). São Paulo: Observatório do Clima, 2014. 19 p.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Estudos temáticos básicos e de síntese sócio-ambiental em projetos de assentamento do estado do Acre** (coordenação João Luiz Lani e José Ambrósio Ferreira Neto). Senador Guiomar, 2008. 183 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Dados do Projeto PRODES e do Projeto TerraClass**. Disponível em:<[www.inpe.br](http://www.inpe.br)>. Acesso em: 15 Nov. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos, 37 p., 2013.

JACOBI, P. Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez, 1997. p. 384-390.

JURAS, I. A. G. M. Mercado de carbono. **Consultoria Legislativa**, Brasília: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, p. 1-17, 2012. Disponível em:<<http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes>>. Acesso em: 05 mai. 2014.

KEATING, V.; MARANHÃO, R. **Caminhos da conquista: a formação do espaço brasileiro**. São Paulo: Editora Terceiro Nome, 2008. 240 p.

KHAN, A. S.; PASSOS, A. T. B. Reforma agrária solidária e qualidade de vida dos beneficiários no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, v. 39, n. 4, p. 93-117, 2001.

KOHLHEPP, G. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, 2002.

LANDIS J. R, KOCH G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LAURENCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 3, p. 434-491, 2009.

LAURENCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impact of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.

LEITE, S. P.; HEREDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRA, M.; CINTRÃO, R. Impactos econômicos dos assentamentos rurais no Brasil: análise das suas dimensões regionais. **Ensaio**, v. 22, p. 41-60, 2007.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

LE TOURNEAU, F. M.; BURSZTYN, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambientes e Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 111-130, 2010.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 750 p.

LINHARES, M. Y.; CARDOSO, C. F. S.; SILVA, F. C. T. da; MONTEIRO, H. M.; FRAGOSO, J. L.; MENDONÇA, S. R. **História geral do Brasil**. 6ª ed. Campus, RJ: ABDR, 1990.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

LOMBARDI NETO, Francisco, BERTONI, José. **Erodibilidade dos solos paulistas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 27).

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M. de; TEIXEIRA, A. S.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 2, p. 88-96, 2011.

LORENA, R. B. **Evolução do uso da terra em porção da Amazônia ocidental (Acre), com uso de técnicas de detecção de mudanças**. 2001. 116 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2001.

LOUREIRO, V. R.; PINTO, J. N. A. A questão fundiária na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 77-98, 2005.

LUDEWIGS, T.; D'ANTONA, A. O.; BRONDÍZIO, E. S.; HETRICK, S. Agrarian structure and Land-cover Change Along the Lifespan of Three Colonization Areas in the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 37, n. 8, p. 1348-1359, 2009.

MACEDO, R. S.; TEIXEIRA, G. W.; ENCINAS, O. C.; SOUZA, A. C. G. de; MARTINS, G. C.; ROSS, L. M. B. Determinação do fator erodibilidade de diferentes classes de solo do estado do Amazonas (métodos indiretos) e de um Cambissolo Háplico (método direto) na Província Petrolífera de Urucu, Coari – AM. In: REUNIÃO CIENTÍFICA DA REDE CPTETRO AMAZÔNIA, 3. **Anais...** Manaus: Rede CPTetro Amazônia, 2010.

MACIEL, L. R.; BOAS, F. L. V.; MARTINS, L. C.; MOLINA, M. C.; LEMOS, G. N.; PEREIRA, M. F. C. S.; PEREIRA, E. N.; DUTERVIL, C. Viveiros Florestais Comunitários em Assentamentos de Reforma Agrária. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA AGRICULTURA, 4. **Anais...** Campinas, 2002. p. 1-8.

MACIEL, R. C. G.; REYDON, B. P.; COSTA, J. A. da; SALES, G. O. O. pagando pelos Serviços Ambientais: Uma proposta para a Reserva Extrativista Chico Mendes. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 3, p. 489-498, 2010.

MAGALHÃES, R. M. A cadeia produtiva da amêndoa do Baru (*Dipteryx alata* Vog.) no cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 665-676, 2014.

MALHI, Y.; NOBRE, A. D.; GRACE, J.; KRUIJT, B.; PEREIRA, M. G. P.; CULF, A.; SCOTT, S. Carbon dioxide transfer over a Central Amazonian rain Forest. **Journal of Geophysical Research**, v. 103, n. D24, p. 31.593-31.612, 1998.

MALHI, Y.; SAATCHI, S.; GIRARDIN, C.; ARAGÃO, L. E. O. C. Produção, Estoques e Fluxo de Carbono nas Florestas Amazônicas. **Amazônia and Global Change**. Volume 186, American Geophysical Union as part of the Geophysical Monograph Series, p. 355-371, 2009.

MANFREDINI, F. N.; GUANDIQUE, M. E. G.; MORAIS, L. C. de; Análise do Programa “Produtor de Águas”: no contexto dos projetos de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) implementados no Brasil. **Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 23, p. 47-62, 2014.

MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340, 2002.

MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; PEDLOWSKI, M. A.; CHOMENTOWSKI, W. Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. **International Journal of Remote Sensing** (Online), v. 34, p. 1057-1086, 2013.

MAY, P. H., VEIGA NETO, F., DENARDIN, V.; LOUREIRO, W. Using fiscal instruments to encourage conservation: municipal responses to the ecological value-added tax in Paraná and Minas Gerais, Brazil. In: PAGOLOLA, S.; BISHOP J.; LANDELL-MILLS, N. **Selling Forest. Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development**. London: Earthscan Publications Ltda, Chapter 10, p. 173–199, 2002.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Reference manual, version 2.0. Corvallis, Oregon: Forest Science Department. Oregon State University, 1995. 134 p.

MCCRACKEN, S. D.; BRONDFZIO, E. S.; NELSON, D.; MORAN, E. F.; SIQUEIRA, A. D.; RODRIGUEZ-PEDRAZA, C. Remote sensing and GIS at farm property level: demography and deforestation in the Brazilian Amazon. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 65, n. 11, p. 1311-1320, 1999.

MEDEIROS, L. S. **Reforma agrária no Brasil: história e atualidade da luta pela terra**. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2003. 104 p.

MELO, A. W. F. **Avaliação do estoque e composição isotópica do carbono do solo do Acre**. 2003. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MENDONÇA, M. S. **Análise econômica da produção familiar no PAD Boa Esperança (Um diagnóstico do nível de vida das famílias)**. 2002. 64 p. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2002.

MERTENS, B.; POCCARD-CHAPUIS, R.; PIKETTY, M. G.; LACQUES, A. E.; VENTURIERI, A. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation process in the Brazilian Amazonia: the case of São Félix do Xingu in south Pará. **Agricultural Economics**, v. 27, n. 3, p. 269-294, 2002.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN, J. R.; L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, p. 423-538, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Instrumentos Econômicos para o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia Brasileira: experiências e visões**. Brasília, 2005, 124 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Pagamentos por serviços ambientais na mata atlântica: lições aprendidas e desafios**. 2ª ed. Brasília: MMA, 2011. 272 p. (Série Biodiversidade, 42).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano de Ação para a Prevenção e o controle do Desmatamento na Amazônia Legal – (PPCDAm): 2ª fase (2009-2011)**. Brasília: MMA, 2009. 170 p.

MOORE, I. BURCH, G. Physical basics of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 50, n. 5, p. 1294-1298, 1986.

MORAIS, L. F. B.; SILVA, V.; NASCHENVENG, T. M. C.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E. L.; WEBER, O. L. S.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI30 e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 15, p. 339-344, 1991.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

MUCHAGATA, M.; BROWN, K. Cows, colonists and trees: rethinking cattle and environmental degradation in Brazilian Amazonia. **Agricultural Systems**, v. 76, n. 3, p. 797–816, 2003.

NASCIMENTO, V. M.; NASCIMENTO, M.; BELLEN, H. M. V. Instrumentos de políticas públicas e seus impactos para a sustentabilidade. **Gestão & Regionalidade**, v. 29, n. 86, 2013.

NAASE, K. M. Recursos naturais, espaço social e estratégias de vida em assentamentos da reforma agrária na Amazônia brasileira (Sudeste Paraense). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 5, n. 1, p. 79-102, 2010.

NEARING, M. A.; DEER-ASCOUGH, L.; LAFLEN, J. M. Sensitivity analysis of the WEPP hillslope profile erosion model. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 33, n. 3, p. 839-849, 1990.

NELSON, B. W.; MESQUITA, R.; PEREIRA, J. L. G.; SOUZA, S. G. A. de. BATISTA, G. T.; COUTO, L. B. Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. **Forest Ecology and Management**, n. 117, p. 149-167, 1999.

NEPSTAD, D.; SCHWARTZMAN, S.; BAMBERGER, B.; SANTILLI, M.; RAY, D. SCHLESINGER, P. LEFEBVRE, P.; ALENCAR, A.; PRINZ, E.; FISKE, G.; ROLLA, A. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by. **Conservation Biology**, n. 20, n. 1, p.65-73, 2006.

NOGUEIRA, E. M.; FEARNside, P. M.; NELSON, B. W.; BARBOSA, R. I.; KEIZER, E. W. H. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. **Forest Ecology and Management**, 256, p. 1853-1867, 2008.

O Eco. **O que é o ICMS Ecológico**. Disponível em:<<http://www.oeco.org.br/agenda/>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

OLIVEIRA, F. P.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; MELLO, C. R. Potencial erosivo da chuva no Vale do Rio Doce, região Centro-Leste do Estado de Minas Gerais – 1ª Aproximação. **Revista de Ciência Agropecuária**, v. 33, p.1569-1577, 2009.

OLIVEIRA, K. A. **Dinâmica das mudanças na paisagem na Reserva Extrativista Chico Mendes no estado do Acre, entre 1989 a 2010**. 2013. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

OLIVEIRA, L. T. **Caracterização da fragmentação florestal para produção de sementes no entorno capixaba do Parque Nacional do Caparaó**. 55 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2011.

PARRESOL, B. R. Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons. **Forest Science**, Lawrence, v. 45, n. 4, p. 573-593, 1999.

PAULA, M. F. de. ICMS Ecológico e terras indígenas: Um estudo de caso da Reserva Indígena de Marrecas – PR. **Revista Capital Científico**, v. 11, n. 1, p., 2013.

PEIXOTO, M. Pagamento por Serviços Ambientais – Aspectos teóricos e proposições legislativas. Brasília: **Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado** (Textos para Discussão 105), 2011.

PEREIRA, B. W.; JESUIN, S. A. MACIEL, M. N.; OLIVEIRA, F. A.; CREÃO, L. G. C. Fragmentação da vegetação arbórea na bacia hidrográfica do Rio Apeú, Nordeste do Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 4, p. 297-305, 2012.

- PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D. F. B.; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para a seleção de áreas adequadas a testes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2339-2346.
- PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. F.; NUNES, P. V.; VASQUEZ, R. M.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science**, v. 282, n. 5388, p. 439-442, 1998.
- PINTO, E. P. P.; MOUTINHO, P.; STELLA, O.; CASTRO, I.; MAZER, S.; RETTMANN, MOREIRA, Paula. **Perguntas e respostas sobre aquecimento global** (cartilha). 5ª ed. rev. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). 2010.
- PIONTEKOWSKI, V. J.; MATRICARDI, E. A. T.; PEDLOWSKI, M. A.; FERNANDES, L. C. Avaliação do Desmatamento no Estado de Rondônia entre 2001 e 2011. **Floran**, v. 21, n. 3, 2014. p. 297-306.
- POWELL, A. H.; POWELL, G. V. N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian Forest fragments. **Biotropica**, v. 19, n. 2, p. 176-179, 1987.
- PRADO FILHO, J. F. do; SOBREIRA, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 52-61, 2007.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Vozes, 2001. 328 p.
- RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade de mensuração do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica do Prodem**. Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 55-76, 2007.
- RIBEIRO, A. M.; SCHNEIDER, L. S.; ANDRADE, L. C. de. Amazônia: políticas de desenvolvimento e distribuição. **Revista História e-história**, Campinas, 2013.
- ROCHA, J. G.; OLIVEIRA, A. G. de; SILVA NETO, C. F. da; ROLIM, K. A.; LIMA, E. R. V. de. Análise de degradação ambiental no assentamento rural de Santa Helena/PB com o auxílio de técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANNPAS, 4. **Anais...** Brasília: ANPPAS, 2008.
- RUSSO, R. O. **Mediciones de biomassa em sistemas agroflorestales**. Turrialba: CATIE, 1983. 27 p.
- SAATCHI, S. S.; HOUGHTON, R. A.; SANTOS, AVILA, R. C.; SOARES, J. V.; YU, Y. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon Basin. **Global Change Biology**, v. 13, p. 816-837, 2007.
- SALIMON, C. I.; PUTZ, F. E.; MENEZES-FILHO, L.; ANDERSON, A.; SILVEIRA, M.; BROWN, I. F.; OLIVEIRA, L. C. Estimating state-wide biomass carbon stocks for a REDD plan in Acre, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 3, p. 555-560, 2011.
- SANTA'ANNA NETO, J. L. A erosividade das chuvas no estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 9, p. 36-49, 1995.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARQUES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation biology**, v. 5, n. 1, p. 18-32, 1991.
- SAUQUET, A.; MARCHAND, S.; FÉRES, J. G. Protected areas, local governments, and strategic interactions: The case of the ICMS-Ecológico in the Brazilian state of Paraná. **Revista Ecological Economics**, v. 107, p. 249-258, 2014.

SCARCELLO, J. A.; BIDONE, E. D.; LACERDA, L. D. Evolução histórica (1975-2000) prognóstico do desmatamento e das emissões de carbono no estado do Acre, Amazônia, Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, v. 19, n. 2, p. 128-137, 2005.

SEGURA, M. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid Forest in Costa Rica. **Biotropica**, Washington, v. 37, n. 1, p. 2-8, 2005.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL/COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Projeto RADAM-D-Preservação e disseminação das imagens originais geradas pelos projetos RADAM e RADAMBRASIL**. Disponível em:<<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=796&sid=9#PTSEC-INS>> Acesso em: 15 de jun. 2014.

SHIKI, S.; SHIKI, F. S. N. Os Desafios de uma Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais: lições a partir do caso do Proambiente. **Sustentabilidade em Debate**, v. 2, n. 1, p. 99-118, 2011.

SILVA, E. A. da. Conquista e formação territorial do estado do Acre. Seção Técnica Cartografia. Criciúna: **A Mira**, edição 162, p. 62-68, 2012.

SILVA, F. M. da. O desenvolvimento sustentável e os projetos de MDL no Brasil. **Revista Brasileira de Direito Constitucional**, n. 16, p. 51-67, 2010.

SILVA, G. T. da; SCHERER, E. F. Pagamento por serviços ecossistêmicos: as limitações e equívocos dos instrumentos econômicos de valoração da natureza. **Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos**, ano 12, n. 1, p. 153-172, 2012.

SILVA, R. F. Assentamentos Humanos Rurais no Acre, Conciliar Ocupação, Conservação e Uso dos Recursos Naturais. **Revista de Direito Agrário**, v. 16, n. 14, p. 65-77, 2000.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n. 1, p. 185-206, 2008.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE PROJETOS DE REFORMA AGRÁRIA (SIPRA). **Relação de Beneficiários do Programa Nacional de Reforma Agrária (PNRA)**. Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Disponível em:<[http://www.incra.gov.br/images/reforma\\_agraria](http://www.incra.gov.br/images/reforma_agraria)> Acesso em 18 mar. 2014.

SOARES, J. L. N.; ESPINDULA, C. R. Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Nera**, ano 11, n. 12, p. 108-116, 2008.

SOUZA, C. R. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L. M. B.; SILVA, K. E. da; SANTOS, J. dos; HIGUCHI, N. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 501-506, 2012.

STALLINGS, J. H. **Soil, use and improvement**. EUA: Prentice-Hall, 1957. 403 p.

STOCK PHOTO. **Foto Ramal Nabor Júnior, Projeto de Assentamento Pedro Peixoto, Senador Guiomar, Acre**. Disponível em:<<https://www.superstock.com/>>. Acesso em abr. 2015.

TEEB Foundations. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations**. London and Washington: Earthscan, 2010.

TEÓFILO, E.; GARCIA, D. P. Brazil: land politics, poverty and rural development. land reform, land settlement and cooperatives, **Economic and Social Development Department**, n. 3, p. 19-41, 2003.

TRUMBORE, S.; CAMARGO, P. B. de. Dinâmica do carbono do solo. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. **Amazônia and Global Change**, Volume 186, American Geophysical Union as part of the Geophysical Monograph Series, p. 451-462, 2009.

VERÍSSIMO, T. C.; PEREIRA, J. **A floresta habitada: história da ocupação humana na Amazônia**. Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), 2014. 128 p.

VEROCAI, I.; LUDEWIGS, T.; PEREIRA, V. F. G. **Programa de Desenvolvimento Sustentável do Acre – PDSA II: expansão da Economia Florestal** – Relatório de Avaliação Ambiental e Social. Acre: Estado do Acre, Secretaria de Estado de Planejamento, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2012. 122 p.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p. 113-118. (Trabalhos convidados).

VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats**. São José dos Campos: INPE, 1998. 48 p.

VONADA, R.; BORGES, B. **Aprendendo sobre serviços ambientais: manual de orientação para o desenvolvimento dos sub-programas do Sistema de Incentivos a Serviços Ambientais (SISA) do Acre**. Acre: Forest Trends e The Katoomba Group, 2011.

WATRIN, O. S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. N. M. Dinâmica de Uso da terra e Configuração da Paisagem em Antigas áreas de Colonização de Base Econômica Familiar, no nordeste do Estado do Pará. **Geografia**. Rio Claro, v. 34, n. 3, p. 455-472, 2009.

WEILL, M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). I – estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 32, p. 801-814, 2008.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, D. C.: USDA, 1978. 58 p. (Agricultural Handbook, 537).

WOLSTEIN, A. R. P.; LIMA, E. M.; AMARAL, E. F.; BRAZ, E. M.; PINHEIRO, F. L. N.; FRANKE, I. L.; SANTOS, M. H. dos; SILVA, R. F. **Metodologia para o planejamento, implantação e monitoramento de projetos de assentamentos sustentáveis na Amazônia**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC/Incra/Funtac, 1998. 29 p. (Embrapa-CPAF/AC. Documentos, 32).

World Commission on Environment and Development (WCED). **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press. 1987.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF BRASIL). **O Sistema de Incentivos por Serviços Ambientais do Acre, Brasil: Lições para Políticas, Programas e Estratégias de REDD Jurisdicional**. Acre, 2013. 90 p.

WUNDER, S. Payment for environmental services: some nuts and bolts. **Center for International Forestry Research (CIFOR) - Occasional Paper**, n. 42, 2005.

XIMENES, I. F.; MAIA, M. J. C.; LIMA, C. S. Estudo de impacto ambiental em área de assentamento rural: uma avaliação do passivo ambiental do projeto de assentamento Porto Alonso. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.

YOUNG, C. E. F.; KHAIR, A.; SIMOENS, L. A.; MACKNIGHT, V. **Fundamentos econômicos da proposta de pacto nacional pela valorização da floresta e pelo fim do desmatamento na Floresta Amazônica: relatório final**. 2007. Disponível em: <<http://www>>

[greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/fundamentos-econ-micos-da-prop-2](http://greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/fundamentos-econ-micos-da-prop-2)>. Acesso em: 20 jan. 2015.



## ANEXOS

### ANEXO 1 A. DIMENSÃO SOCIAL:

#### 1. Escolas

Não existe	0
Ensino fundamental (todos)	1
Ensino médio de boa qualidade	2

#### 2. Transporte escolar

Não existe	0
Não frequente ou não percorre todo o assentamento	1
Assíduo e percorre todo o assentamento (todos)	2

#### 3. Merenda na escola

Sem merenda	0
Merenda todos os dias e de boa qualidade (todos)	2

#### 4. Casa

Madeira (4 famílias)	1
Madeira e alvenaria ou alvenaria (61 famílias)	2

#### 5. Energia elétrica

Não	0
Sim (todos)	2

#### 6. Água encanada

Não tem água encanada e falta em alguma época do ano (10 famílias)	0
Não tem água encanada (21 famílias)	1
Tem água encanada (34 famílias)	2

#### 7. Telefones e internet

Não tem sinal	0
Tem sinal mas precisa de antena e internet não funciona direito	1
Telefone e internet funcionam bem	2

#### 8. Saúde

Sem nenhum tipo de assistência	0
Agente comunitário e atendimento médico em dias de visita médica (todos)	2

#### 9. Transporte coletivo

Ausente	0
Uma vez por semana	1
Diariamente (todos)	2

#### 10. condições das estradas e ramais

Intransitáveis	0
Sem calçamento, buracos e lama com a chuvas	1
Pavimentadas	2

### 11. Comércio local

Ausente	0
Mercearias, padeiros, venda de carne (todos)	2

### 12. Igrejas

Sem igrejas	0
Apenas igrejas evangélicas (todos)	1
Mais opções religiosas (igreja católica)	2

### 13. Lazer

Não tem	0
Campo de futebol, pescaria	1
Campo, local de pesca, capoeira, artes marciais (todos)	2

## ANEXO 1B. DIMENSÃO ECONÔMICA

### 1. Rendimento familiar mensal

Menor que um salário (bolsa família) (15 famílias)	0
Entre um e dois salários (41 famílias)	1
Maior que dois salários (9 famílias)	2

### 2. Atividades desempenhadas no lote

Nenhuma (4 famílias)	0
Extrai látex e/ou outras culturas (22 famílias)	1
Idem e cria algum tipo de animal para consumo ou venda (39 famílias)	2

### 3. Beneficiamento da produção

Não (todos)	0
Sim	2

### 4. Mercado consumidor para a produção

Não	0
Sim (todos)	2

### 5. Assistência técnica

Inexistente	0
Insuficiente	1
Adequada	2

### 6. Receberam algum tipo de financiamento

Nenhum (25 famílias)	0
Sim, para produção no lote (40 famílias)	2

### 7. Carro / moto

Não possui carro ou moto (18 famílias)	0
Possui moto (35 famílias)	1
Possui carro ou carro e moto (12 famílias)	2

### 8. Telefones

Não (23 famílias)	0
Sim (42 famílias)	2

## ANEXO 1C. DIMENSÃO AMBIENTAL

### 1. Sistema de esgoto

Não tem	0
Fossa (todos)	2

### 2. Coleta de lixo

Ausente	0
Funciona de forma irregular (até 2 meses) (todos)	1
Diariamente	2

### 3. Área de Preservação Permanente (APP)

Sem cobertura florestal	0
Com cobertura florestal menor que 80 %	1
Com cobertura florestal maior ou igual 80 %	2

### 4. Utilização de fogo

Sim	0
Não (todos)	2

### 5. Reserva legal

Menor que 50 %	0
Maior que 50 % e menor que 80 %	1
80 % ou mais (todos)	2

### 6. Erosão

Processos erosivos avançados	0
Sinais de erosão	1
Não há sinais de erosão (todos)	2