

MARCOS ANTONIO GOMES

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL NA IMPLEMENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

G633a
2009

Gomes, Marcos Antonio, 1972-
Avaliação ambiental na implementação do empreendimento
sucroalcooleiro em Capixaba, Acre / Marcos Antonio Gomes.
- Viçosa, MG, 2009.
ix, 133f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: João Luiz Lani.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bacias hidrográficas - Manejo. 2. Solos. 3. Solo -
Conservação. 4. Solo - Uso. 5. Recurso hídricos.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

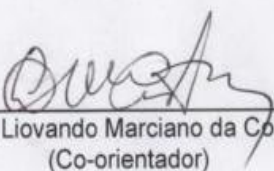
CDD 22.ed. 631.4

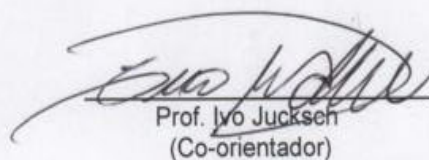
MARCOS ANTONIO GOMES

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL NA IMPLEMENTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE**

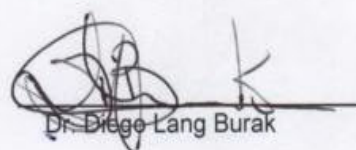
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

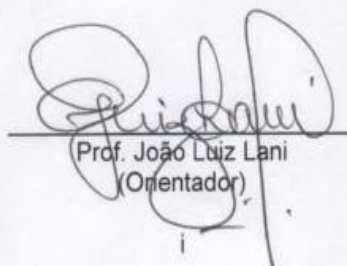
APROVADA: 21 de Dezembro de 2009.


Prof. Liovando Marciano da Costa
(Co-orientador)


Prof. Ivo Jucksch
(Co-orientador)


Dr. Marcos Alves de Magalhães


Dr. Diego Lang Burak


Prof. João Luiz Lani
(Orientador)

A Deus, por sua bondade inigualável.

Ao amigo Henrique de Oliveira (In memoriam), pela sua sincera amizade e de sua família, pelo convívio, pelas agradáveis horas tomando cafezinho, pela alegria e pelas gargalhadas.

Aos meus pais, Benedito e Maria, com imenso carinho.

Ao meu Amigo e irmão Fábio, pela companhia nas incontáveis horas noite adentro, pelo incentivo e carinho.

À minha companheira Juliana e à razão do meu viver, Patrick e Iago, pelo amor, pelas alegrias, pela paciência e companhia nas horas difíceis.

Aos meus sobrinhos e em especial ao Arthur (símbolo de luta e perseverança).

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Solos, pela oportunidade oferecida para a realização do Curso.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor João Luiz Lani, pela orientação prestada no desenvolvimento deste trabalho, pela confiança depositada, pela amizade e pela contribuição para o meu amadurecimento profissional e espiritual.

Aos Professores Liovando Marciano da Costa, Ivo Jucksch e Marcos Alves de Magalhães, pelo incentivo, pelos conselhos, pela amizade e, sobretudo, pela confiança depositada.

Ao Professor Osvaldo Ferreira Valente a quem tenho um imenso respeito e eterna gratidão, pela amizade paterna e pelo grande apoio nos momentos de dificuldade.

A todos os Professores do Departamento de Solos, que contribuíram na minha formação.

Aos funcionários do Departamento de Solos, pela paciência e dedicação.

Aos amigos do NEPUT e Acreanos que contribuíram de maneira ímpar durante todo o trabalho.

A todos os demais que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

BIOGRAFIA

Marcos Antônio Gomes, filho de Benedito Gomes e Maria Vitorino Gomes, nasceu em 12 de junho de 1972, na cidade de Mogi Guaçu - SP.

Em Março de 2001, graduou-se em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa.

De 2001 a 2003 atuou como consultor no Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável (CBCN) na área de Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas.

Em Junho de 2005, obteve o título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, pela Universidade Federal de Viçosa.

Em Agosto de 2005, iniciou seus estudos para a obtenção do título de Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em Dezembro de 2009.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	03

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENHIMENTO SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE

1. INTRODUÇÃO	04
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	05
2.1. Localização	05
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	09
3.1. Aspectos gerais da geologia do Estado do Acre – base para compreensão e formação da região de Capixaba	09
3.2. Geomorfologia	19
3.3. Caracterização climática	23
3.3.1. Classificação climática de Köppen	23
3.3.2. Temperatura	26
3.3.3. Precipitação	26
3.3.4. Evapotranspiração	29
3.3.5. Balanço hídrico	30
3.4. Caracterização da vegetação	32
4. CONCLUSÕES	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

CAPÍTULO 2 – SOLOS, APTIDÃO AGRÍCOLA, USO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE.

1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
2.1. Análises físicas	38
2.2. Análises químicas e mineralógicas	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1. Morfologia	40
3.1.1. Horizontes.....	43
3.1.2. Cor	45
3.1.3. Estrutura e consistência	45
3.2. Características físicas	46
3.2.1. Densidade do solo	53
3.2.2. Porosidade	55
3.2.3. Condutividade hidráulica	57
3.2.4. Retenção de água no solo	59
3.3. Características químicas	60
3.4. Mineralogia	69
3.5. Solos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba	73
3.5.1. Susceptibilidade dos solos à erosão	79
3.6. Aptidão agrícola da área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba	82
3.7. Uso do solo na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba	86
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE

1. INTRODUÇÃO	103
2. MATERIAL E MÉTODOS	104
2.1. Caracterização da área	104
2.2. Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas	105

2.2.1. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente	105
2.2.2. Declividade e altitude	107
2.2.3. Coeficiente de compacidade	107
2.2.4. Fator de forma	108
2.2.5. Índice de circularidade	108
2.2.6. Ordem dos cursos d'águas	109
2.2.7. Densidade de drenagem	109
2.2.8. Declividade média	109
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	110
4. CONCLUSÕES	120
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
 CONCLUSÃO GERAL	 125
 ANEXOS	 127

RESUMO

GOMES, Marcos Antonio, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Avaliação ambiental na implementação do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre.** Orientador: João Luiz Lani. Co-orientadores: Liovando Marciano da Costa e Ivo Jucksch.

Esse estudo foi realizado na região leste do Estado do Acre com a área de influência indireta do empreendimento sucroalcooleiro abrangendo parte dos municípios de Capixaba, Rio Branco, Plácido Del Castro, Senador Guimard e Xapuri. O objetivo foi analisar os efeitos das modificações no uso do solo, com a substituição da pastagem pelo cultivo da cana-de-açúcar, no equilíbrio hidrológico regional. Nas principais classes de solos da área de influência foram abertas trincheiras (perfis) e coletadas amostras de solos dos respectivos horizontes para análises físicas, químicas e mineralógicas. Foram elaborados mapas temáticos de solos, aptidão agrícola e do modelo digital de elevação hidrológicamente consistente das bacias hidrográficas inseridas na área de estudo. O resultado das análises de solo permitiu inferir que para as principais classes de solos (Latosolos e Argissolos) a aptidão agrícola dos solos é favorável ao cultivo da cana-de-açúcar e a substituição do uso atual do solo com pastagens degradadas pelo cultivo da cana-de-açúcar irá conferir melhores condições de infiltração e percolação de água nas bacias hidrográficas dos rios Acre, Abunã, Xipamano e Iquiri, favorecendo o abastecimento do lençol freático e disponibilidade superficial de água.

ABSTRACT

GOMES, Marcos Antonio, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa. December 2009. **Environmental evaluation after implementation of the sucroalcohol enterprise in the Capixaba area, Acre.** Adviser: João Luiz Lani. Co-advisers: Liovando Marciano da Costa and Ivo Jucksch.

This study was carried out on eastern Acre where the area under indirect influence of the sucroalcohol enterprise embraces part of the following counties: Capixaba, Rio Branco, Plácido Del Castro, Senator Guimard and Xapuri. The objective was to analyze the effects of the modifications in using the soil, with the replacement of the pasture by sugarcane cropping, upon the regional hydrological balance. In the main soil classes of the influence area, the trenches (profiles) were opened and soil samples of the respective horizons were collected for physical, chemical and mineralogical analyses. The thematic maps of the soils, agricultural aptitude and of the hydrographic basins were elaborated, by using the digital model of hydrologically consistent elevation, inserted in the area under study. According to the results, the following conclusions were drawn: for the main classes of soils (Latosols and Argisols), the agricultural aptitude of the soils is favorable to the cropping of sugarcane; and the substitution of the current use of the soil with pastures degraded by sugarcane cropping will provide better conditions of infiltration and percolation of the water in the soil of the hydrographic basins of the rivers Acre, Abunã, Xipamano and Iquiri, therefore favoring the supply of the water table as well as superficial availability of water.

INTRODUÇÃO GERAL

O setor agrícola brasileiro é marcado pelo ciclo no plantio da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) para obtenção de álcool combustível, agora não mais apenas para a substituição do consumo de petróleo pela elevação dos preços, como ocorreu nos anos 1970 quando foi criado o PROÁLCOOL. Na época, o objetivo era o de economizar divisas e substituir a gasolina por álcool em decorrência do choque do petróleo em 1973. Na atualidade, incorpora-se a questão das mudanças climáticas, provocando o aumento das temperaturas em virtude da grande emissão de CO₂ pelo uso de combustível fóssil (Goldemberg, 2003; Rodrigues, 2004).

O álcool produzido a partir da cana-de-açúcar leva vantagem sobre gasolina e derivados de petróleo, principalmente por ser renovável, ainda que fatores como a emissão de gases devam ser levados em consideração. A utilização do álcool como combustível e do bagaço na queima no processo de produção na unidade industrial contribui para que o balanço energético seja favorável, visto que, para cada unidade de combustível fóssil utilizado para sua produção, a cana gera em média 8,3 unidades de combustível renovável (Macedo, 2005).

A introdução do cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Acre teve início com Projeto Alcobrás, implantado especificamente no município de Capixaba. O projeto foi financiado com dinheiro público através do Banco do Brasil e sucumbiu ao abandono no final da década de 80. A revitalização do projeto

surge em 2005 com a denominação Usina Álcool Verde Ltda, pertencente ao Grupo Farias, acionista majoritário.

As modificações no uso do solo com a substituição da pastagem pelo cultivo da cana-de-açúcar podem ocasionar impactos variados com amplitude e intensidade desconhecida, sendo reversíveis, mas com alto custo social, ambiental e econômico. O conhecimento das características morfométricas das bacias hidrográficas, geológicas, solo, clima, vegetação, social, econômica, entre outras é fundamental para prever os impactos ambientais decorrente das mudanças no uso do solo a que se está propondo na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, que abrange os municípios de Capixaba, Rio Branco, Plácido de Castro, Senador Guimard e Xapuri, localizados na região leste do Estado do Acre.

Capítulo I - Caracterização geral da área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre. O objetivo desse capítulo foi analisar e sintetizar as informações da área envolvida na implantação do empreendimento sucroalcooleiro para dar suporte a interpretações que resultem em menores impactos ambientais pelo cultivo.

Capítulo II - Solos, aptidão agrícola, uso e caracterização dos impactos ambientais na substituição da pastagem pelo cultivo da cana-de-açúcar na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre. - O objetivo desse capítulo foi de identificar as principais classes de solo ocorrentes na área do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, suas inter-relações com o ambiente, aptidão agrícola e os possíveis impactos advindos da substituição de pastagens degradadas pelo cultivo da cana-de-açúcar.

Capítulo III - Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre. - O objetivo foi de realizar a caracterização morfométrica das bacias hidrográficas que compõem a área de influência da implantação do cultivo da cana-de-açúcar nos domínios das bacias hidrográficas dos rios Acre, Abunã, Xipamano e Iquiri, a partir da estimativa de algumas características fisiográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOLDEMBERG, J. Energia. In: TRIGUEIRO, A. **Meio ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. 170 -181p.
- MACEDO, I.C (Org.). Emissões de GEE do setor de açúcar e etanol no Brasil: valores atuais e esperados, p.101-104. In: A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia/UNICA, 2005.
- RODRIGUES, R. Século XXI, o novo tempo da agroenergia renovável. Visão Agrícola. v.1, n.1, 2004. 7p.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENHIMENTO SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE

1. INTRODUÇÃO

Os modelos de divisão do território no Brasil data dos tempos das capitanias hereditárias e o conceito na época era apenas geográfico. Um território não é uma simples base física, tem sua vida própria e fazem parte do tecido social apresentando complexas relações com raízes históricas, políticas, geológicas, ambientais e identidades diversas. As marcas territoriais são parte de um complexo mecanismo institucional de confiança entre atores de segmentos sociais diversificados. Para Andrade (1995), o território não é um simples suporte físico dos agentes e suas atividades econômicas. Território é um espaço construído social e historicamente, onde a economia e o desenvolvimento são fortemente dependentes da proximidade entre os agentes de um mesmo espaço e o ambiente que o envolve (CIRAD-SAR, 1996).

A diferenciação espacial de um território é determinada por vetores como geologia, solos, relevo, vegetação, clima entre outros aspectos naturais. As mudanças nesses ambientes decorrem da atuação humana através de sua capacidade técnico-científica, potencial de recursos, iniciativa política, informação e, muitas vezes sem esses recursos, apenas com sua capacidade natural de adaptar o ambiente ao seu modo.

Os conflitos sócio-ambientais são uma realidade no mundo atual. No último século houve uma mudança radical na metodologia de avaliação de impactos ambientais, especialização de técnicos, controle e monitoramento de poluentes, soluções ambientais dinâmicas envolvendo tecnologias de comunicação, ferramentas aplicadas a cada paradigma do conjunto ambiental em que ocorre o conflito. A partir da segunda metade da década de 80 diversos programas de zoneamento ecológico-econômico surgiram da região amazônica como resposta aos conflitos gerados pela ocupação desordenada de espaços territoriais e o mau uso dos recursos naturais (Becker, 1997; ACRE, 2000).

A introdução do cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) no Estado do Acre teve início com o chamado Projeto Alcobrás, implantado especificamente no município de Capixaba. O projeto foi financiado com dinheiro público através do Banco do Brasil e sucumbiu ao abandono no final da década de 80. A revitalização do projeto surge com a denominação de Usina Álcool Verde Ltda e é dirigido pelo Grupo Farias, também acionistas. Neste contexto suscita uma nova ordem de discussões e preocupações ambientais e sociais. A mudança no uso do solo e na estrutura agrária atual da região não ocorrerá de forma lenta e gradual como foi a pastagem em detrimento ao modo anterior de exploração econômica local. As mudanças repentinas podem ocasionar impactos variados com amplitude e intensidade desconhecida. São reversíveis, mas com alto custo social, ambiental e econômico.

O conhecimento das características geológicas, solo, clima, vegetação, social, econômica, entre outras é fundamental na tentativa de prever os impactos ambientais decorrente das mudanças no uso do solo a que se está propondo para os municípios de Capixaba, Rio Branco, Plácido de Castro, Senador Guiomard e Xapuri. Esses estudos permitem indicar alternativas que visam o desenvolvimento econômico regional com o mínimo de impacto sobre os recursos naturais, patrimônio da humanidade.

O objetivo deste capítulo foi analisar e sintetizar informações da área envolvida na implantação do empreendimento sucroalcooleiro para dar suporte a interpretações que resultem em menores impactos ambientais pelo cultivo.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1. Localização

O município de Capixaba, onde está instalada a Usina Álcool Verde Ltda, figura como centro da área de expansão e ocupação dos solos com o cultivo da cana-de-açúcar. Em um raio de 30 km da usina, distância economicamente viável para o cultivo e transporte da cana até a usina de beneficiamento, estão inseridos os outros municípios que integram a área de influência, sendo: Plácido de Castro, Rio Branco e Senador Guiomard, na

regional Baixo Acre, e Xapuri, na regional Alto Acre (Figura 1). O histórico de criação desses municípios está resumido no Quadro 1.

Quadro 1. Síntese do histórico de criação dos municípios inseridos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro

Município	Histórico
Capixaba	O atual município de Capixaba formou-se no antigo Seringal Gavião de propriedade do Sr. João Sombra. Com a implantação da Escola Estadual Argentina Pereira Feitosa, fundada pelo professor José Clóvis Raulino por volta de 1962 e de uma igreja católica, começou a surgir a pequena Vila Gavião, que era habitada principalmente por ex-seringueiros. Por volta da década de 70, começou a migração de pessoas advindas principalmente do sul do país, pois, iniciara no Acre com o incentivo do governo estadual, a implantação de grandes fazendas (latifúndios) de criação de gado, pois o governo acreditava que a pecuária traria o tão sonhado desenvolvimento para o Estado. Então, na onda de migração rumo ao Acre, na Vila Gavião chegou uma família vinda do Espírito Santo que trouxera na bagagem uma pequena serraria manual conhecida como pica-pau e se instalou na vila ou km 47 como também era conhecida. A partir daí, todos que queriam ir ao km 47 ou na Vila Gavião, tinham como ponto de referência a serraria do capixaba. Com o passar do tempo todos começaram a chamar a antiga Vila de Vila Capixaba, que foi criada em 01 de janeiro de 1993 a partir do desmembramento da área de dos municípios de Rio Branco e Xapuri.
Rio Branco	A origem de Rio Branco remonta a 28 de dezembro 1882, quando Neutel Maia ancorou sua barca, às margens do rio Aquiri e iniciou a estruturação do Seringal Empresa, local hoje conhecido como 1º Distrito, que marca o núcleo inicial de população do que se tornaria mais tarde a capital do Estado do Acre.
Plácido de Castro	O Município de Plácido de Castro foi criado em 30 de março de 1963. Inicialmente o local era uma colocação de seringueiros, passando posteriormente a depósito do Seringal São Gabriel, com o nome de Pacatuba. Em 1922 com o crescimento do povoado recebeu o nome de Plácido de Castro, em homenagem ao herói da revolução acreana. Seu surgimento deu-se em razão da posição comercial estratégica para compra de borracha, castanha e fornecimento de mercadorias, função de entreposto que concentrava toda produção da rica e vasta região boliviana. Obteve sua autonomia pela Lei Estadual n.º 568, de 14 de maio de 1976 e tendo sua efetiva instalação dia 30 de março de 1977.
Senador Guimard	Senador "Guimard inicia sua história em um momento forte ainda do extrativismo em 1930, quando forma a Vila Grande Quinari. Seu nome, segundo os moradores mais antigos, está associado a uma árvore denominada "Quinaquina", que havia em abundância no município e de cujas raízes se faz chá para curar febres e várias doenças. Foram 32 famílias oriundas do Nordeste do país que iniciaram o povoamento daquela região. Durante a década de 70, chegam dezenas de famílias provenientes do Sudeste brasileiro, atraídas pelo grande incentivo à pecuária desenvolvido pelo governo do Estado. Em 1976 passa à categoria de município e tem seu nome alterado para Senador Guimard, em homenagem ao autor do projeto de lei que elevava o Acre à condição de Estado.
Xapuri	A região foi habitada por indígenas das tribos Xapuris, Catianas, Moneteris e outras menos numerosas. A excursão de Manuel Urbano da Encarnação à foz do rio Xapuri, em 1861, foi o início da colonização. Xapuri participou ativamente da independência do Acre, quando, em 1902, integrava o Território das Colônias, ocupado por autoridades bolivianas. Plácido de Castro iniciou o movimento revolucionário, culminado com o ataque à Vila, em 6 de agosto, e domínio da situação. Foi proclamada a Independência do Acre, com a confraternização da população de Xapuri. Em abril de 1903, quando chegaram as forças federais a Vila se constituiu na Capital do Acre Meridional.

Fonte: CNM, 2009.



Figura 1. Localização da Usina Álcool Verde e a área de influência do empreendimento sucroalcooleiro nos municípios de Capixaba, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Rio Branco e Xapuri, Acre.

A população dos municípios menores, como Capixaba, Plácido de Castro e Senador Guimard concentra-se no meio rural (Quadro 2) e a densidade demográfica é considerada baixa. A baixa densidade demográfica pode estar associada às poucas oportunidades de emprego e o deficiente desenvolvimento econômico industrial e comercial da região, mais voltado para a agricultura e pecuária extensiva. A exemplo dessa relação cita-se o município de Rio Branco-AC, onde o desenvolvimento econômico tem menor influência do setor agrícola.

Quadro 2. Distribuição e população e território dos municípios envolvidos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro

Município	População			Área territorial	Densidade populacional
	Urbana	Rural	Total		
	----- Habitantes (nº) -----				
Capixaba	1.521	3.685	5.206	1.713	3
Plácido de Castro	6.979	8.193	15.172	2.047	7
Rio Branco	226.298	26.761	253.059	9.223	27
Senador Guiomard	8.640	11.121	19.761	1.837	10
Xapuri	5.995	5.961	11.956	5.251	2
Total	249.433	55.721	305.154	20.071	15

Fonte: CNM, 2009.

O somatório das áreas dos municípios envolvidos, 20.071 km², é equivalente a metade do Estado do Espírito Santo e a área de influência do empreendimento, aproximadamente 2.597 km², equivalem a 5% do referido estado ou, comparativamente, é maior do que alguns municípios envolvidos no empreendimento.

A economia regional está centrada no setor primário, entre os principais produtos comercializados cita-se a borracha, castanha, arroz, milho, farinha de mandioca e feijão. A agricultura familiar no Estado do Acre sinaliza, principalmente a partir dos anos 70, algumas alterações no uso da terra, com propensão para a exploração da pecuária como substituição de parte da atividade extrativista e agropecuária de subsistência (ACRE, 2000a, c).

A esta fase de introdução da pecuária, que pode ser caracterizada como um ciclo de prosperidade econômica, acompanha a ciclo da decadência de outras atividades, como a da borracha e a da castanha (*Bertholletia excelsa*). A característica do Estado do Acre é que as alternâncias entre os ciclos passam a ocorrer sob conflitos, pairando reações às conseqüências da prosperidade, que ocorrem sob a ausência da estrutura normativa e legislativa ambiental e social.

O processo de pecuarização na região é uma característica predominante nos últimos anos, atingindo desde propriedades particulares até unidades de conservação (Siviero et al., 2008). A tendência da pecuarização entre os agricultores familiares, latifundiários e colonos assentados pelo INCRA implica em mais desmatamentos e ameaças aos recursos naturais, pois o processo de ocupação é realizado sem assistência técnica e o conhecimento necessário para forma correta de utilização dos recursos naturais. Segundo Wallace (2004), a substituição de florestas nativas por áreas com pastagens vem provocando profundos impactos de ordem ambiental e social.

A lógica do uso da terra na região (espécies cultivadas, calendário agrícola e baixa tecnologia) não difere do modelo geral de ocupação do solo por agricultores do restante da Amazônia (Siviero et al., 2008). Ainda, seguindo os autores, atividade econômica praticada até hoje na região do Alto Acre, pouco tem contribuído ao desenvolvimento local.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Aspectos gerais da geologia do Estado do Acre – Base para compreensão e da formação da região de Capixaba

O Estado do Acre, em particular a região de Capixaba, localiza-se sobre uma vasta bacia sedimentar contínua, que ocupa uma boa parte da região amazônica ocidental, em grande parte, é representada por sedimentos Cenozóicos (Terciários e Quaternários), que tem seus limites a oeste com os dobramentos mais antigos da Serra do Divisor (Paleozóicos até Mesozóicos), que formam os primeiros dobramentos associados aos Andes (BRASIL, 1977; ACRE, 2006). É denominada de bacia do Acre e tem a Formação Solimões como principal e sua divisa, ao oeste se dá com a Serra do Divisor (Figura 2).

Os principais eventos na bacia do Acre, eras geológicas, períodos, relação com o ano, época, formação e litologias estão relacionadas no Quadro 3.

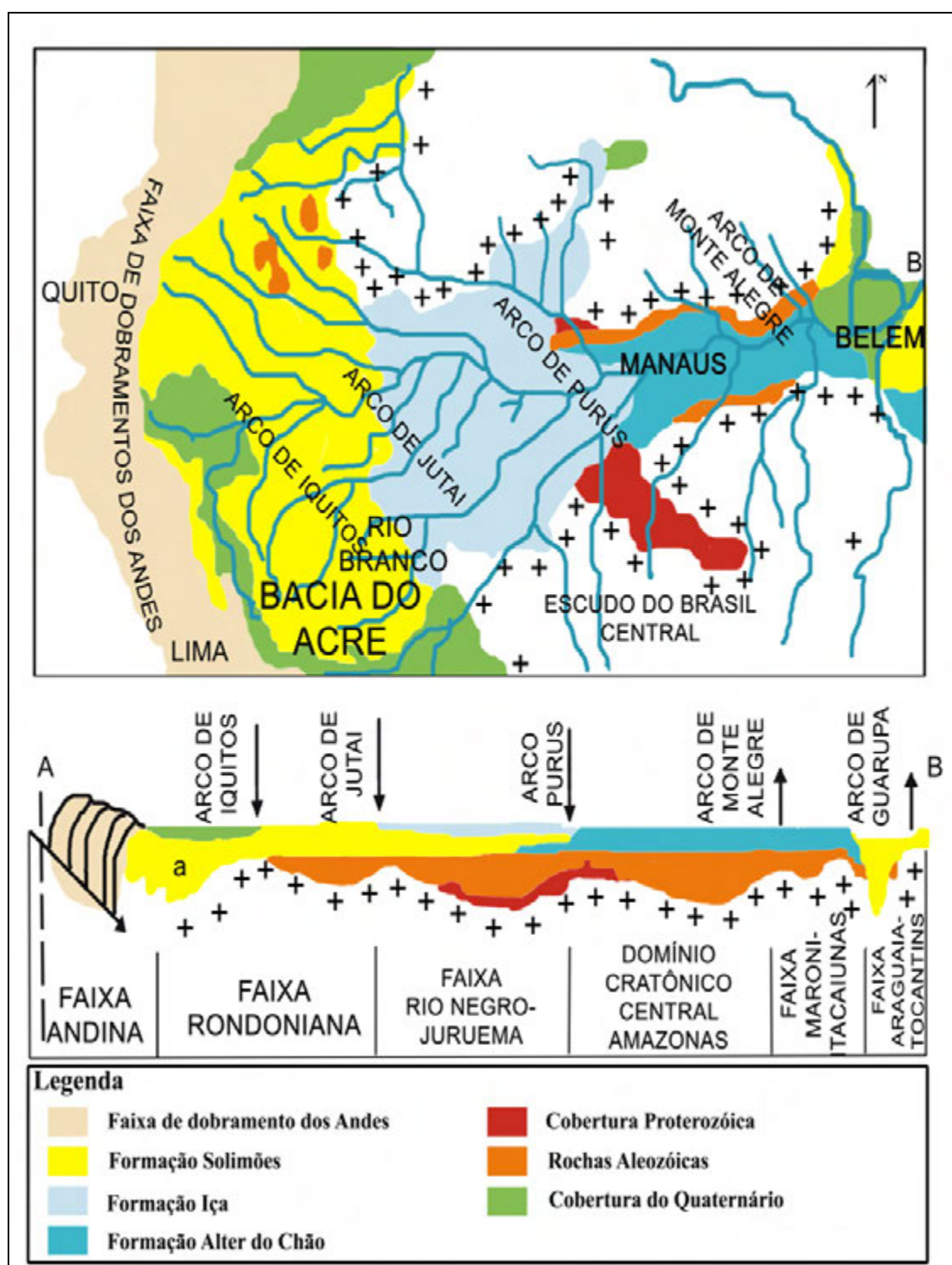


Figura 2. Localização da bacia do Acre no contexto geotectônico amazônico: 1) A - Formação Solimões; B - sedimentos Terciários; 2) Formação Içá; 3) Formação Alter do Chão; 4) coberturas Proterozóicas; 5) rochas Aleozóicas; 6) coberturas do Quaternário. Fonte: Bezerra, 2003.

Quadro 3. Eras geológicas, períodos, relação com o ano, época, formação, litologias e principais eventos na bacia do rio Acre

Era	Período	Idade (milhões de anos)	Época	Formação	Litologias	Eventos Principais
Cenozóico	Quaternário	0-2	Holoceno	Aluviões Holocênicos	[Qa] Sedimentos inconsolidados de planícies fluviais. Depósitos recentes e atuais. [Qai] Aluvião indiferenciado depósitos em terraços fluviais holocênicos elaborados sobre Formação Solimões; Colúvios e eflúvios; material detrítico arenoso depositado no sopé da serra e depósitos detríticos originados in situ.	Sedimentos relacionados à rede de drenagem (rios).
			Pleistoceno	Cruzeiro do Sul	[QPcs] Arenitos finos a médios, friáveis com intercalações de argilito e areias (aa).	Efetivo controle de drenagem por falhas e fraturas.
	Terciário			Solimões	[Tqs], Argilitos silticos e siltitos, maciços ou finamente laminados, cor cinza-chumbo, esverdeado-avermelhados com concreções carboníferas e gipsíticas. [ar] Arenitos finos, micáceos, castanho-amarelado e avermelhado.	A Bacia do Acre torna-se intracontinental. Seguido da inversão da rede de drenagem, que passa a fluir para leste (sentido a Manaus) ambiente tipicamente fluvial. Deposição de espessos pacotes argilo-arenosos, que passaram a assorear a Bacia do Acre. Ocorrência de veios de gipsita e material carbonático indicando a presença de clima semi-árido.
			Plioceno			Soerguimento da Cordilheira Andina.
	Terciário	2-65	Mioceno Paleoceno	Ramon	[Tr] Argilitos, siltitos e folhelhos intercalados por camadas calcáreas. Subordinadamente, arenitos e folhelhos calcíferos.	Novo ciclo deposicional, predominantemente continental, com incursões marinhas. Sedimentos rochas pré-existent, localizados a leste área de subsidência. 0

Continua...

Quadro 3. Continuação...

Era	Período	Idade (milhões de anos)	Época	Formação	Litologias	Eventos Principais
Mesozóico	Cretáceo	65-180	Maestrichtiano	Divisor	[Kd] Arenitos maciços de cores variadas, com intercalações de arenitos silicificados, brechas de falha e siltitos cinzas.	Movimentos da crosta provocados pela orogênese. Levantamento das áreas situadas a leste, rápida deposição de arenitos grosseiros.
			Campaniano Turoniano	Rio Azul	[Kra] Superior: Arenitos finos com intercalações de siltitos cinza-esverdeados. Inferior: Arenitos finos intercalados com folhelhos e níveis de calcário.	Ocorre uma suave mudança no ambiente de deposição com uma transgressão marinha, evidências atuais de fósseis.
			Cenomaniano	Moa	[Km] Água Branca: Arenitos creme, amarelos, finos a médios, com níveis conglomeráticos e finas camadas de argilas e siltes. Capanauá: Arenitos vermelhos, argilosos, granulometria fina a conglomerática, friáveis.	O sentido deposicional era leste-oeste, em ambiente de deposição rápida de várias fontes muito distantes.
Paleozóico	Permiano Carbonífero	270-320	Pensilvaniano	Sienito República	[γr] Diques de Quartzo-sienitos, Quartzo-traquitos cortando a F. Formosa. [CPf] Quartizitos, arenitos quartzíticos, metasiltitos e chert.	Transgressões marinhas na Bacia do Acre deposição em ambiente marinho. Evidencia de fósseis marinhos na Cordilheira dos Andes fundamenta esta teoria.
				F. Formosa		
Pré-Cambriano	Superior	1.000			[pEx] Gnaisses, granulitos, 12nfibolitos e veios de pegmatitos.	Origem dos invertebrados, das algas, dos fungos. Intensa atividade tectônica, causando formação de novas rochas.
	Médio	1.800				Primeiras células eucarióticas
	Inferior	2.500		Complexo Xingu		Primeiras células fotossintetizantes
		4.600				Formação de compostos orgânicos que originaram a vida e os primeiros seres procarióticos.

FONTE: BRASIL (1976 e 1977).

Segundo Cavalcante (2006), as estruturas mais importantes na configuração do quadro atual são: o Arco de Purus, que desde o Paleozóico até a inversão da cadeia andina no Mesozóico teria funcionado como paleodivisor de dois sistemas de drenagem, os quais corriam, respectivamente, para leste e para oeste (Costa et al., 1991 a, b; Wanderley Filho e Costa, 1991); o Lineamento Madeira, que limita a bacia do Acre a sudeste também serviu como divisor de drenagem no Cretáceo; o Arco de Iquitos, que separa a bacia do Acre da bacia do Solimões; e o Lineamento Juruá (Bizzi et al., 2003).

A profundidade da sedimentação Cenozóica da Bacia do Acre varia de 800 a 2.000 m, assentando-se sobre rochas do embasamento ou sedimentos Paleozóicos. Um aspecto importante é que a Formação Solimões ocupa o topo da paisagem sobrepondo-se às outras Formações (Figura 3), esse pacote de sedimentos também dá a idéia da grande erosão que houve nesta região. O Grupo Acre constitui os sedimentos Cretáceos da Serra do Divisor, assentados sobre rochas Pré-cambrianas ou Paleozóicas mais antigas (Formação Formosa).

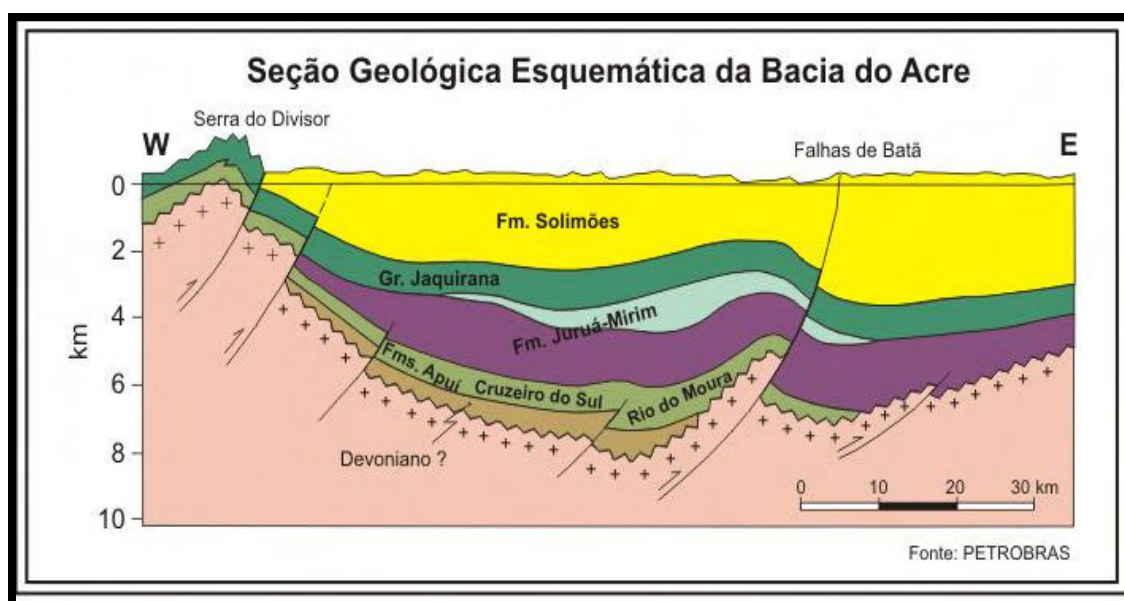


Figura 3. A Formação Solimões ocupa grande parte do Estado do Acre com sedimentos que variam de 800 a 2.000 m de profundidade.

Os sedimentos que formam a região de Capixaba não são muito antigos. A maior parte é constituída de materiais acumulados desde o Mioceno (com início a cerca de 23 milhões de anos), com predomínio absoluto de sedimentos

bem mais modernos, e do Pleistocênio (últimos 1,8 milhões de anos). O tempo de pedogênese nesses ambientes não foi suficiente para desenvolver cimentação entre as partículas de solo conferindo uma característica solta e friável. Os solos pouco intemperizados ainda guardam feições de sua composição sedimentar.

Nos perfis de solo, como cortes às margens das estradas, há camadas de diferentes cores e texturas. Predominam, entretanto, camadas mais argilosas com material mais fino (Martins, 1993), muito pegajoso, alternando com poucas camadas arenosas, bem mais delgadas (Figura 4). A explicação plausível para isto é que na bacia do Acre ocorreram ambientes de sedimentação mais calmos (ambiente flúvio-lacustre) com áreas-fonte ricas em silte e argila até sedimentos mais arenosos, com maior energia dos rios (Brasil, 1976; Kronberg & Benchimol, 1992). Entretanto não há muita areia, como também não são comuns os solos arenosos.

Os principais eventos geológicos com destaque para o sudeste do Acre encontram-se na Figura 5.

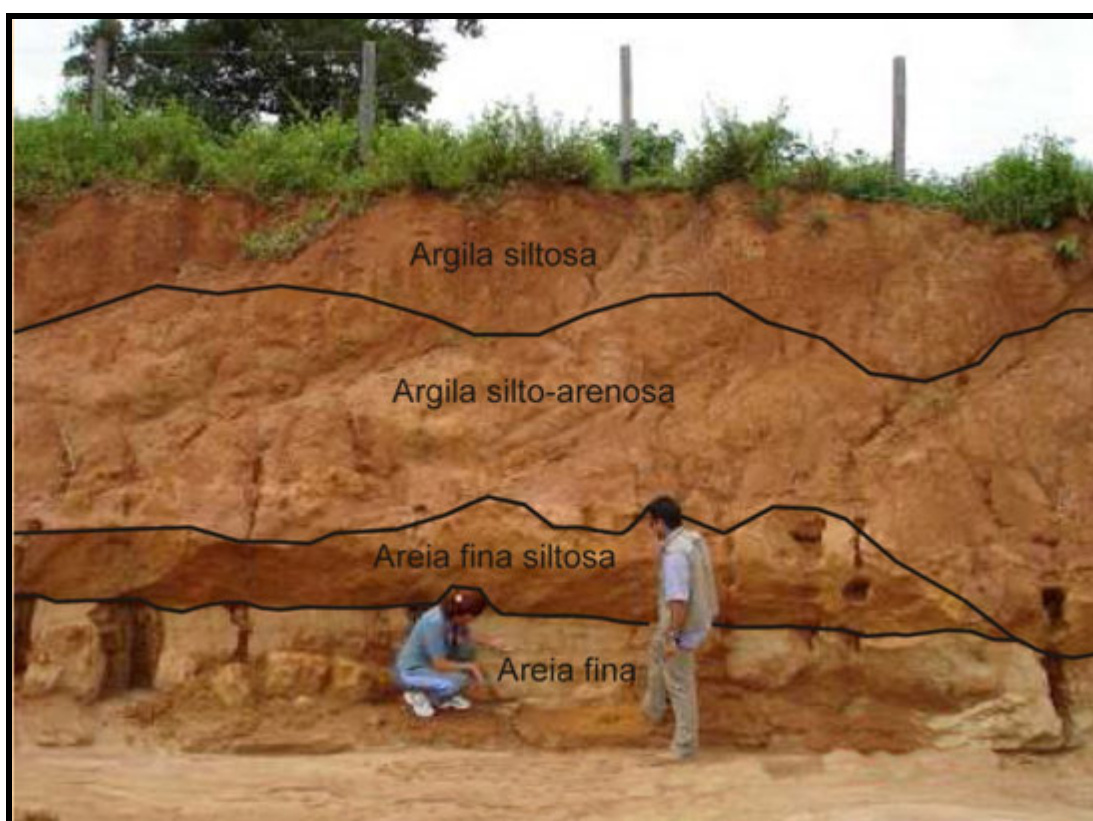


Figura 4. Diferentes estratos de sedimentos nos cortes às margens das estradas. Predomínio de materiais mais finos.

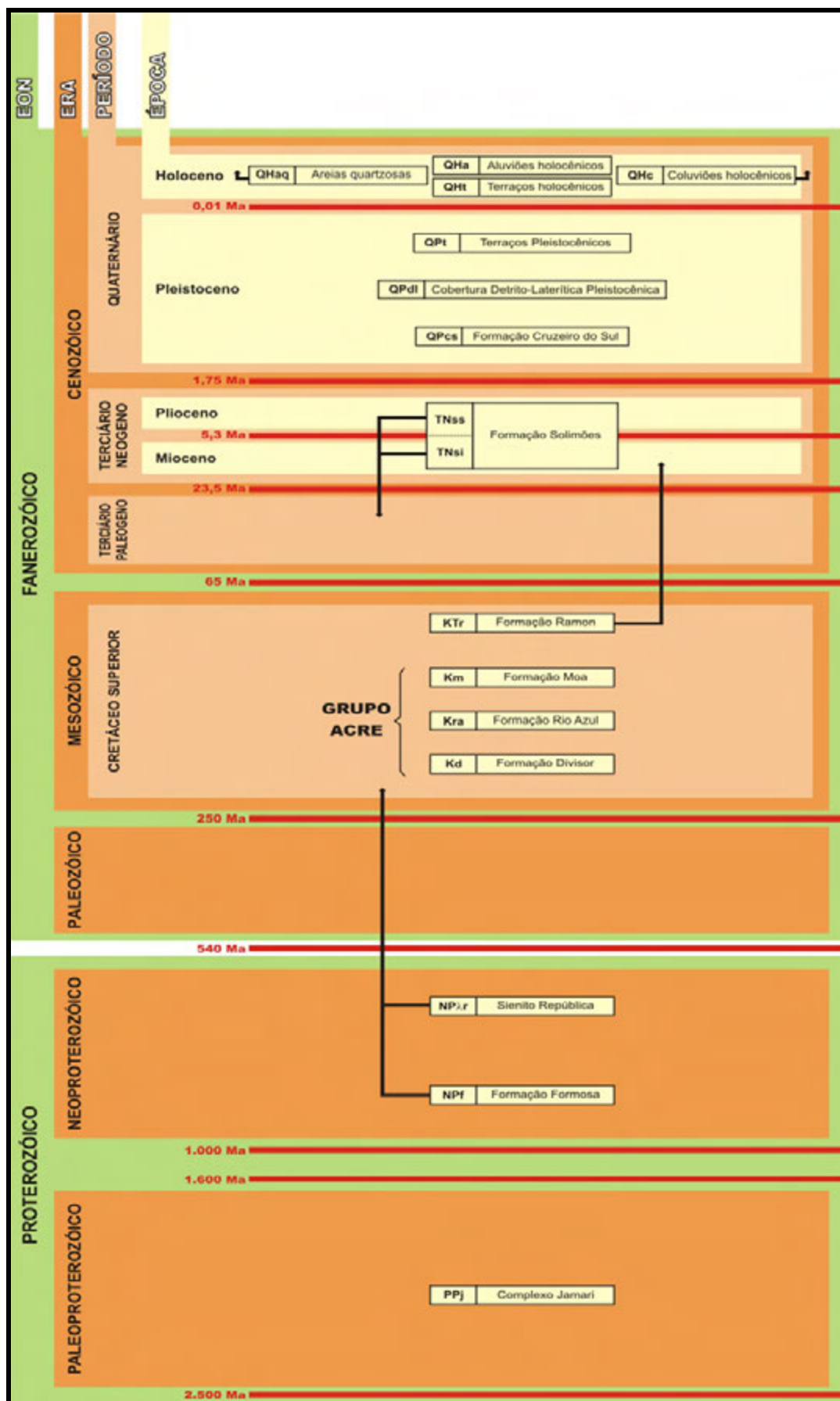


Figura 5. Coluna geológica com destaque para a geologia do sudeste do Estado do Acre. Fonte: Amaral, 2007

Em determinados locais da área de estudo, mas principalmente no Baixo Acre, ocorrem argilas expansivas, muito plásticas e pegajosas. Encharcam-se de água em sua estrutura e dificultam a infiltração da água das chuvas. São solos rasos, que se “fecham” após as primeiras chuvas, impedindo a recarga do lençol freático. Daí uma das principais razões da grande variação de vazão dos rios, e a ocorrência, no curto período de seca, de inúmeros igarapés intermitentes.

A implicação mais notável das características físico-hídricas destes solos é que o pedoclima não reflete exatamente o regime climático atmosférico (Bardales, 2005; Amaral, 2007). Os efeitos da seca se fazem notar rapidamente, enquanto boa parte das águas das chuvas perde-se por escoamento superficial e evaporação, devido à baixa capacidade de infiltração da água no solo. Assim, o manejo destes solos deve ser voltado às práticas que melhorem a capacidade de infiltração da água, propiciando a redução da perda de água e dos efeitos da seca para as culturas nos curtos períodos de estiagem. Para minimizar os efeitos da baixa infiltração da água no solo, o Estado deve investir em obras de Engenharia como cordões de infiltração de água, bacias de infiltração, açudes e canais de condução da água de estradas com destino a “valetas de infiltração” (Valente e Gomes, 2005).

Nas áreas topograficamente mais elevadas dos extremos oeste e leste existem condições de melhor drenagem e ocorre com frequência Latossolos e Argissolos. Na borda leste, na região de Capixaba, mais seca, predominam Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo na parte central dos interflúvios e à medida que se aproxima dos canais de drenagem passam a predominar os Argissolos. Os Latossolos possuem maior potencial para mecanização, onde o relevo varia de plano a suave ondulado e os solos são, na sua maioria, profundos (Bardales, 2005). Entretanto, o tempo geológico e o processo de pedogênese não foram suficientes para originar perfis de solos profundos como os de outras localidades do Brasil. Räsänen et al. (1998) definem o ambiente de sedimentação da Formação Solimões como um sistema lacustre o que contribuiu para o arranjo horizontalizado das partículas de silte e argila que foram sedimentando-se. O arranjo das partículas reduz os processos de percolação e infiltração de água no solo, dificultando a pedogênese. Em caráter ambiental a maior disfunção é em relação aos recursos hídricos, que com menores taxas de infiltração de água e maiores taxas de escoamento

superficial, o abastecimento do lençol freático é comprometido. O resultado reflete em maiores volumes de água nos mananciais superficiais no período de chuva e grande quantidade de mananciais intermitentes (Figura 6).

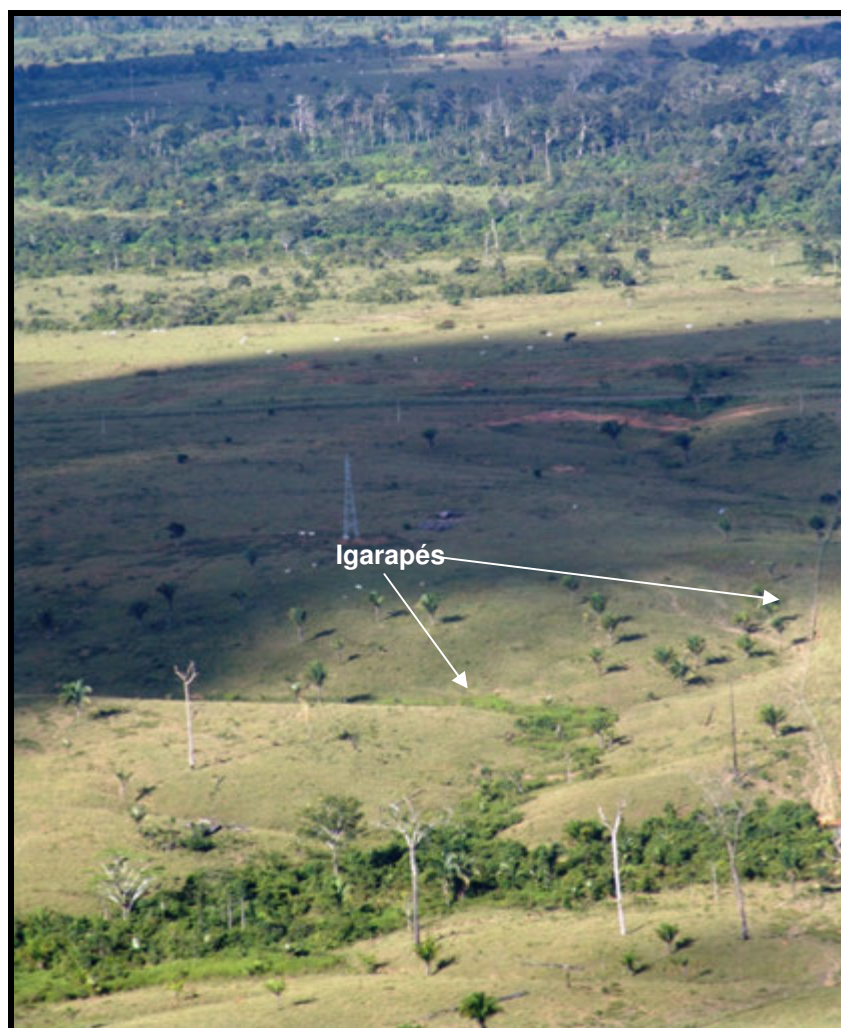


Figura 6. Ocorrência de igarapés intermitentes na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre. Foto: J.L. LANI.

A coluna geológica pode ser utilizada para emoldurar a cronologia dos principais eventos e suas conseqüências na paisagem acriana. Do Mioceno (23 Ma) ao Plioceno (5,3 Ma), eventos tectônicos deflagraram a formação dos Andes, cujos primeiros dobramentos ocorrem no Acre, constituindo a Serra do Divisor, onde se localiza importante área de conservação da natureza (Parque Nacional da Serra do Divisor). Nessa mesma época pode ter-se definido o arcabouço tectônico do Acre, a parte central mais baixa, que recebeu

sedimentos provenientes do eixo de canais que erodiam a borda Andina, à medida que esta se elevava.

Antes da elevação Andina, a drenagem amazônica com sua imensa rede de rios e canais, tinha como direção o atual Oceano Pacífico (Figura 7). Os sedimentos Mesozóicos e Paleozóicos foram dobrados e começaram também a ser erodidos contribuindo para o entulhamento da recém-formada Bacia do Acre. Entretanto, a maior parte dos sedimentos provinha dos blocos tectônicos mais elevados dos Andes e a Bacia do Acre recebia sedimentos mais jovens e quimicamente mais ricos. Nessa época, os rios do sistema hidrográfico do Amazonas drenavam em direção completamente contrária a atual, sendo assim denominado de SANOZAMA - a palavra Amazonas de trás para frente (Rasanem et al., 1998).

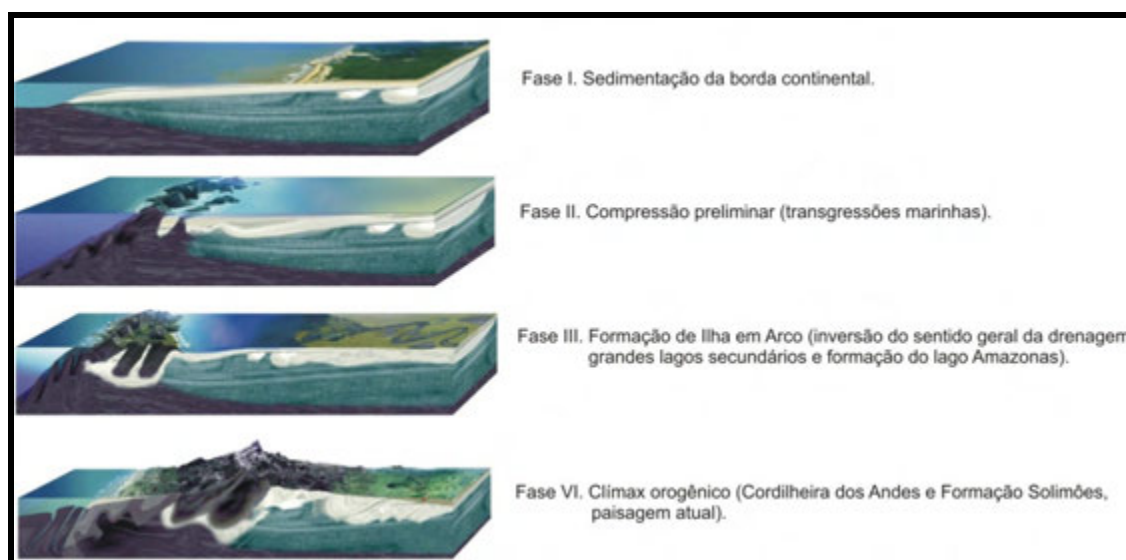


Figura 7. Evolução da paisagem no Estado do Acre. As feições de paisagem são indicadas pelas fases em sequência. A fase 4 mostra o Oceano Pacífico, no extremo oeste, a Cordilheira dos Andes, ao centro e a paisagem que predomina no sudeste acriano. Fonte: Amaral (2007).

A elevação Andina impôs uma importante mudança ecológica e ambiental, de grande importância na região Amazônica. Com ela houve a formação de uma grande barreira física de bloqueio à conexão com o Oceano Pacífico, forçando a drenagem a espalhar-se de forma desorganizada no vasto anfiteatro baixo e inundável. Nos períodos mais úmidos, formavam enormes lagos que coalesciam nos períodos secos. A fauna concentrava-se nos lagos que secavam e a vegetação florestal degradava-se em amplas pastagens.

3.2. Geomorfologia

O Estado do Acre encontra-se dividido em nove unidades geomorfológicas: a Planície Amazônica, as Depressões do Endimari-Abunã, Iaco-Acre, Rio Branco, Juruá-Iaco, Tarauacá-Itaquai, Marginal à Serra do Divisor, a Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul e os Planaltos Residuais da Serra do Divisor (Brasil, 1977; Cavalcante, 2006).

A área de estudo encontra-se no topo entre as unidades geomorfológicas chamadas de Depressões dos rios Endimari-Abunã e Acre (Cavalcante, 2005). Esta unidade apresenta uma altitude que varia entre 130 a 200 m, nivelada por pediplanação pós-terciária, posteriormente dissecada pela drenagem atual. Trata-se de superfície suavemente dissecada, com topos tabulares e algumas áreas planas. Observam-se, na área, Latossolos na sua maioria Vermelho, com predomínio de textura argilosa. Seu contato com as unidades vizinhas é gradual e na sua maioria transiciona para o Argissolos. As diferentes unidades geomorfologias e suas relações com os ambientes estão relacionadas no Quadro 4.

Quadro 4. Relação entre a unidade morfológica e o ambiente (toposequencia)

Unidades	Características
Topo	Parte plana e ampla, na sua maioria predomina os Latossolos Vermelhos e onde foi locada grande parte da BR 317. A presença de água de superfície é efêmera. Os solos são na sua maioria passíveis de serem mecanizados pelas condições de relevo, mas deve-se observar a presença de concreções ferruginosas. O relevo plano é o antigo nível de sedimentação e foi preservado por ser divisor de grandes bacias hidrográficas (Rios Acre e Abunã).
Terço superior	Logo após a parte plana, quebra do declive de forma suave, ainda predomina os Latossolo Vermelho e às vezes Latossolo Vermelho-Amarelo, mas já transicionando para os Argissolos. Local onde ocorre a presença de água devido ao processo de capilaridade da água do lençol freático. Pode ocorrer a presença de nascentes (olhos d'água) intermitentes.
Terço médio	Predomina os Argissolos. Ocorrem os primeiros filetes d'água (nascentes) e onde se localiza a maioria dos açudes. O relevo tende mais para ondulado e a pedoforma onde se encontram as nascentes é côncavo-côncava. Ocorre nesta unidade o início dos igarapés.
Terço inferior	Com o fluxo de água da parte superior para o talvegue há a formação dos Plintossolos. Normalmente apresentam teor de ferro menor do que a parte superior. Esta parte encontra-se diretamente com o corpo hídrico (igarapés) e as vezes até os grandes rios como o rio Acre.
Leito menor	Onde se encontram os igarapés. Estes são encaixados sem a presença de Terraço. Ocorrem, normalmente, sobre o argilito da Formação Solimões. Os Neossolos Flúvicos e os Gleissolos, se presente, são em pequenas áreas.

Guerra (1955) define o estado do Acre como uma vasta planície onde dominam as formas planas, mas que por vezes se tornam sensivelmente onduladas e até montanhosas como na região entre Tarauacá e Cruzeiro do Sul. Nesta região, em razão do próprio declive mais acentuado e pela ocorrência da Formação Solimões com extratos mais expressivos do arenito a erosão por deslizamento e até por voçorocas é mais evidente. Há também, a se confirmar por trabalhos específicos, a ocorrência neste trecho da Formação Solimões Superior, com textura mais arenosa e mais sujeita a erodibilidade.

Numa visão ampla de determinadas áreas do Estado do Acre, como os topos estão na mesma cota dá-se esta falsa impressão. Tendo-se, no entanto, maior cuidado, percebe-se que o relevo na região objeto desse estudo pode ser separado em diferentes partes, mas com o predomínio da forma plana no topo dos morros e da pedoforma convexa-convexo nas partes mais inclinadas (Guerra, 1955).

No caso específico da região de Capixaba, a parte superior é plana e ampla (relevo tabular), pois não houve ainda o dissecamento tão intenso da paisagem. Por observação aérea verifica-se que os igarapés não apresentam o ambiente “terraço” ou outra forma mais ampla, próxima a calha dos mesmos. Os “rios” são na sua maioria pequenos, denominados de igarapés, e estão bem encaixados na paisagem (Figura 8) com nítida ruptura de declive entre o leito menor (igarapé atual) e parte das suas margens. Em razão dessa característica é comum nesta região o represamento da drenagem e a formação de lagos (Figura 9). Esta ação é necessária em razão da baixa disponibilidade de água de superfície para dessedentar, principalmente, os animais. Pois o uso da água para irrigação de culturas agrícolas é incipiente nesta região.

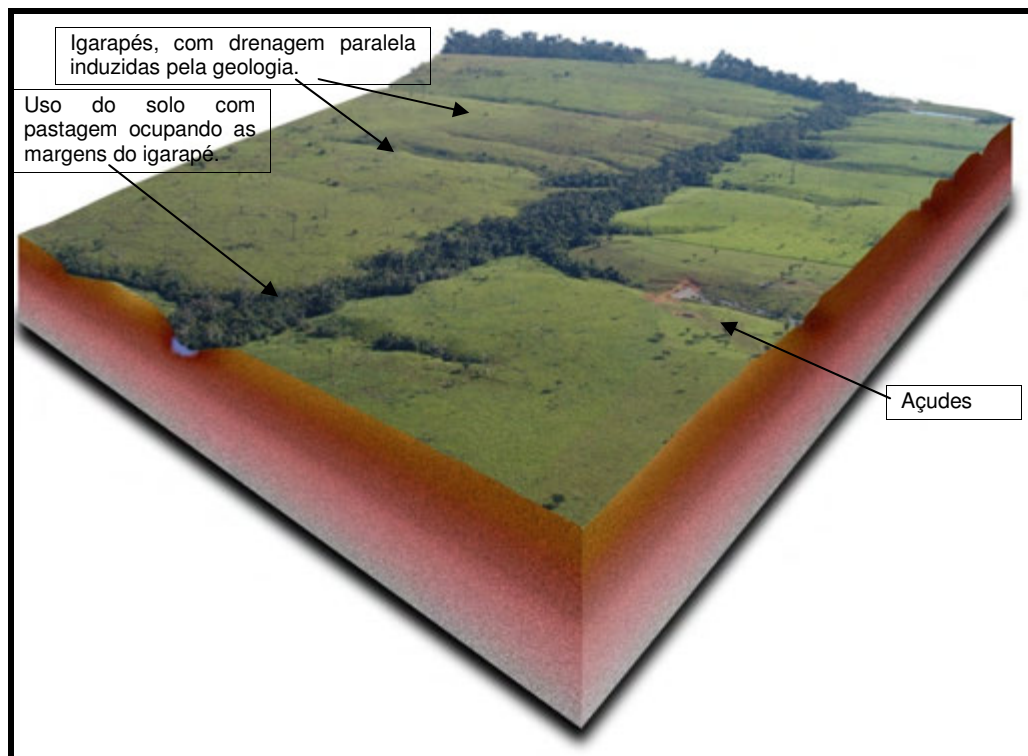


Figura 8. Os igarapés, na sua maioria, encontram-se encaixados. O incipiente dissecamento da paisagem forma extensas áreas planas (formações tabulares). Ausência de vegetação ciliar.

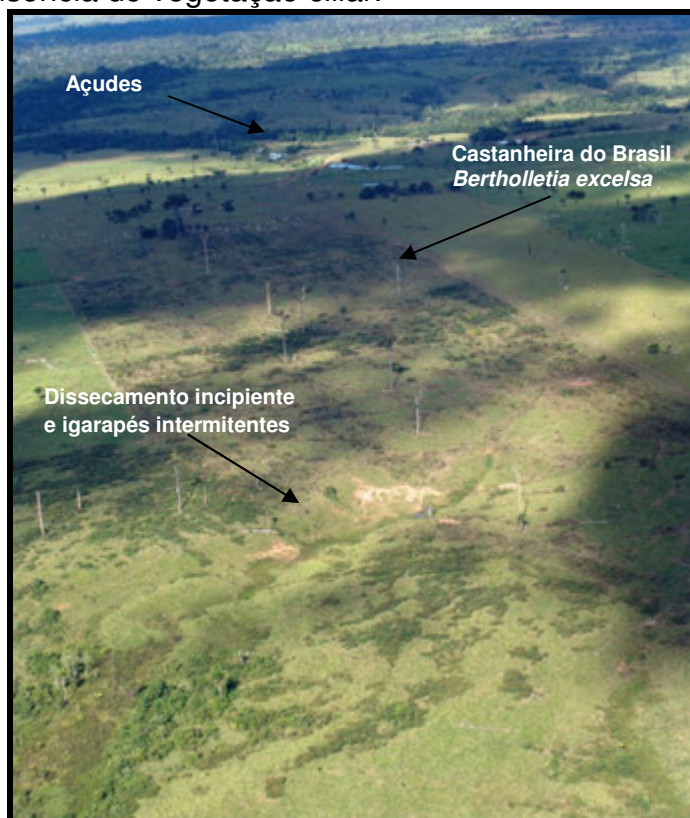


Figura 9. Ocorrência de amplas áreas planas (topos) com dissecamento insipiente da paisagem. A escassez de água superficial estimula a construção de reservatório de águas. As árvores remanescentes isoladas são na sua maioria as castanheiras (*Bertholletia excelsa*).

O município de Capixaba e região apresenta uma ampla área de relevo plano a suave ondulado nos topos (Quadro 5), principalmente onde está locada a BR 317. O relevo tem um caráter importante na área de estudo pelo propósito de utilizar a colheitadeira mecânica para a cana-de-açúcar, em geral, esses equipamentos trabalham em uma declividade máxima de 12%, representada na área total de influência do empreendimento por 95.779 (36,88%), o que é suficiente para atender a demanda da área plantada (33.258 ha). As áreas a serem exploradas devem ser analisadas, também, com critérios técnicos e voltadas para as diferentes classes de solos. Pois nessas declividades ocorrem, em associação com Latossolos, os Argissolos nas proximidades dos talvegues e são naturalmente mais propensos a processos erosivos e formação de escoamento superficial. Esses Argissolos muitas vezes apresentam horizonte plântico, fator que intensifica os processos de escoamento superficial. Neste contexto, essas áreas devem ser destinadas ao uso do solo com menor revolvimento e exposição, evitando o escoamento superficial e auxiliando a infiltração de água no solo.

Quadro 5. Distribuição das áreas por classe de declividade na área do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre

Decl. -- % --	Relevo	Rio								Total	
		Acre		Iquiri		Xipamanu		Abunã			
		- ha -	- % -	- ha -	- % -	- ha -	- % -	- ha -	- % -	- ha -	- % -
0 - 12		57.766	22,24	2.335	0,90	18.919	7,28	16.759	6,45	95.779	36,88
12 - 100		86.590	33,34	6.482	2,50	37.189	14,32	33.687	12,97	163.948	63,12
0 - 3	Plano	13.348	5,14	685	0,26	4.559	1,76	5.050	1,94	23.642	9,10
3 - 8	Suave ondulado	24.933	9,60	871	0,34	7.702	2,97	6.792	2,61	40.298	15,52
8 - 20	Ondulado	56.765	21,86	2.701	1,04	19.708	7,59	16.292	6,27	95.467	36,76
20 - 45	Forte ondulado	45.635	17,57	3.745	1,44	20.779	8,00	19.137	7,37	89.296	34,38
45 - 75	Montanhoso	3.623	1,40	771	0,30	3.191	1,23	3.091	1,19	10.676	4,11
> 75	Escarpado	67	0,02	30	0,01	161	0,06	90	0,03	348	0,13
Total		144.371	55,59	8.803	3,39	56.101	21,60	50.452	19,42	259.726	100,00

3.3. Caracterização climática

A estruturação das paisagens é estabelecida por meio de variáveis delimitadoras como geologia, geomorfologia, solos, vegetação etc., dentre elas o clima.

Atualmente as estações meteorológicas no Acre são insuficientes para fornecer uma caracterização detalhada do clima do Estado. Essa problemática gera espaços e tempos descobertos de observações necessárias a uma boa compreensão dos fenômenos climáticos. As medições em curtos intervalos dificultam o acompanhamento das informações dos fenômenos meteorológicos. Sabe-se que para a caracterização climática adequada é necessário pelo menos uma série de 30 anos para definir a normal climatológica de uma região (Duarte, 2006).

3.3.1. Classificação climática de Köppen

A utilização da classificação climática é uma ferramenta que caracteriza a média do comportamento atmosférico e com isto facilita a extrapolação dos resultados do ponto de origem para uma superfície máxima de 50.000 km², segundo recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM) (Duarte, 2006). A classificação de Köppen é estruturada em função da temperatura, da quantidade de chuva acumulada (mensal e anual), da vegetação e, até mesmo do relevo da região (Pereira et al., 2002). A classificação pelo método de Köppen divide o Acre em dois principais subtipos de clima (Figura 10) (Mesquita, 1996).

Tropical Úmida (Af): predomina na região do Juruá. Esse subclima é caracterizado pela intensa precipitação pluviométrica (quantidade acumulada anual superior a 2.000 mm). A precipitação mensal durante os doze meses do ano deve ser superior a 60 mm. Outra característica é a ausência de período seco definido.

Tropical de monções (Am): Este tipo de clima predomina no restante do Estado e é sub-dividido em Am1 e Am2. Apresenta características similares ao Af no que diz respeito às quantidades acumuladas de precipitação pluviométrica, porém apresenta período de seca de 1 a 3 meses e a precipitação mensal acumulada é abaixo de 60 mm de chuva.

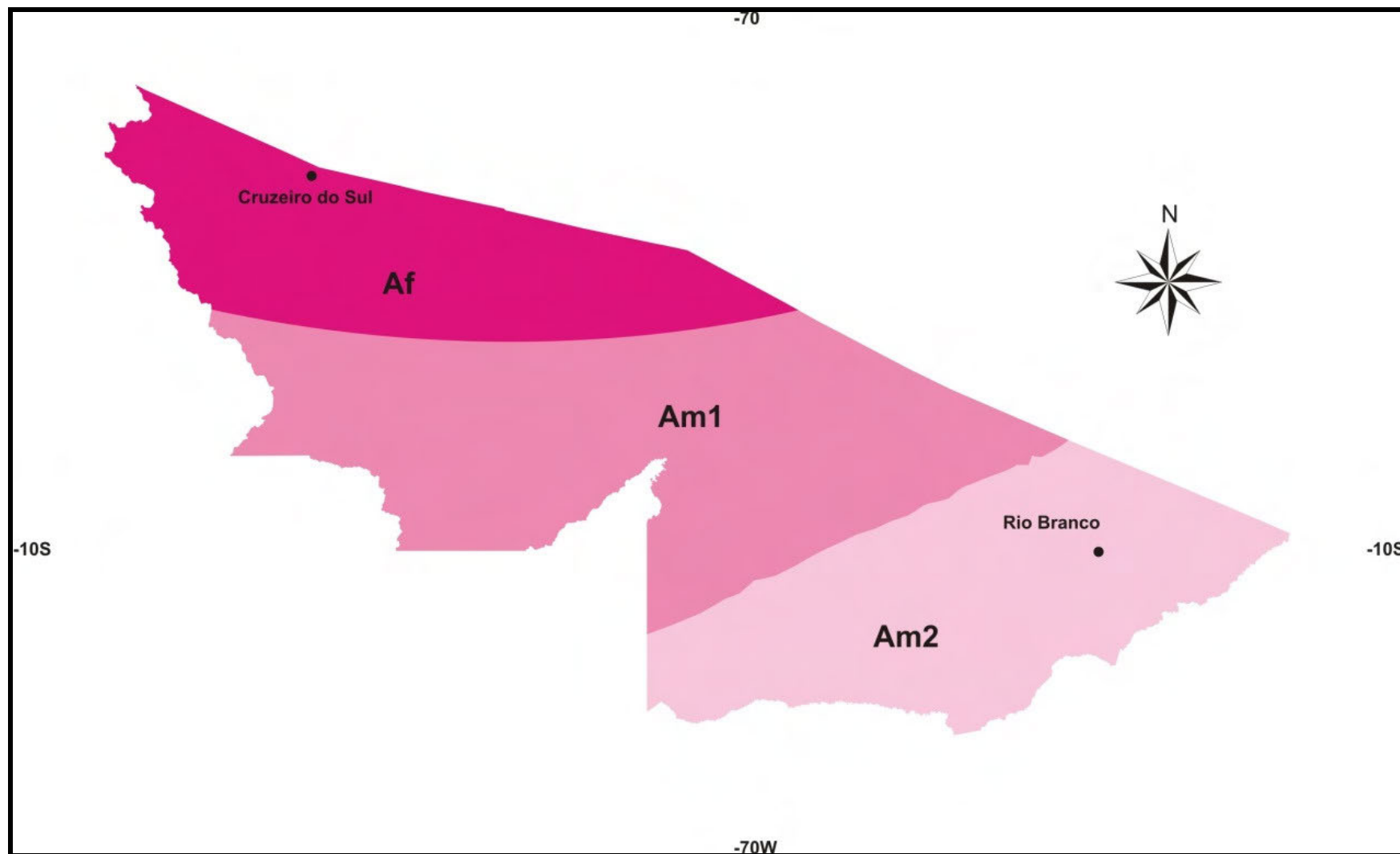


Figura 10. Classificação climática do estado do Acre pelo método de Köppen, evidenciando a diferença entre as regiões Leste e Oeste.

Subclima Am1: Apresenta um período seco do ano definido de 1 a 2 meses.

Subclima Am2: Apresenta um período seco definido anual de 3 meses. É este clima que predomina na região do município de Capixaba. Numa análise geral isto é muito bom, pois esta região é o que apresenta o maior período seco o que torna possível a colheita da cana-de-açúcar e também certamente um maior grau brix do caldo (maior rendimento de açúcar e álcool).

Somente as cidades de Rio Branco e de Cruzeiro do Sul possuem série de dados meteorológicos com mais de trinta anos, apropriada para estudos climatológicos adequados. Outras estações hidrológicas e agrometeorológicas existentes nos demais municípios não foram favorecidas de igual forma, sendo desativadas por falta de manutenção, dificultando o refinamento da caracterização climatologia para o Estado Acre e para a área específica dessa região do sudeste do Acre.

O clima equatorial quente e úmido da Amazônia tem alta temperatura durante todo o ano, com elevados índices de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar. Caracterizam a alternância existente entre duas principais estações climáticas, a estação de chuvas abundantes e uma de menor pluviosidade, e, para cada período uma implicação no cultivo agrícola (Quadro 6).

Quadro 6. Implicações no cultivo agrícola em relação à estação do ano

Período	Mês	Implicações no cultivo
Chuvoso	Outubro a abril	As atividades de campo são prejudicadas pelas chuvas intensas e quase diárias. Um dos problemas a ser enfrentado é o preparo das terras (aração e gradagem) e principalmente o transporte nas estradas vicinais (ramais).
Seco	Maio a setembro	Neste período que se executará a atividade mais intensa da agroindústria que é a colheita. Pode-se perceber que em maio a cana-de-açúcar já está toda florescendo. No período seco, são comuns às friagens (baixas temperaturas), fenômeno efêmero, porém, muito comum na região mas não chega a atrapalhar nem a fisiologia das plantas e nem as atividades agrícolas.

3.3.2. Temperatura

A variação de temperatura ao longo do ano é maior no período “seco” próximo de 14°C e a variação diária de temperatura pode chegar a 18°C (Estação meteorológica de Rio Branco INMET/UFAC). As temperaturas médias na região onde se localiza o município de Capixaba variam de 23,7°C a 26,3°C, sendo que o período mais quente está entre os meses de setembro a dezembro, com temperaturas médias de 25,6°C a 26,3°C. As temperaturas mínimas variam de 16,1°C a 21,8°C, com período mais frio ficando entre os meses de junho a agosto com temperaturas mínimas variando de 16,1°C a 18,4°C. Nesse período, ocorre a “friagem” fenômeno que diminui a temperatura de forma abrupta. A amplitude térmica varia durante o ano entre 9,1 a 14,6°C, as maiores variações ocorrem nos meses de julho a setembro há registros da variação 13,1 a 14,6°C em algumas horas, devido à chegada de frentes frias vindas do sul do continente (Silva Dias et al., 1994; Silva Dias et al., 2002).

A variação de temperatura na região não se constitui em fator limitante ao desenvolvimento das plantas, principalmente para a cana-de-açúcar. As temperaturas mínimas absolutas durante as “friagens” são compensadas pelas temperaturas máximas que ocorrem durante a tarde, provocando a interrupção do estado de retração metabólica de algumas plantas (Silva Dias et al., 2002). As principais diferenças de temperatura para o estado do Acre estão sintetizadas na Figura 11.

3.3.3. Precipitação

A principal característica da pluviosidade no Estado é a diminuição progressiva da intensidade do período seco no sentido sudeste-noroeste (Figura 12). O regime pluviométrico caracteriza-se por um período chuvoso de sete meses (outubro a abril) e precipitação total é em torno de 2.000 mm (Mesquita e Paiva, 1995; Duarte, 2005). O trimestre mais chuvoso (janeiro, fevereiro e março) é responsável por cerca de 43 % da precipitação total (846 mm). O período seco prolonga-se por cinco meses (maio a setembro) com precipitação média mensal variando de 33 a 104 mm e o trimestre mais seco, representado por junho, julho e agosto, os totais variam de 33 a 50 mm de chuva.

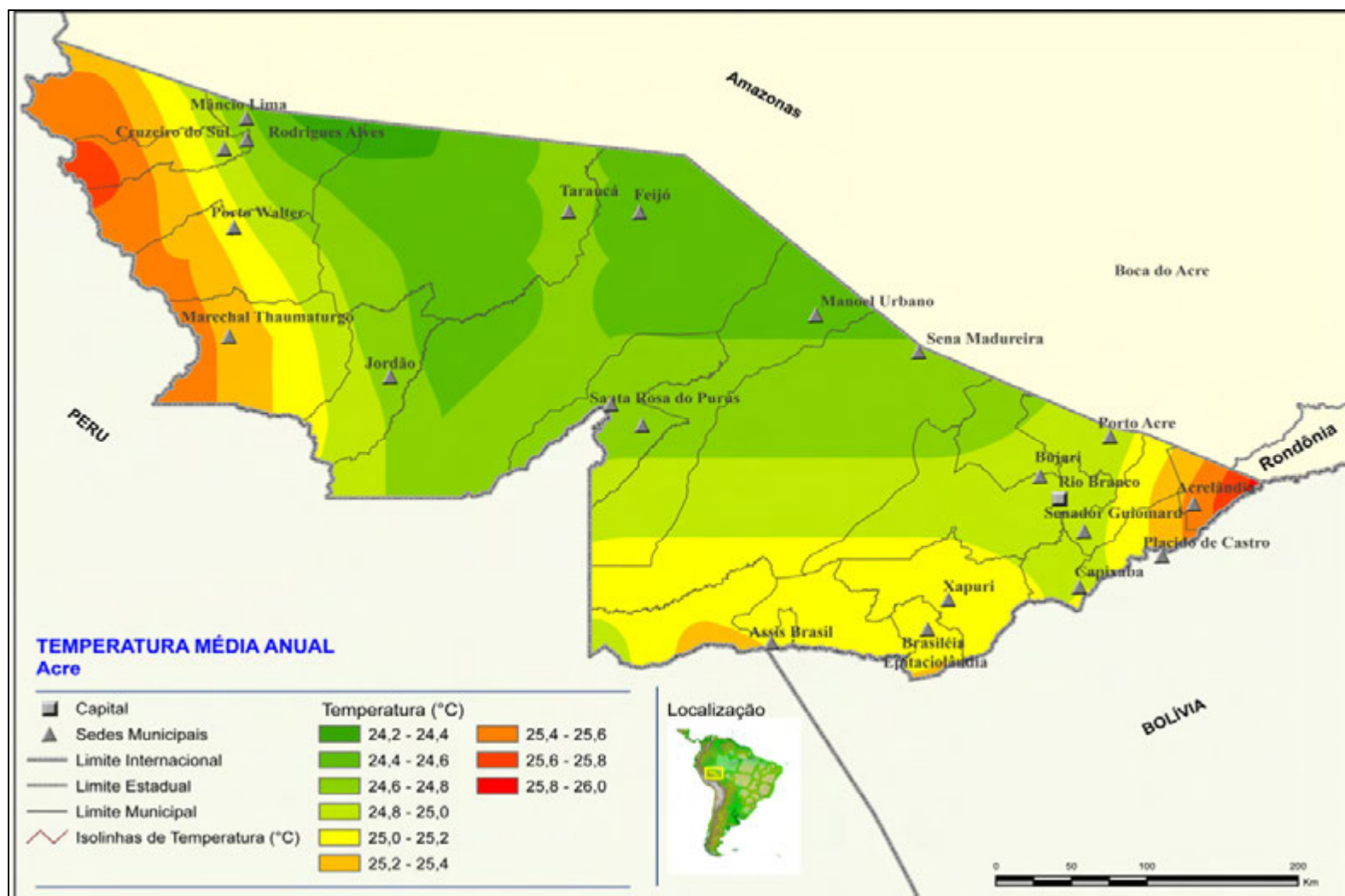


Figura 11. Temperatura média anual para o Estado do Acre. Fonte: ACRE, 2006.

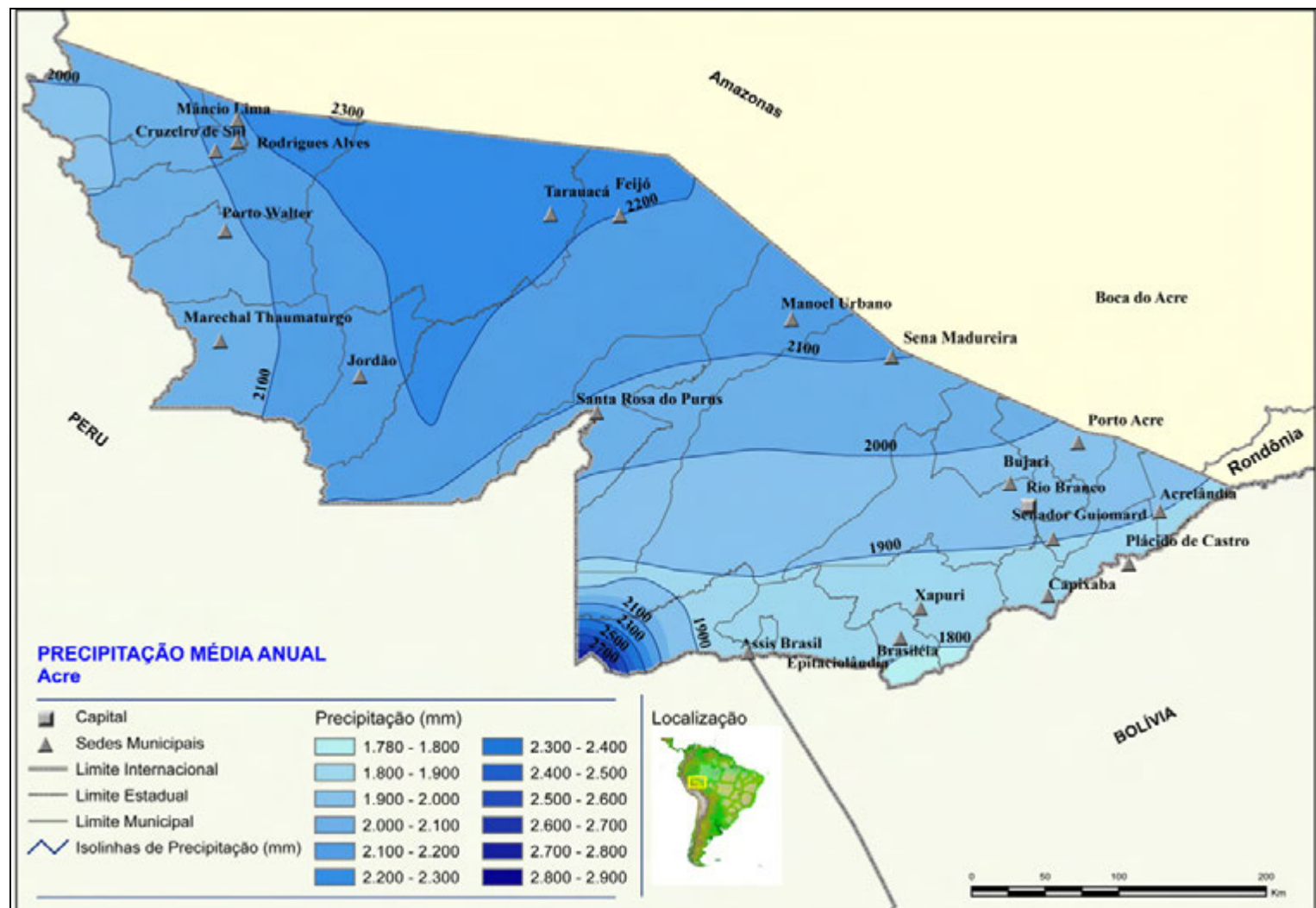


Figura 12. Precipitação pluviométrica média anual para o estado do Acre (ACRE, 2006).

A variabilidade interanual da precipitação pluviométrica total compreendida no período entre 1970 a 2003 tem valores máximos para o ano de 1986 (2.425 mm) e valor mínimo para o ano de 1970 (1.566 mm). Os resultados configuram um padrão de precipitação pluviométrica como a variável climática que apresenta maior índice de variação, possivelmente influenciada pelos fenômenos meteorológicos “El nino” e “La nina” (Figura 13). A estação chuvosa (“inverno”) caracteriza-se por chuvas constantes que ocorrem de outubro a abril. A estação “seca” ocorre de junho a agosto. Os meses de outubro e maio são transacionais entre as duas estações (Mesquita e Paiva, 1995; Duarte, 2005).

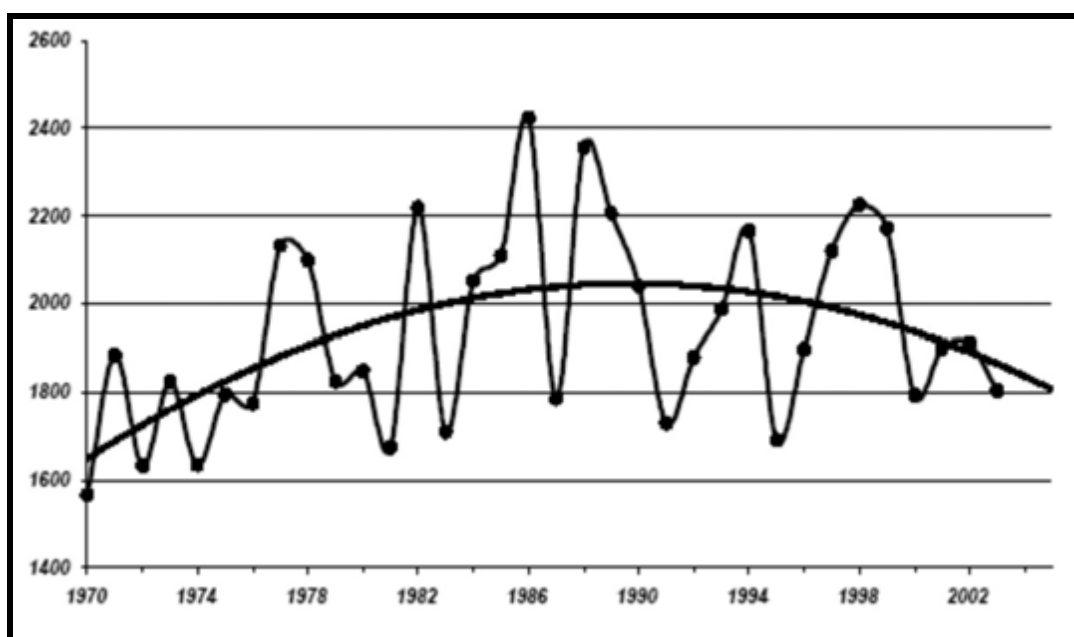


Figura 13. A variabilidade interanual das chuvas em Rio Branco. Estação Meteorológica de Rio Branco UFAC-INMET durante 1970 – 2003 (Duarte, 2005).

3.3.4. Evapotranspiração

Dados de evaporação mostram totais anuais de 650 mm, bem inferiores aos de evapotranspiração (1.300 mm) obtidos por balanços hídricos estimados pelos métodos de Thornthwaite, Turc ou Penman (Bursztyn, 1993). De acordo com Duarte (2006), durante os meses de agosto e setembro quando ocorrem

as temperaturas máximas, a evaporação também é máxima alcançando valores entre 4 e 5 mm d⁻¹.

3.3.5. Balanço hídrico

O balanço hídrico climatológico (BHC) foi desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) para determinar o regime hídrico de um local, sem necessidade de medidas diretas nas condições do solo. Para sua elaboração, há necessidade de se definir o armazenamento máximo no solo e a capacidade de água disponível (CAD), através da medida da chuva total, e também a estimativa da evapotranspiração potencial. Com essas três informações básicas, o BHC permite deduzir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico, e o total de água retida no solo em cada período (Pereira et al., 1997) (Figura 14).

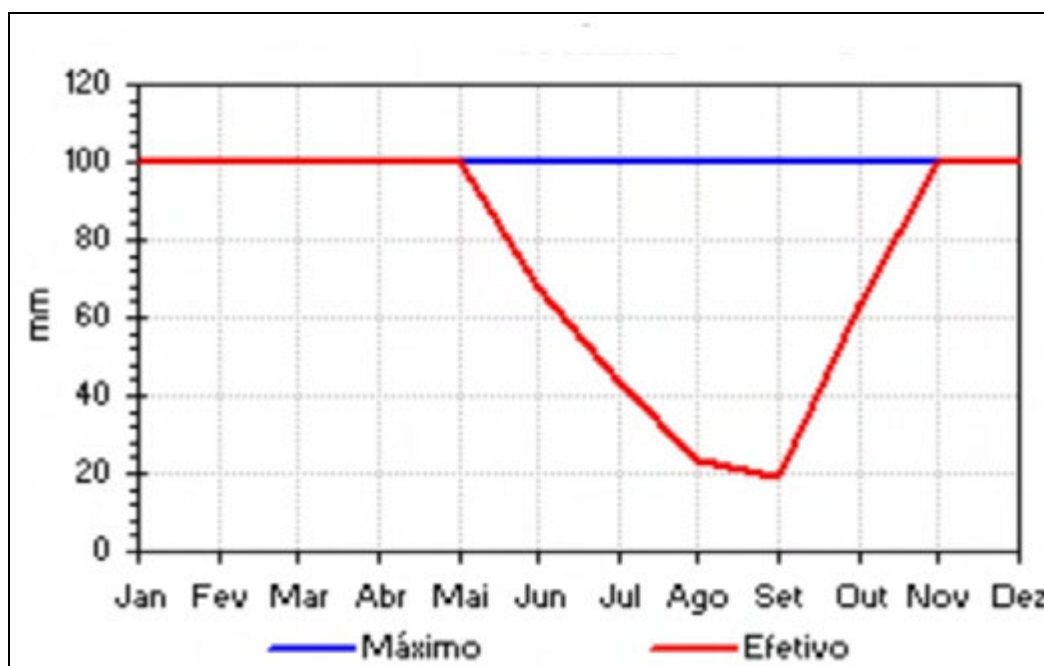


Figura 14. Armazenamento máximo e efetivo de água no solo para Rio Branco (Fonte: INMET, 2007).

O balanço hídrico modelado mostra claramente, um período de déficit hídrico, com início de junho estendendo-se até o final de setembro (Figura 15).

Este se inicia quando as chuvas na região tornam-se insuficientes, ocasionando a diferenciação entre a evapotranspiração real (ET_r) e potencial (ET_p).

O balanço hídrico possibilita uma análise prática do comportamento hídrico e no acompanhamento do teor de umidade do solo para realização, no momento apropriado, das práticas agrícolas como preparo do solo, plantio e condução dos cultivos, estimativa da perda de água para a atmosfera e cálculo da lâmina de água a ser aplicada via irrigação.

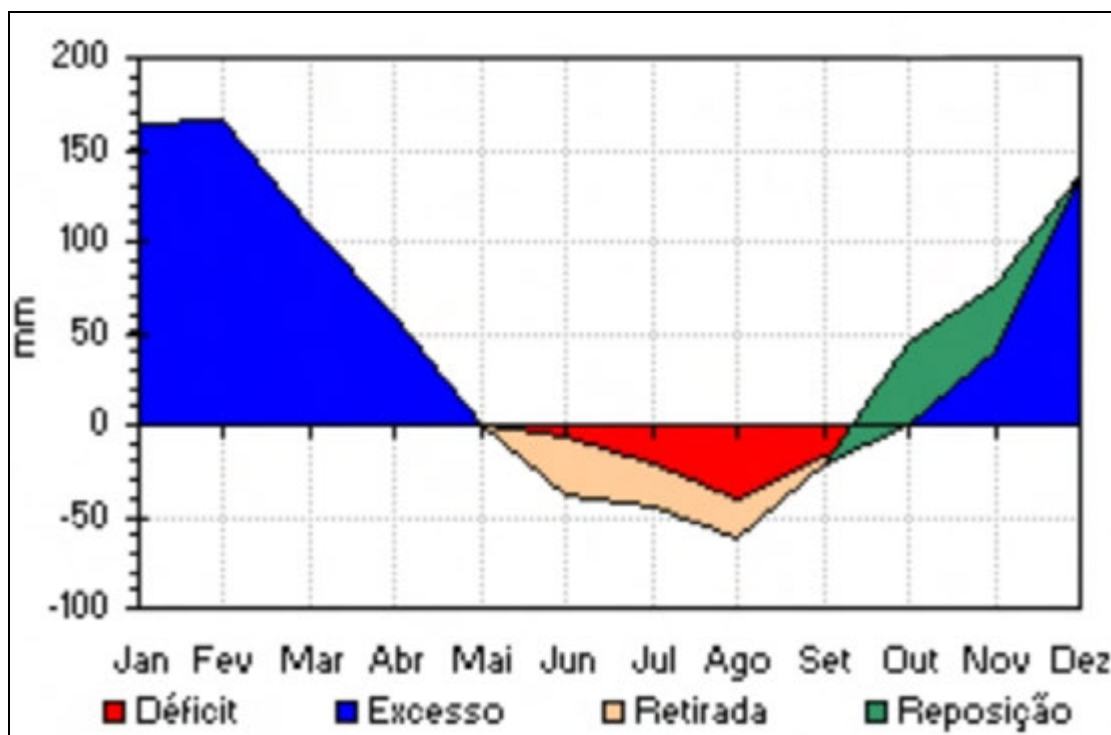


Figura 15. Balanço hídrico climatológico para Rio Branco. Fonte: INMET, 2007.

Conforme informações do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2007), a evapotranspiração potencial anual média da bacia do Rio Acre, foi de 1.203 mm, variando de 78 mm em julho, a 125 mm em dezembro. O balanço hídrico modelado mostra claramente, um período de déficit hídrico, com início em junho e estendendo-se a outubro. Este se inicia quando as chuvas na região tornam-se insuficientes, ocasionando a inversão entre a deficiência hídrica real (Def) e o excedente hídrico (Exc).

A evapotranspiração real é máxima no início das chuvas e mínima durante a seca. A variação sazonal atua na disponibilidade de água no sistema, seja na forma de precipitação ou armazenada no solo.

As características básicas do solo influenciam na variação do CAD que é calculada a partir das propriedades físicas do solo, utilizando valores da capacidade de campo, ponto de murcha permanente e profundidade efetiva de

raízes. Utilizando-se de critérios gerais, onde solos arenosos apresentam 60 mm m⁻¹ de água disponível por metro de solo explorado pelas raízes. Solos com textura média, 14 cm m⁻¹ e textura argilosa, 20 cm m⁻¹ descrito por (Pereira et al., 2002).

3.4. Caracterização da vegetação

No estado do Acre ocorrem duas grandes Regiões Fitoecológicas (ou Sistemas Ecológicos Regionais) – o Domínio da Floresta Ombrófila Densa (FOD) e o Domínio da Floresta Ombrófila Aberta (FOA) de acordo com a classificação proposta pelo Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1977b). Estas duas grandes regiões fitoecológicas regionais estão geralmente associadas às grandes feições morfoestruturais presentes na bacia amazônica, aos Baixos Platôs da Amazônia, o Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental e Região Aluvial da Amazônia (Quadro 6), como também às grandes feições climáticas da região.

Quadro 6. Regiões fitoecológicas no estado do Acre e as formações vegetacionais associadas

Região	Sub-Região	Formação Vegetacional
Floresta Ombrófila Densa	Baixos Platôs da Amazônia	Floresta densa em relevo dissecado em montanhas; Floresta densa em relevo dissecado em colinas; Floresta densa em relevo dissecado em cristas.
	Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental	Floresta densa em interflúvios tabulares.
	Aluvial da Amazônia	Floresta aberta em planícies aluviais periodicamente inundáveis; Floresta aberta em planícies aluviais periodicamente inundadas; Floresta aberta em planícies aluvial em terraços altos residuais.
Floresta Ombrófila Aberta	Baixos Platôs da Amazônia	Floresta aberta de palmeiras em relevo ondulado de depósitos coluviais; Floresta aberta de cipós em relevo ondulado de depósitos coluviais; Floresta aberta de palmeiras de interflúvios colinosos; Floresta aberta de bambu dominante de interflúvios colinosos; Floresta aberta de bambu dominado de interflúvios colinosos.
	Campinarana	Arbórea densa; Arbustiva.

Fonte: BRASIL (1977).

A vegetação expressa, a exemplo da geomorfologia, variáveis delimitadoras dos arranjos naturais existentes no Estado. A partir da tipologia e da distribuição da vegetação e dos prováveis potenciais de utilização associados, podem ser identificadas regiões e individualizadas áreas menores, nas quais estão associados outros atributos naturais (ACRE, 2000).

4. CONCLUSÕES

– A economia regional está centralizada no setor primário e representada pela agricultura familiar, entre os principais produtos comercializados citam-se a borracha, castanha, arroz, milho, farinha de mandioca e feijão.

– A área do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba, apresenta uma ampla área de relevo plano a suave ondulado nos topos. A área com declividade até 12%, limitante para a mecanização, é de 95.779 ha e é suficiente para atender a demanda da área plantada (33.258 ha).

– A ocorrência de sedimentos em estratos horizontalizados pelíticos compromete a infiltração de água das chuvas, podendo influenciar no escoamento superficial e redução da recarga dos lençóis freáticos, principal razão para as ocorrências de igarapés intermitentes e variação da vazão dos rios.

– As condições climáticas e de relevo encontradas na área de estudo favorecem a ocorrência dos processos específicos de latossolização e podzolização. O que é confirmado pelo domínio dessas classes de solo na área de influência do empreendimento, cerca de 93% (242.845,77 ha) de toda a área.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre. Aspectos sócio-econômicos e ocupação territorial. Estrutura fundiária do Estado do Acre. Rio Branco: SECTMA, v.2, p.31-56. 2000a.

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre. Solos e aptidão agroflorestal. Rio Branco: SECTMA, v.1, p.37-49. 2000b.

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre. Populações rurais e tendências de uso dos recursos naturais – colonos, extrativistas, ribeirinhos e pecuaristas. Rio Branco: SECTMA, v.2, p.79-133. 2000c.
- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre. Indicadores econômicos. Rio Branco: SECTMA, v.2, p.189-214. 2000d.
- ACRE Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II Documento síntese – escala 1:250.000. Rio Branco, SEMA, 2006, 355p.
- AMARAL, E.F. Estratificação de ambientes para a gestão ambiental e transferência de conhecimento no Estado do Acre. Amazônia Ocidental. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 185p. (Tese de Doutorado).
- ANDRADE, M.C. A questão do território no Brasil. São Paulo: Hucitec, 1995. 136p.
- BARDALES, N.G. Gênese, morfologia e classificação de solos do baixo vale do rio Iaco, Acre, Brasil – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 133p. (Dissertação de Mestrado).
- BECKER, B.K. Tendências e transformações do território no Brasil. Vetores e circuitos, in: Território, v.1, n.2, LAGET/UFRJ. Rio de Janeiro, Relume-Dumará, p. 05-47, 1997.
- BEZZERA, P.E.L. Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões - Negro. 2003.Tese (Doutorado em Geologia) Universidade Federal do Pará, Belém, 2003. 335p.
- BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J.H. Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG e Mapas. Brasília. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 19 Rio Branco; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1976. 458 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).
- BRASIL. Folhas SB/SC. 18 Javari/Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. (Levantamento de Recursos Naturais, 13). 1977. 420p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional Da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB 19 – Juruá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro. (Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 15). 1977b. 436p.
- BURSZTYN, M.A.A. Levantamento preliminar da base de recursos naturais: Reserva Extrativista Chico Mendes. Brasília: IDEAS, 1993. 171p.

- CAVALCANTE, L.M. Zoneamento geológico e geomorfológico entre Feijó e Mâncio Lima - Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. (Embrapa Acre. Documentos, 99).
- CAVALCANTE, L.M. Aspectos geológicos do estado do Acre e implicações na evolução da paisagem. Rio Branco: Embrapa Acre, 2006. 25p. (Embrapa Acre. Documentos 104).
- CIRAD-SAR, Systems agro-alimentaires localisés: organisations, innovations et development local. Montpellier, França, 1996. (Cirad-sar, 134/96). 56p.
- CNM – Confederação Nacional de Municípios. Acessado em: outubro de 2009. Disponível em: http://www.cnm.org.br/educacao/mu_educacao.asp.
- COSTA, J.B.S.; IGREJA, H.L.S.; BORGES, M.S.; HASUI, Y. Tectônica mesozóica – cenozóica da Região Norte do Brasil. Boletim de Resumos Expandidos e Roteiro de Excursões. Rio Claro, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 108-110. Suplemento. Edição resumos expandidos do III Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Rio Claro, 1991a.
- COSTA, J.B.S.; IGREJA, H.L.S.; BORGES, M.S.; HASUI, Y.. O quadro tectônico regional do Mesozóico na Região Norte do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 30. Belém. Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia-Núcleo Norte, p.166-178, 1991b.
- DUARTE, A.F. VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DAS CHUVAS EM RIO BRANCO, ACRE, BRASIL. Rio Branco-AC. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.1, p.37-42, 2005.
- DUARTE, A.F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971 – 2000. Revista Brasileira de Meteorologia, v.21, n.3b, p.308-317, 2006.
- GUERRA, A.T. Estudo geográfico do território do Acre. Rio de Janeiro: IBGE, 1955. 294p.
- KRONBERG, B.I.; BENCHIMOL, R.E. Geochemistry and Geochronology of surficial Acre Basin sediments (Western Amazônia): key information for climate reconstruction. Acta Amazônica, v.22, n.1, p.51-69. 1992.
- MARTINS, J.S. Pedogênese de Podzólicos Vermelho-Amarelo do Estado do Acre, Brasil. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 1993. 101p. Dissertação (Mestrado em Agropecuária Tropical) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1993.
- MESQUITA, C.C.; PAIVA, R.A. Estudos básicos das precipitações do Acre. Rio Branco, Governo do Estado, 1995. 147p.
- MESQUITA, C.C. O clima do estado do Acre. Rio Branco, Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente, 1996. 57p.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.
- RÄSÄNEN, M.; LINNA, A.; IRION, G.; HERNANI, L.R.; HUANAN, R.V.; WESSELING, F. Geologia e geoformas da área de Iquitos. In: KALLIOLA, S.F.; PAITÁN, S.F. (Ed.). Geocologia e desarrollo en la zona de Iquitos, Peru. Turku, Turun Yliopisto, 544 p. p. 21- 95. 1998. il. (Turun Yliopiston Julkaisuja. Sarja A:114).
- SILVA DIAS, M.A.F.; HALLAK, R. Análise de casos de formação de vórtices de ar frio. Anais II Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte-MG. 1994. p.613-616.
- SILVA DIAS, M.A.F.; RUTLEDGE, S.; KABAT, P.; SILVA DIAS, P.L.; NOBRE, C.; FISCH, G.; DOLMAN, A.J.; ZIPSER, E.; GARSTANG, M.; MANZI, A.O.; FUENTES, J.D.; ROCHA, H.R.; MARENGO, J.; PLANA-FATTORI, A.; SA', L.D.A.; ALVALA', R C.S.; ANDREAE, M.O.; ARTAXO, P.; GIELOW, R.; GATTI, L. Cloud and rain processes in a biosphere-atmosphere interaction context in the Amazon Region. J. Geophys. Res. v.107, n. D20, 8072, doi: 10.1029/2001JD000335, 2002.
- SIVIERO, A.; MEDEIROS, M.; BAYMA, M.M.. Ordenamento territorial do alto acre. In: XV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2008, Rio Branco. Anais do XV Congresso da Soc.Bras. de Economia e Sociologia Rural. Piracicaba: SOBER. v.23. p.277-207, 2008.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton: Laboratory of Climatology, (Laboratory of Climatology. Publications in Climatology, 2). 1955, 104p.
- VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. Conservação de nascentes: hidrografia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005, 210p.
- WALLACE, R.H. The effects of wealth and markets on rubber trapper use and knowledge of forest resources in Acre, Brazil. Dissertation of Ph.D. University of Florida. 2004, 377p.
- WANDERLEY FILHO, J.R.; COSTA, J.B.S. Contribuição à evolução estrutural da Bacia do Amazonas e sua relação com o embasamento. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 3, Belém. Anais. Belém, Soc. Bras. de Geologia, p.244-259p, 1991.

CAPÍTULO 2

SOLOS, APTIDÃO AGRÍCOLA, USO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO, REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE

1. INTRODUÇÃO

O solo precisa ser compreendido como sendo a estrutura da sobrevivência dos seres vivos no planeta (Lepsch, 2000). Este é um recurso natural que desempenha um papel importante na configuração da paisagem, pois evidencia a sua própria evolução, seja na sua gênese ou nos diferentes fenômenos físicos e químicos que atuam sobre ele. O solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre sendo o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação, armazenando e fornecendo água e uma multiplicidade de funções.

O uso intensivo dos solos e o emprego sistemático de práticas agrícolas inadequadas, com a predominância do preparo superficial excessivos, bem como o desflorestamento modificam significativamente as características originais do solo (Pedrotti, 1994). Os problemas ambientais têm sido e são abordados como consequência, entre outras, das disfunções que a atividade humana provoca, e de suas repercussões (Perez et al., 1989). A ação às vezes negligente tem conduzido à deterioração das suas propriedades, afetando o seu potencial produtivo, no processo complexo conhecido como degradação das interações físicas, químicas e biológicas (Torres et al., 2007).

A classificação do solo e da capacidade de uso da terra visa estabelecer bases para seu melhor aproveitamento e envolve a avaliação das necessidades para os vários usos que possam ser dados a determinada gleba. As informações deverão ser utilizadas como base sobre a qual os fatores econômicos, sociais e ambientais de determinada área possam ser considerados ao elaborar modificações no uso do solo (Rocha e Kurts, 2003). Lepsch (1991) destacam que as informações geradas do meio físico-químico, levando em consideração a declividade, solos e uso das terras, permitem conhecer as características e as condições das áreas, fornecendo subsídios para atividades de análise ambiental e planejamento agrícola conservacionista.

O objetivo desse estudo é caracterizar as principais classes de solo ocorrentes na área do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, suas inter-relações com o ambiente, aptidão agrícola e os possíveis impactos advindos da substituição da pastagem extensiva pelo cultivo da cana-de-açúcar.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

1.1. Análises físicas

Os métodos de análises físicas realizadas nos solos da área do empreendimento sucroalcooleiro encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos métodos das análises físicas dos solos da área do empreendimento sucroalcooleiro (EMBRAPA, 1999)

Análise granulométrica	A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e a fração silte por diferença. Após contato das amostras de 10 g de TFSA com a solução de NaOH 0,1 mol L ⁻¹ por 12 horas foram, posteriormente, agitadas em rotação de 50 rpm por 16 horas, a fração areia grossa foi separada por peneira de malha de 0,2 mm e, a fração areia fina por peneira de malha 0,053 mm.
Densidade do solo	Método do anel volumétrico. Após a determinação da condutividade hidráulica o solo foi retirado do anel volumétrico e passado para um recipiente previamente pesado. Os recipientes foram levados à estufa por 12 horas a 100 - 105 °C, para posterior pesagem e determinação da massa de solo. Após a determinação do volume de cada anel volumétrico, foi calculada a densidade dos solos.
Densidade de partículas	Determinou-se o volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico. Foram utilizadas 20 g de solo seco em estufa a 105 °C por 12 horas. Em seguida as amostras foram acondicionadas em balão volumétrico aferido de 50 mL, adicionou-se álcool etílico agitando o balão para eliminar as bolhas de ar até completar o volume do balão. Por diferença obteve-se o volume do solo.
Argila dispersa em água	Procedeu-se a dispersão de 10 g de TFSA com água, e determinou-se o teor de argila pelo método da pipeta. As amostras foram acondicionadas em copo plástico contendo 200 mL de água e deixadas em repouso durante 12 horas, posteriormente, agitadas em rotação de 50 rpm por 16 horas, passadas para proveta de 500 mL e completado o volume. Decorrido o tempo calculado (Lei de Stokes) foi pipetado 25 mL e passado para um béquer previamente tarado que, posteriormente foi levado a estufa a 100 - 105 °C por 48 horas. Após 48 h o béquer foi pesado e determinada a massa da argila.
Condutividade hidráulica em meio saturado	No anel volumétrico contendo solo foi colocado um fragmento de pano em sua extremidade inferior e um segmento de tubo de igual diâmetro, de aproximadamente 5 cm de altura, na parte superior, fixados por um anel de borracha. Os anéis foram levados a um recipiente com água para saturação por 48 horas. O anel foi fixado num suporte com auxílio de uma garra e uma lâmina de água com espessura de 3 cm foi aplicada utilizando o sistema de “frasco de Mariotte” para manutenção de uma carga constante. Um funil, também preso ao suporte por uma garra, recolhe a água percolada para uma proveta, onde foi realizada a mensuração da quantidade de água percolada em determinado intervalo de tempo.
Porosidade total	Determinada a partir dos valores de densidade do solo (Ds) e densidade de partículas (Dp) pela expressão: $PT = 1 - (Ds/Dp)$
Microporosidade e macroporosidade	Após a determinação da condutividade hidráulica em meio saturado, os anéis foram transferidos para a mesa de tensão preparada para trabalhar com tensão de 60 cm de coluna d'água. Após 48 horas os cilindros foram transferidos para recipientes e todo o conjunto foi pesado. Posteriormente o conjunto foi levado para a estufa a 100 - 105 °C por 48 horas, posteriormente pesado e a microporosidade determinada. A macroporosidade foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

2.2. Análises químicas e mineralógicas

Os métodos de análise química e mineralógica realizadas encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2. Descrição dos métodos das análises química de rotina dos solos

Análise química de rotina	Foram realizadas as análises químicas de rotina, conforme se segue: acidez ativa (pH em H ₂ O e em KCl 1 mol L ⁻¹), com relação solo-solução 1:2,5. Fósforo, Ferro, Zinco, Manganês e Cobre extraídos com solução Mehlich 1 na relação 1:10 e determinados por absorção atômica. Cálcio e magnésio extraídos com KCl 1 mol L ⁻¹ na proporção 1:10, determinados por absorção atômica. O fósforo foi determinado, por colorimetria, e o potássio e sódio por fotometria de emissão de chama. O alumínio trocável foi extraído com KCl 1 mol L ⁻¹ , na proporção 1:10, e determinado por titulação com NaOH 0,025 mol L ⁻¹ (Defelipo & Ribeiro, 1991). A acidez potencial (H ⁺ + Al ³⁺) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L ⁻¹ , na relação 1:15 com pH ajustado a 7,0, e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L ⁻¹ . O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black.
Ferro, alumínio, manganês e silício pelo ditionito-citrato-bicarbonato e oxalato de amônio	As determinações das formas de ferro, alumínio, manganês e silício de melhor ou pior cristalinidade foram utilizados os procedimentos metodológicos adotados no laboratório de mineralogia do Departamento de Solos da UFV, que são baseados nos métodos de Confinn (1963) para o ditionito-citrato-bicarbonato (Fed), McKeague e Day (1966) para o oxalato de amônio (Feo).
Análise mineralógica da argila por difratometria de Raio-X	A argila foi tratada com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), para a remoção do ferro livre e montada em lâminas de vidro planas e lisas, orientando o material umedecido pelo esfregaço de uma lâmina com outra e levado para secagem à temperatura ambiente. Nas análises foram adotados os métodos da difração de Raios-X proposta por Jackson (1956). O aparelho utilizado foi o RIGAKU sistema Geigerflex II utilizando tubo de cobalto e filtro de níquel no intervalo de 2θ de 4° a 40°.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Morfologia

A caracterização morfológica dos solos e sua organização vertical e horizontal indicam as relações estabelecidas com os elementos da paisagem (vegetação, solo, água e relevo) ao longo do tempo Santos (2002). A análise dessas informações permite uma interpretação pedoambiental mais criteriosa do solo e auxilia em decisões quanto aos diversos usos a que os solos podem ser submetidos.

As características morfológicas dos solos estudados encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3. Características morfológicas dos perfis estudados na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba, Acre

Horiz.	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência
----- Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférrico - Perfil 1 -----					
A	0 - 11	2,5YR 4/4	r	1/2 pm gr	f3 p3 g2
AB	11 - 27	2,5YR 4/6	r	1/2 p bs gr	f3 p3 g2
BA	27 - 60	2,5YR 4/7	r	1 pm bs	f2 p3 g3
Bw1	60 - 99	10R4/6	r	1 pm bs	f2 p3 g3
Bw2	99 - 162	10R 4/7	r	1 pm bs	f2 p3 g3
Bw3	162 - 255	10R 4/8	r	1 pm bs	f2 p3 g3
----- Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférrico - Perfil 2 -----					
A	0 - 10	2,5YR 4/4	fra	1 pm gr	f3 p3 g3
AB	10 - 28	2,5YR 4/6	r	1 pm gr bs	f3 p3 g3
BA	28 - 59	2,5YR 4/7	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw1	59 - 91	2,5YR 4/8	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw2	91 - 141	2,5YR 4/8	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw3	141 - 190	2,5YR 4/8	r	1 pm bs	f3 p3 g3
----- Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférrico - Perfil 3 -----					
A	0 - 10	5YR 5/6	fra	1 p gr	f2 p2 g2
AB	10 - 30	5YR 5/8	ra	1/2 pp gr	f3 p3 g2
BA	30 - 80	2,5YR 5/8	r	1/2 pp bs	f3 p3 g3
Bw1	80 - 130	2,5YR 4/6	r	1/2 pp bs	f3 p3 g3
Bw2	130 - 180	2,5YR 4/8	r	1/2 pp bs	f3 p3 g3
Bw3	180 - 200	2,5YR 4/8	r	1/2 ppbs	f3 p3 g3

Continua...

Quadro 3. Continuação...

Horiz.	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência
----- Latossolo Vermelho distrófico típico mesoférico - Perfil 4 -----					
A	0 - 14	2,5YR 3/4	fra	1 pm gr	f3 p2 g2
AB	14 - 32	2,5YR 3/6	ra	1 pm bs	f3 p3 g3
BA	32 - 50	10R 3/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw1	50 - 88	10R 3/6	r	1 m pp bs	f3 p3 g3
Bw2	88 - 133	10R 3/6	r	1 m pp bs	f3 p3 g3
Bw3	133 - 200	10R 3/6	r	1 m pp bs	f3 p3 g3
----- Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico hipoférico - Perfil 5 -----					
A	0 - 9	5YR 4/5	fra	1 pm gr	f3 p3 g3
AB	9 - 5	5YR 4/6	ra	1 pm gr	f3 p3 g3
BA	25 - 60	5YR 5/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw1	60 - 113	5YR 5/7	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw2	113 - 160	5YR 5/8	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw3	160 - 250	5YR 4/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3
----- Latossolo Vermelho-Amarelo epidistrófico hipoférico - Perfil 6 -----					
A	0 - 5	7,5YR 4/2	fr	1 pm gr	f2 p2 g2
A2	5 - 20	7,5YR 5/4	r	1 pm gr	f2 p2 g2
BA	20 - 70	7,5YR 5/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw1	70 - 140	5YR 5/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bw2	140 - 170	5YR 5/8	r	1 pm bs	f3 p3 g3
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 7 -----					
A	0 - 5	5YR 3/4	fa	1 m pp gr	f2 p1 g1
AB	5 - 18	5YR 4/4	fa	1 m pp gr	f2 p1 g1
BA	18 - 60	5YR 4/6	fra	1 p bs	f3 p3 g3
Bt1	60 - 140	2,5YR 4/6	fra	1 m pp bs	f3 p3 g3
Bt2	140 - 170	2,5YR 4/6	fra	1 m pp bs	f3 p3 g3
Bt3	170 - 200	2,5YR 4/6	fra	1 m pp bs	f3 p3 g3
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 8 -----					
A	0 - 15	7,5YR 5/6	fa	1 pm p gr	f4 p1 g1
E	15 - 45	7,5YR 4/2	fa	1 pm gr	f4 p2 g1
Bt1	45 - 80	5YR 4/4	fra	1 pm bs	f4 p3 g2
Bt2	80 - 140	2,5YR 4/6	r	1 pm bs cer, mod, comum	d3 f4 p3 g3
Bt3	140 - 200	2,5YR 4/6	r	1 pm bs cer, mod, comum	d3 f4 p3 g3
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 9 -----					
A	0 - 3	7,5YR 4/4	fa	gs	f2 p1g2
AB	3 - 10	5YR 4/6	fa	1 p gr	f2 p1g2
Bt1	10 - 50	5YR 5/6	fa	1 pm bs	f3 p3 g3
Bt2	50 - 120	2,5YR 4/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3
Bt3	120 - 200	2,5YR 4/6	r	1 pm bs	f3 p3 g3

Continua...

Quadro 3. Continuação...

Horiz.	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 10 -----					
A	0 - 3	5YR 4/3	fa	1 mp gr	f4 p1 g1
AB	3 - 15	5YR 4/4	fa	1 p gr	f2 p2 g2
BA	15 - 60	2,5YR 3/6	ra	1 pm p bs	f2 p3 g2
Bt1	60 - 120	2,5 YR 3/6	r	1 p bs	f2 p3 g2
Bt2	120 - 160	2,5 YR 3/6	r	1 p bs	f2 p3 g2
Bt3	160 - 190	2,5 YR 3/6	r	1 p bs	f2 p3 g2
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico - Perfil 11 -----					
A	0 - 12	7,5YR 4/4	fa	1 pm gr	d4 f4 p3 g3
AB	12 - 27	7,5YR 4/6	fra	1 pm bs	d4 p2 g2
Bt1	27 - 51	5YR 4/6	fr	2 pm bs cer, Mod, Comum	f3 p3 g3
Bt2	51 - 77	5YR 4/6, 2,5YR 3/6	r	2 pm bs cer, Mod, Comum	f3 p3 g3
Btf	77 - 106	10YR 7/8, 2,5YR 4/6	fr	2 pm prism,	f3 p3 g3
BCf	106 - 146	10YR 7/2, 2,5YR 4/6	fr	2 pm prism,	f3 p3 g3
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico - Perfil 12 -----					
A	0 - 13	10 YR 4/4	fa	1 pm gr	f2 p1 g2
AB	13 - 22	10 YR 4/6	fa	1 pm bs	d4 f4 p3 g3
BA	22 - 45	7,5YR 4/6	fa	1/2 pm bs	d4 p2 g2
Bt1	25 - 70	5YR 4/6, 10YR 5/8	fra	2/3 pm bs	f3 p3 g3
Bt2	70 - 107	5YR 4/6, 10YR 5/6	fr	2/3 pm bs	f3 p3 g3
Btf1	107 - 136	2,5YR 4/8, 10YR 5/6	fr	2/3 pm bs	f3 p3 g3
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico - Perfil 13 -----					
A	0 - 3	10YR 4/3	f	1 mp p gr	f3 p2 g2
AB	3 - 10	7,5YR 4/4	f	1 pm gr	f3 p3 g2
BA	10 - 30	5YR 5/6	fr	1 pm bs	d5 f4 p3 g3
Bt1	30 - 60	5YR 5/8	r	1 pm bs	d4 f4 p3 g3
Bt2	60 - 130	5YR 5/6, 10YR 5/8	r	1 pm bs	d4 f4 p3 g3
Btf	130 - 160	10YR 6/8, 10YR 4/8	r	1 pm bs	d4 f4 p3 g3
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico - Perfil 14 -----					
A	0 - 3	7,5YR 4/4	fa	1 mp p gr	d4 f4 p3 g3
AB	3 - 10	7,5YR 5/4	fra	1 pm gr	d4 p2 g2
BA	10 - 60	7,5YR 5/6	ra	1 mp p bs	f3 p3 g3
Bt1	60 - 140	5YR 4/6	r	1 mp p bs	f3 p3 g3
Bt2	140 - 190	2,5YR 4/6	r	1 mp p bs	f3 p3 g3
----- Plintossolo Háptico Alítico típico - Perfil 15 -----					
A	0 - 10	7,5YR 5/6	fs	1 pm gr bs	d4 f3 p2 g2
AB	10 - 25	5YR 5/6	frs	1 pm gr bs	d4 f3 p2 g2
BA	25 - 49	5YR 5/8, 2,5YR 4/8	r	3 pm a bs	d4 f4 p3 g3
Bf1	49 - 78	N7/ 2,5YR 4/8	r	3 pm a bs	d4 f4 p3 g3
Bf2	78 - 120	N7/ 2,5YR 4/8	r	3 pm a bs	d4 f4 p3 g3
Bf3	120 - 190	N7/ 2,5YR 4/8	r	2 pm a bs	d4 f4 p3 g3

Continua...

Quadro 3. Continuação...

Horiz.	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência
----- Plintossolo Háplico distrófico típico - Perfil 16 -----					
A	0 - 10	10YR 5/4	fa	1 pm gr bs	p1 g1
AB	10 - 26	7,5YR 5/4	f	1 pm gr bs	p1 g1
BA	26 - 50	7,5YR 5/6	f	2 pm a bs	p2 g2
Bf1	50 - 80	7,5YR 5/8, 2,5YR 4/8	f	3 pm a bs	p2 g2
Bf2	80 - 180	2,5YR 4/8, 10R 5/8	r	3 pm a bs	p3 g3

Cor: mcmdis - mosqueado comum médio distinto;

Textura: a - arenoso; f - franco; r - argila e argilosa; fa - franco-arenoso; fr - franco-argiloso; fs - franco siltoso; fra - franco argilo-arenoso; frs - franco argilo-siltoso.

Estrutura: a - angular; gs - grão-simples; 1 - fraca; 2 - moderada; 3 - forte; mp - muito pequena; p - pequena; m - média; g - grande; gr - granular; bs - bloco subangulares.

Consistência: d2 - macia; d3 - ligeiramente dura; d4 dura; d5 muito dura; d6 - extremamente dura; f2 - muito friável; p1 - não plástico; p2 - ligeiramente plástico; p3 - plástico; p4 - muito plástico; g1 - não pegajosa; g2 - ligeiramente pegajosa; g3 - pegajosa; g4 - muito pegajosa.

Transição: tpg - transição plana e gradual; tpd - transição plana e difusa; tpc - transição plana e clara.

3.1.1. Horizontes

Observa-se uma homogeneidade na nomeação e delimitação dos horizontes dentro de cada classe de solo. Os Latossolos apresentaram maior uniformidade do perfil com profundidade de até 2,55 m sem denotar a presença do horizonte C ou plíntico, condição semelhante é citada por Araújo (2000) e Amaral et al. (2006). Os autores citam, também, a ocorrência de horizonte A entre 0 e 44 cm, resultado contrário às descrições dos perfis estudados onde a profundidade do horizonte A está entre 0 e 11 cm, o mesmo ocorre na classe dos Argissolos e Plintossolos estudados.

Na classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos, perfis 11, 12 e 13, denotam a existência de condições de segregação de ferro, provavelmente devido a oscilações do nível do lençol freático. A gênese da plintita está relacionada à segregação, mobilização, transporte e concentração de íons e compostos de Fe. O Fe ora existente tanto pode ser proveniente do material de origem, como translocados de outros horizontes ou proveniente de áreas adjacentes mais elevadas (Driessen & Dudal, 1989, Embrapa, 1999, Oliveira, 2001). A presença de concreções ferruginosas é comum em grande parte dos solos amazônicos, entretanto, é particularmente importante nos solos da Formação Solimões, abrangendo uma grande extensão da Amazônia Ocidental (Araújo, 2000; Salimon, 2003).

A ocorrência de plintita nos Argissolos inicia-se a aproximadamente 80 cm de profundidade. Isto indica a proximidade do lençol freático em relação à superfície do solo. Ambientes com tal característica devem ser classificados como Área de Preservação Ambiental no sentido de preservar a qualidade da água subterrânea. A proximidade do lençol freático em relação à superfície do solo o expõe a ações antrópicas diversas e compromete a qualidade da água subterrânea pelo processo de lixiviação de nutrientes ou poluentes em situações de adubação excessiva, aplicação de herbicidas ou pesticidas, óleos e graxas pelo vazamento em caminhões ou máquinas agrícolas, aterro sanitário etc. Quando inevitável, o uso desses solos deve ser restritos a empreendimentos com danos ambientais previsíveis e de baixo impacto pela produção de resíduos.

A inversão do uso dos solos de pastagem para o cultivo de cana-de-açúcar nesses ambientes pode comprometer a qualidade da água subterrânea em detrimento da prática da fertirrigação com a vinhaça, uma vez que o vinhoto (ou vinhaça) possui quantidades desbalanceadas de elementos minerais e orgânicos, podendo ocorrer a lixiviação de vários desses íons, sobretudo do nitrato e do potássio (Casarini et al., 1987; Brito, 2005; Silva et al., 2007). Cambuim (1983), em estudo encontrou diferenças significativas na concentração de cálcio, magnésio e potássio, comparados ao lixiviado da testemunha. No mesmo contexto, em área de 12 ha fertirrigada com vinhaça, onde foram instalados 30 poços de monitoramento à profundidade de 3 m, Lyra (2002) avaliou e encontrou maior concentração de íons de potássio, cálcio e magnésio no lixiviado. Brito et al. (2003) constaram a presença de íons advindos da vinhaça em até 120 cm de profundidade em Argissolo, Nitossolo e Espodossolo.

Considerando que o processo de lixiviação na região amazônica é potencializado devido os altos índices pluviométricos, deve-se aplicar com rigor a Norma CETESB P4.231 de dezembro de 2006, que é referência no Brasil e estabelece as obrigatoriedades para o uso e aplicação da vinhaça nos solos. A Norma estabelece: “A profundidade do nível d’água do aquífero livre, no momento de aplicação de vinhaça deve ser, no mínimo, de 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros).”

3.1.2. Cor

A coloração nas primeiras profundidades dos solos é caracterizada pela ocorrência de matiz 2,5YR e 5YR nos Latossolos e matiz 5YR a 7,5YR nos Argissolos. Em maior profundidade (horizonte B), final do perfil, a coloração é mais avermelhada com o predomínio da matiz 2,5YR. Amaral et al. (2006) citam que há um incremento nos teores de óxido de ferro na região sudeste do estado acriano, o que contribui para a melhoria da estrutura do solo que se apresenta mais desenvolvido. A cor mais avermelhada em maior profundidade no perfil do solo é citado por Araújo (2000).

Nos solos, em geral ao Latossolos e Argissolos, sem ocorrência de plintita as cores avermelhadas indicam uma drenagem mais eficiente e lençol freático mais profundo, características que se contrapõem em relação à contaminação das águas subterrâneas e favorecem o uso destes ambientes para o cultivo de cana-de-açúcar, porém recomenda-se o monitoramento ao longo do perfil do solo da lixiviação de íons provenientes da vinhaça. A coloração amarelada nas primeiras profundidades indica uma drenagem deficiente, muito embora não seja expressa na superfície devido à textura mais grosseira (Araújo, 2000).

3.1.3. Estrutura e consistência

A estrutura predominante nos horizontes mais profundos, quanto à forma, é a de blocos subangulares e para o horizonte A devido às maiores proporções de areia apresenta estrutura do tipo grão simples e granular. Resultados semelhantes são citados por (Brasil, 1976, 1977; Araújo, 2000).

A consistência friável foi predominante nos solos, com a ocorrência de consistência dura ao longo dos horizontes no Plintossolo (Perfil 15), nos horizontes Bt do Argissolo (Perfil 13) e ligeiramente duro nos horizontes Bt2 e Bt3 do PVd (Perfil 8). A pegajosidade e a plasticidade variaram entre ligeiramente pegajosa a pegajosa, entre os perfis do solo e ao longo de cada perfil.

De modo geral, os sistemas de preparo para o cultivo de cana-de-açúcar se caracterizam pelo alto grau de revolvimento do solo, que acarreta impactos negativos nos atributos físicos do solo, comprometendo a sustentabilidade

ambiental (Silveira et al., 1997; Correchel et al., 1999). Os diferentes sistemas de manejo de solos têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Todavia, o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido - consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações podem levar a modificações na estrutura do solo, causando-lhe maior ou menor compactação, que poderá interferir na infiltração de água no solo, na condutividade hidráulica do solo saturado e no desenvolvimento radicular das culturas e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade (Derpsch et al., 1991; Tavares Filho & Tessier, 1998; De Maria et al., 1999). Os impactos citados influenciam diretamente na dinâmica do ciclo hidrológico acentuando a erosão e redução das taxas de infiltração e percolação da água no solo comprometendo o abastecimento do lençol freático e a perenização dos mananciais superficiais. Assim, deve-se estabelecer um manejo de solo adequado com base nas características morfológicas e físico-químicas dos solos, visando a produção agrícola com caráter de desenvolvimento ambiental sustentável.

3.2. Características físicas

A síntese e a descrição física das características físicas dos solos estudados na área do empreendimento sucroalcooleiro encontram-se nos Quadros 4 e 5.

Com exceção para LVA e FX os resultados das análises dos solos indicam o predomínio da fração areia até a profundidade de aproximadamente 30 cm, deste ponto à profundidade de aproximadamente 60 cm caracteriza um espaço de transição para o predomínio da fração argila que segue ao longo do perfil do solo com teores maiores do que da areia. Na fração silte o teor varia entre os solos e se mantém estável ao longo do perfil de cada solo, ocorrendo uma maior concentração em relação à argila nos Argissolos e Plintossolos até a profundidade de 30 cm, onde os teores de argila passam a predominar. A fração silte e argila predominaram em relação à areia nos solos LVA e FX, com a ocorrência de maior teor de silte até a profundidade de 30 cm, caracterizando um intervalo de transição até 60 m, onde a argila apresenta maiores teores até a profundidade final do perfil. Resultados semelhantes são citados por Araújo (2000) em solos sob floresta e pastagem no Acre, Prado et al. (2001) em solos

sob formação florestal da mata atlântica e sob cultivo de cana-de-açúcar e Melo et al. (2006) em estudos nos solos em áreas de pastagem em Roraima.

Quadro 4. Síntese das características físicas dos solos na área do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba- Acre

	Areia		Silte	Argila	DS	CH	Porosidade			RT	
	Gr	F					Macro	Micro	Total	10	1500 kPa
	----- g kg ⁻¹ -----						g cm ⁻³	cm min ⁻¹	----- cm ³ cm ⁻³ -----		
----- Latossolo Vermelho -----											
Min.	30	160	100	260	1,22	0,13	0,07	0,26	0,47	0,23	0,15
Máx.	230	380	300	620	1,40	0,42	0,21	0,47	0,54	0,45	0,34
Média	117	282	147	455	1,29	0,17	0,15	0,37	0,51	0,34	0,25
Desvio	57	56	46	92	0,04	0,08	0,04	0,05	0,02	0,06	0,05
----- Latossolo Vermelho-Amarelo -----											
Min.	70	80	83	131	0,28	0,09	0,05	0,10	0,11	0,09	0,07
Máx.	0	56	46	92	0,04	0,08	0,04	0,05	0,02	0,06	0,05
Média	230	380	400	630	1,40	0,42	0,22	0,49	0,55	0,46	0,34
Desvio	104	247	186	432	1,23	0,19	0,14	0,36	0,49	0,33	0,24
----- Argissolo Vermelho -----											
Min.	100	170	110	100	1,27	0,13	0,13	0,19	0,41	0,17	0,09
Máx.	360	460	300	500	1,57	2,72	0,23	0,39	0,52	0,50	0,28
Média	190	307	204	299	1,38	0,72	0,19	0,29	0,48	0,28	0,17
Desvio	77	76	56	132	0,10	0,81	0,03	0,07	0,04	0,08	0,06
----- Argissolo Vermelho-Amarelo -----											
Min.	40	150	150	120	1,23	0,14	0,10	0,21	0,43	0,18	0,10
Máx.	220	450	480	520	1,52	2,01	0,22	0,44	0,54	0,70	0,30
Média	122	290	273	315	1,35	0,55	0,18	0,31	0,49	0,30	0,18
Desvio	56	84	75	122	0,08	0,52	0,03	0,06	0,03	0,11	0,06
----- Plintossolos -----											
Min.	20	70	310	100	1,19	0,23	0,06	0,22	0,42	0,18	0,09
Máx.	80	450	560	600	1,53	2,64	0,21	0,49	0,55	0,47	0,34
Média	45	213	399	344	1,32	0,82	0,15	0,35	0,50	0,33	0,20
Desvio	21	147	72	184	0,12	0,83	0,06	0,10	0,05	0,10	0,10

Gr – grossa; F – fina; Densidade do solo; CH – Condutividade hidráulica.

Quadro 5. Características físicas dos solos na área do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba- Acre

Prof.	Areia		Silte	Argila	DS	CH	Porosidade			RT	
	Gr	F					Macro	Micro	Total	10 kPa	1500 kPa
-- cm --	g kg ⁻¹		g cm ⁻³			cm min ⁻¹	cm ³ cm ⁻³			-	
----- Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférico - Perfil 1 -----											
0 - 11	60	380	140	420	1,31	0,15	0,17	0,34	0,51	0,32	0,23
11 - 27	40	340	120	500	1,27	0,13	0,13	0,39	0,52	0,34	0,27
27 - 60	40	330	120	510	1,26	0,13	0,13	0,39	0,52	0,34	0,28
60 - 99	40	330	110	520	1,26	0,13	0,12	0,40	0,52	0,36	0,29
99 - 162	30	300	100	570	1,24	0,14	0,10	0,43	0,53	0,40	0,32
162 - 255	30	290	100	580	1,24	0,14	0,09	0,44	0,53	0,42	0,32
----- Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférico - Perfil 2 -----											
0 - 10	230	350	120	300	1,38	0,27	0,21	0,27	0,48	0,23	0,17
10 - 28	150	300	120	430	1,30	0,14	0,17	0,34	0,51	0,31	0,23
28 - 59	130	290	120	460	1,29	0,13	0,15	0,36	0,51	0,34	0,25
59 - 91	140	310	110	440	1,30	0,14	0,17	0,34	0,51	0,32	0,24
91 - 141	150	300	110	440	1,30	0,14	0,17	0,34	0,51	0,35	0,24
141 - 190	100	230	100	570	1,24	0,14	0,10	0,43	0,53	0,41	0,32
----- Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférico - Perfil 3 -----											
0 - 10	220	210	300	270	1,37	0,42	0,20	0,28	0,48	0,26	0,16
10 - 30	170	300	170	360	1,33	0,20	0,19	0,31	0,50	0,27	0,20
30 - 80	130	210	200	460	1,27	0,16	0,14	0,38	0,52	0,30	0,26
80 - 130	130	220	190	460	1,28	0,15	0,14	0,38	0,52	0,36	0,25
130 - 180	120	200	190	490	1,26	0,15	0,12	0,40	0,52	0,39	0,27
180 - 200	80	160	140	620	1,22	0,17	0,07	0,47	0,54	0,45	0,34
----- Latossolo Vermelho distrófico mesoférico - Perfil 4 -----											
0 - 14	200	370	170	260	1,40	0,39	0,21	0,26	0,47	0,23	0,15
14 - 32	140	280	200	380	1,32	0,19	0,17	0,33	0,50	0,31	0,21
32 - 50	120	270	160	450	1,29	0,15	0,15	0,36	0,51	0,34	0,25
50 - 88	120	270	150	460	1,28	0,14	0,15	0,37	0,52	0,35	0,25
88 - 133	110	270	150	470	1,28	0,14	0,15	0,37	0,52	0,38	0,26
133 - 200	120	260	130	490	1,27	0,13	0,14	0,38	0,52	0,40	0,27
----- Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico hipoférico - Perfil 5 -----											
0 - 9	210	350	160	280	1,39	0,32	0,22	0,26	0,48	0,24	0,16
9 - 25	150	300	160	390	1,32	0,17	0,18	0,32	0,50	0,29	0,21
25 - 60	140	270	150	440	1,29	0,15	0,16	0,35	0,51	0,33	0,24
60 - 113	150	290	130	430	1,30	0,14	0,17	0,34	0,51	0,34	0,24
113 - 160	130	270	130	470	1,28	0,14	0,15	0,37	0,52	0,35	0,26
160 - 250	100	210	160	530	1,25	0,15	0,11	0,42	0,53	0,39	0,30
----- Latossolo Vermelho-Amarelo Epidistrófico hipoférico – Perfil 6 -----											
0 - 5	10	200	400	390	1,27	0,27	0,15	0,37	0,52	0,32	0,21
5 - 20	20	200	350	430	1,26	0,22	0,13	0,39	0,52	0,35	0,23
20 - 70	10	220	240	530	1,23	0,17	0,10	0,44	0,54	0,41	0,31
70 - 140	10	140	230	620	1,20	0,21	0,06	0,49	0,55	0,45	0,33
140 - 170	0	130	240	630	1,20	0,21	0,06	0,49	0,55	0,46	0,32

Continua...

Quadro 5. Continuação...

Prof.	Areia		Silte	Argila	DS	CH	Porosidade			RT	
	Gr	F					Macro	Micro	Total	10 kPa	1500 kPa
-- cm --	g kg ⁻¹				g cm ⁻³	cm min ⁻¹	cm ³ cm ⁻³				
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 7 -----											
0 - 5	250	450	170	130	1,53	1,75	0,22	0,20	0,42	0,19	0,10
5 - 18	280	460	110	150	1,51	1,31	0,23	0,20	0,43	0,20	0,11
18 - 60	130	280	280	310	1,34	0,31	0,19	0,30	0,49	0,28	0,17
60 - 140	140	280	250	330	1,34	0,26	0,20	0,30	0,50	0,29	0,18
140 - 170	120	310	250	320	1,34	0,28	0,19	0,30	0,49	0,30	0,18
170 - 200	130	300	170	400	1,31	0,17	0,18	0,33	0,51	0,34	0,22
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 8 -----											
0 - 15	340	300	260	100	1,56	2,67	0,21	0,20	0,41	0,17	0,09
15 - 45	360	370	120	150	1,51	1,31	0,23	0,20	0,43	0,19	0,11
45 - 80	230	250	230	290	1,37	0,33	0,20	0,28	0,48	0,25	0,17
80 - 140	210	180	170	440	1,29	0,15	0,15	0,36	0,51	0,32	0,24
140 - 200	210	170	170	450	1,28	0,15	0,16	0,36	0,52	0,35	0,25
----- Argissolo Vermelho Distrófico - Perfil 9 -----											
0 - 3	250	290	280	180	1,45	0,96	0,22	0,23	0,45	0,24	0,12
3 - 10	280	420	200	100	1,57	2,72	0,22	0,19	0,41	0,20	0,09
10 - 50	140	290	220	350	1,33	0,23	0,19	0,31	0,50	0,30	0,19
50 - 120	160	240	180	420	1,30	0,16	0,16	0,35	0,51	0,34	0,23
120 - 200	110	290	150	450	1,29	0,14	0,15	0,36	0,51	0,50	0,25
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 10 -----											
0 - 3	180	350	300	170	1,46	1,09	0,22	0,23	0,45	0,21	0,12
3 - 15	190	380	270	160	1,47	1,20	0,22	0,22	0,44	0,23	0,11
15 - 60	100	330	220	350	1,33	0,23	0,19	0,31	0,50	0,29	0,12
60 - 120	100	300	190	410	1,30	0,17	0,17	0,34	0,51	0,30	0,23
120 - 160	120	300	160	420	1,30	0,16	0,17	0,34	0,51	0,33	0,23
160 - 190	150	220	130	500	1,27	0,13	0,13	0,39	0,52	0,38	0,28
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico - Perfil 11 -----											
0 - 12	220	360	270	150	1,48	1,36	0,22	0,22	0,44	0,23	0,11
12 - 27	160	320	270	250	1,39	0,43	0,21	0,27	0,48	0,26	0,15
27 - 51	140	240	260	360	1,32	0,23	0,18	0,32	0,50	0,31	0,20
51 - 77	130	200	200	470	1,27	0,16	0,14	0,38	0,52	0,35	0,26
77 - 106	180	190	240	390	1,30	0,20	0,17	0,34	0,51	0,33	0,22
106 - 146	220	150	250	380	1,31	0,21	0,17	0,34	0,51	0,32	0,21
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico - Perfil 12 -----											
0 - 13	160	450	270	120	1,52	2,01	0,22	0,21	0,43	0,18	0,10
13 - 22	150	410	300	140	1,49	1,56	0,22	0,22	0,44	0,21	0,10
22 - 45	130	390	300	180	1,45	0,97	0,21	0,24	0,45	0,23	0,12
45 - 70	110	310	260	320	1,34	0,28	0,19	0,30	0,49	0,29	0,18
70 - 107	100	290	250	360	1,32	0,23	0,18	0,32	0,50	0,30	0,20
107 - 136	90	240	270	400	1,29	0,20	0,16	0,35	0,51	0,33	0,22

Continua...

Quadro 5. Continuação...

Prof.	Areia		Silte	Argila	DS	CH	Porosidade			RT	
	Gr	F					Macro	Micro	Total	10 kPa	1500 kPa
-- cm --	g kg ⁻¹				g cm ⁻³	cm min ⁻¹	cm ³ cm ⁻³			-	
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico - Perfil 13 -----											
0 - 3	60	250	480	210	1,38	0,88	0,20	0,28	0,48	0,24	0,13
3 - 10	80	300	400	220	1,39	0,72	0,21	0,27	0,48	0,25	0,13
10 - 30	50	270	400	280	1,34	0,46	0,19	0,30	0,49	0,29	0,16
30 - 60	40	240	310	410	1,28	0,21	0,15	0,37	0,52	0,35	0,23
60 - 130	50	200	310	440	1,26	0,20	0,13	0,39	0,52	0,37	0,25
130 -	40	170	270	520	1,23	0,18	0,10	0,44	0,54	0,41	0,30
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico - Perfil 14 -----											
0 - 3	200	390	230	180	1,46	0,93	0,22	0,23	0,45	0,19	0,12
3 - 10	180	400	210	210	1,43	0,65	0,22	0,24	0,46	0,21	0,13
10 - 60	110	360	180	350	1,34	0,21	0,19	0,30	0,49	0,29	0,19
60 - 140	110	290	190	410	1,30	0,17	0,17	0,34	0,51	0,31	0,23
140 -	90	260	150	500	1,26	0,14	0,13	0,39	0,52	0,70	0,28
----- Plintossolo Háplico Alítico típico – Perfil 15 -----											
0 - 10	40	130	560	270	1,32	0,64	0,18	0,32	0,50	0,29	0,15
10 - 25	50	120	490	340	1,29	0,39	0,17	0,35	0,52	0,33	0,19
25 - 49	50	90	400	460	1,23	0,24	0,11	0,42	0,53	0,41	0,26
49 - 78	20	80	350	550	1,20	0,24	0,08	0,47	0,55	0,45	0,32
78 - 120	20	90	330	560	1,20	0,23	0,07	0,48	0,55	0,44	0,33
120 -	20	70	310	600	1,19	0,24	0,06	0,49	0,55	0,47	0,34
----- Plintossolo Háplico distrófico típico – Perfil 16 -----											
0 - 10	80	450	370	100	1,53	2,64	0,20	0,22	0,42	0,18	0,09
10 - 26	70	400	410	120	1,50	2,08	0,21	0,23	0,44	0,21	0,10
26 - 50	60	370	390	180	1,43	1,05	0,21	0,25	0,46	0,23	0,12
50 - 80	50	340	420	190	1,41	0,98	0,21	0,26	0,47	0,25	0,12
80 - 180	30	200	360	410	1,27	0,24	0,14	0,38	0,52	0,35	0,23
----- Latossolo Vermelho (Pastagem) -----											
0-5	330	340	110	220	1,23	0,24	0,43	0,13	0,56	0,15	0,08
15-20	360	380	600	200	1,51	0,20	0,31	0,10	0,41	0,12	0,06
35-40	200	230	130	440	1,50	1,64	0,23	0,18	0,13	0,2	0,60
----- Latossolo Vermelho (Pastagem) -----											
0-5	150	380	80	390	1,23	0,27	0,43	0,13	0,56	0,16	0,08
15-20	170	360	90	380	1,62	0,21	0,23	0,18	0,41	0,24	0,06
35-40	160	370	90	380	1,33	0,43	0,31	0,17	0,48	0,2	0,05

Continua...

Quadro 5. Continuação...

Prof.	Areia		Silte	Argila	DS	CH	Porosidade			RT	
	Gr	F					Macro	Micro	Total	10 kPa	1500 kPa
-- cm --	g kg ⁻¹				g cm ⁻³	cm min ⁻¹	cm ³ cm ⁻³				
----- Latossolo Vermelho-Amarelo (Pastagem) -----											
0-5	120	560	170	150	1,60	0,25	0,28	0,09	0,37	0,15	0,04
15-20	110	500	190	200	1,65	0,24	0,26	0,12	0,38	0,17	0,07
35-40	90	450	200	260	1,48	0,59	0,26	0,16	0,42	0,18	0,09
----- Argissolo Vermelho (Pastagem) -----											
0 – 15	300	440	90	170	1,53	0,56	0,31	0,10	0,41	0,14	0,06
15 - 20	270	410	50	270	1,49	0,86	0,30	0,12	0,42	0,17	0,07
35 - 40	230	370	170	230	1,58	1,08	0,24	0,15	0,39	0,17	0,08
----- Argissolo Vermelho (Pastagem) -----											
0-5	280	400	140	180	1,63	0,65	0,24	0,14	0,38	0,18	0,07
15-20	220	360	70	350	1,68	0,58	0,20	0,16	0,36	0,19	0,08
35-40	390	190	160	260	1,71	0,60	0,21	0,16	0,37	0,19	0,09
----- Argissolo Vermelho-Amarelo (Pastagem) -----											
0-5	300	460	130	110	1,52	0,54	0,30	0,12	0,42	0,21	0,06
15-20	220	430	180	170	1,60	0,60	0,26	0,13	0,39	0,15	0,08
35-40	230	380	160	230	1,46	0,63	0,28	0,16	0,44	0,17	0,01

O aumento do teor de argila em profundidade está associada à erosão diferencial em que as partículas finas da superfície são carregadas mais facilmente, caracterizando o processo de podzolização. A variação nos teores de areia, silte e argila possivelmente estejam relacionadas à variabilidade natural dos solos, uma vez que os solos da região são originados de rochas sedimentares pelíticas e areníticas, contribuindo sobremaneira para essa variabilidade (Araujo, 2000). De acordo com Hamblin (1985) e Helalia et al. (1988) o processo de dispersão da argila causa a desagregação do solo, impedimento ao crescimento de raízes das plantas e ao movimento da água no perfil do solo.

O cultivo de cana-de-açúcar em substituição às pastagens pode acentuar o processo de eluviação da argila para horizontes mais profundos do solo. O cultivo intenso do solo com cana-de-açúcar indica que as modificações da estrutura afetam principalmente a camada superior do perfil do solo (Cerri et al., 1991) causando a eluviação da argila do horizonte superficial, em razão da dispersão da argila (Helalia et al., 1988; Fuller et al., 1995; Silva et al., 1998),

bem como a degradação do grau e tipo da estrutura do solo (Silva et al., 1997). O processo de eluviação resulta em camadas de solo com diferenças acentuadas de infiltração e percolação de água, que ocasiona um acúmulo de água nas primeiras profundidades do solo e conseqüente escoamento superficial e sub-superficial provocando erosão e assoreamento dos mananciais superficiais. A movimentação da água no sentido vertical e horizontal no solo influencia a qualidade físico-química da água dos mananciais superficiais e subterrâneos através de argilominerais e elementos químicos. Ocasionalmente o aumento da turbidez da água, proliferação de microorganismos aeróbicos e anaeróbicos devido a materiais orgânicos, aumento da demanda bioquímica de oxigênio, redução de oxigênio dissolvido entre outras mudanças nas características da água, tornado-a inapta para determinados usos ou como habitat natural (Maier, 1987; Esteves, 1998; Tavares, 2005; Cetesb, 2006)

As classes texturais, em concordância com os teores de areia, silte e argila, nas primeiras profundidades do solo apresentam variação entre franco-argilo-arenosa, argilo-arenosa e argilosa seguindo nas camadas em maior profundidade com classificação predominantemente franco-argilosa e argilosa. Textura com maior teor de areia nas camadas superficiais do solo favorece o processo de lixiviação em locais com relevo menos acentuado, o processo pode ser sinergizado devido ao alto índice pluviométrico da região amazônica e deficiência da cobertura vegetal pelo uso intensivo nas áreas de pastagem. Como o programa de introdução da cana-de-açúcar na região será em substituição à pastagem, deve ser dada uma maior atenção durante a implantação e/ou renovação do plantio, onde o solo se encontra desprovido de cobertura vegetal e coincide com o período de precipitação pluviométrica. Neste sentido, justifica-se a exigência dos órgãos ambientais do estado do Acre em proibir o processo de queimadas para a colheita e a manutenção da palhada na superfície do solo, o que auxilia na diminuição dos processos erosivos pelo impacto das gotas de chuva no solo, o processo de lixiviação e a redução do escoamento superficial. A manutenção da palhada está associada ao aumento da incorporação da matéria orgânica nas primeiras profundidades do solo, contribuindo para a estrutura do solo, agregação e redução da dispersão da argila. O fenômeno de dispersão e floculação é influenciado pela matéria orgânica do solo (Oades, 1988), a qual afeta o desenvolvimento da estrutura e relaciona-se com o balanço de cargas elétricas

do solo (Gomes et al., 1994). A agregação é uma das variáveis que pode ser utilizado para medir a qualidade do solo, pois a manutenção da estrutura do solo facilita a aeração e a infiltração de água e reduz a erodibilidade. A estabilidade dos agregados é influenciada por diversas características do solo, como textura (Feller et al., 1996), teor de óxidos de ferro e alumínio (Oades & Walters, 1991; Dufranc et al., 2004), teor de matéria orgânica (Roth et al., 1991; Feller et al., 1996; Bertol et al., 2000) e atividade microbiana (Tisdall & Oades, 1979) e também pelo manejo do solo (Cambardella & Elliot, 1993; Carpenedo & Mielniczuk, 1990).

3.2.1. Densidade do solo

Os valores de densidade variam de médio a alto nos solos sob floresta e pastagem, com valores de 1,20 a 1,53 g cm⁻³ e 1,23 a 1,71 g cm⁻³, respectivamente. Os dados estão em concordância com os estudos realizados na região por Cordeiro et al. (1999), Melo (2006), Salimon (2003), Araújo et al. (2004), Moreira et al. (2004), Araújo et al. (2007). Nos horizontes superficiais, os menores valores e a menor variabilidade entre os valores encontrados foram nos solos sob floresta. Os menores valores encontrados nos solos sob floresta devem estar relacionados aos ambientes menos perturbados e com a cobertura vegetal nativa (Araújo et al., 2007). O maior valor encontrado para a pastagem nos horizontes superficiais provavelmente seja resultado de pisoteio do gado e a variabilidade entre os perfis relacionada ao número de animais por hectare em cada área estudada. Pastagens sob diferentes formas de condução e lavouras sob plantio direto constituem a principal forma de uso agrícola dos solos, sendo que os sistemas de manejo inadequados podem provocar alterações nas propriedades físicas do solo (Silva et al., 1997; Silva et al., 2000b; Reichert et al., 2007). Os impactos do uso e do manejo na qualidade física do solo têm sido quantificados utilizando-se diferentes propriedades físicas relacionadas com a forma e com a estabilidade estrutural do solo, tais como: densidade do solo (Silva et al., 2000; Stone et al., 2001; Souza et al., 2005), porosidade do solo (Oliveira et al., 2001; Souza et al., 2005; Reichert et al., 2007), além da disponibilidade de água (Oliveira et al., 2004). A introdução de sistemas agrícolas em substituição às florestas causa um desequilíbrio no ecossistema, modificando as propriedades do solo, cuja intensidade varia com

as condições de clima, usos e manejos adotados e a natureza do solo. Modificações na densidade e na porosidade do solo podem variar consideravelmente, dependendo da textura, dos teores de matéria orgânica do solo e da frequência de uso (Araújo et al., 2004).

O crescimento do setor sucroalcooleiro tem sido sustentado com a utilização intensiva de máquinas e implementos agrícolas (Cerri et al., 1991). Isso contribui para aumentar as áreas com problemas de compactação, provavelmente pela ausência de um cronograma de trabalho bem definido ou de modelos capazes de estimar a capacidade de suporte do solo (Figueiredo et al., 2000). Muitas vezes, o preparo do solo é realizado sem levar em conta sua umidade, a qual é um fator controlador da compactação (Dias Junior & Pierce, 1996). A degradação dos atributos físicos decorrente do manejo inadequado condiciona queda de produção da cana-de-açúcar (Freitas, 1987; Utset & Cid, 2001). As principais modificações são evidenciadas pela diminuição do volume de macroporos, tamanho de agregados, taxa de infiltração de água no solo e aumento da resistência à penetração de raízes e densidade do solo (Anjos et al., 1994; Albuquerque et al., 1995; Klein & Boller, 1995; Cavenage et al., 1999; Beutler et al., 2001; Utset & Cid, 2001). O cultivo inadequado desestrutura as partículas dos solos da superfície, deixando-os mais susceptíveis ao processo de erosão (Franti et al., 1999) e propiciando a formação de impedimentos físicos logo abaixo das camadas de solo movimentadas pelos implementos (Tavares Filho et al., 2001).

Em áreas com utilização da mecanização agrícola Queiroz-Viltan et. al. (1998) encontraram densidade do solo variando de 0,94 a 1,21 g cm⁻³ na profundidade de 0-20 cm e de 1,02 a 1,23 g cm⁻³ na de 20-40 cm em área Latossolos em Morro Agudo, SP. Densidade do solo variando de 0,94 a 1,02 g cm⁻³ foi referido por Prado (1997). Centurion et al. (2007) encontraram densidades de solo variando 1,17 a 1,41 g cm⁻³ em área de cana planta, 1,21 a 1,34 g cm⁻³ em cana soca de 2º ano e 1,39 a 1,56 g cm⁻³ em cana soca de 4º ano. Ao que indica a densidade dos solos aumentam com o tempo de cultivo e com o modo de preparo, entretanto os valores de densidade são menores do que os apresentados em áreas de pastagem. A menor influência da mecanização na densidade está associada à manutenção da palhada sobre o solo, manejo adequado e ao sistema radicular fasciculado da cana auxilia na manutenção da densidade do solo (Trivelin et al., 1996; Vasconcelos, 2002). A

densidade do solo pode ser melhorada ou preservada quando se adotam sistemas de colheita e manejo da cana-de-açúcar com a incorporação da palhada no solo (Trivelin et al., 1996). No sistema de colheita mecanizada sem queima, as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (mulch) denominada palha ou palhada. A quantidade de palhada de canaviais colhidos sem queima varia de 10 a 30 mg ha⁻¹.

Os resultados encontrados para os solos da área de influência, relacionado aos resultados de pesquisa encontrado na vasta literatura sobre pesquisas com uso do solo indicam que o melhor uso do solo em termos hídricos e ambientais é, em nível crescente de importância, pastagem, cana-de-açúcar e floresta.

3.2.2. Porosidade

A porosidade do solo está relacionada aos processos de infiltração, condutividade, drenagem, retenção de água, difusão de nutrientes, entre outros (Moreira & Siqueira, 2002). A quantidade de macroporos ou porosidade de aeração destaca-se como uma das propriedades mais importantes em relação ao desempenho dos sistemas de manejo sobre a produtividade das culturas. Vomocil & Flocker (1961) consideram que valores de macroporos inferiores a 0,100 cm³ cm⁻³ constituem limitação ao crescimento radicular. A alteração na porosidade do solo está relacionada às modificações da densidade do solo, que podem ocorrer de forma natural: difícil de ser avaliada e medida, pois ocorre lentamente no solo como, por exemplo, a eluviação de argila; ou antrópicas: relacionada a forças mecânicas causadas por rodas das máquinas agrícolas ou pela ação de implementos e a exploração pecuária intensiva (Beltrame & Taylor, 1980; Klein & Libord, 2002).

A porosidade dos solos na área de estudo aumenta em profundidade, conforme redução da densidade do solo, no entanto o aumento da porosidade é mais acentuada para os microporos, variando no intervalo de 0,27 a 0,49 cm³ cm⁻³ nos Latossolos e 0,20 a 0,39 cm³ cm⁻³ nos Argissolos, o que corresponde em relação à porosidade total: entre 60% a 89% nos Latossolos e 49% a 75% nos Argissolos. A maior proporção de microporos nos Latossolos pode estar

relacionada ao maior teor de argila em relação ao Argissolo. Observações semelhantes foram feitas por Anjos et al. (1994) e Cavenage et al. (1999) comparando diferentes sistemas de cultivo. Os resultados indicam uma maior quantidade de areia total no Argissolo, sendo a fração fina predominante na composição dos dois solos, possivelmente influenciando de forma negativa na condutividade hidráulica do solo, conforme observado em trabalhos por Oliveira et al. (2009) em um trabalho em Ituiutaba-MG.

Nas áreas de pastagem os Latossolos e Argissolos apresentaram valores de porosidade total de 0,36 a 0,56 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, indicando maior amplitude de variação em relação aos solos sob floresta (0,41 a 0,44 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), entretanto, sob pastagem o conteúdo poroso é tem uma ocorrência um pouco superior de macroporosidade. Com valores no Latossolo entre 0,23 e 0,43 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ e Argissolos 0,21 a 0,31 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, representam entre 56 a 76% da porosidade total. Os maiores valores podem estar associados à ocorrência de maior quantidade de areia grossa nessa fração do solo, enquanto que nas áreas de floresta ocorre o predomínio da fração fina. Outro fator é o menor teor de argila encontrado nos solos sob pastagem, em geral, em ambiente mais exposto ao ciclo de umedecimentos e secagem a desagregação das partículas do solo e a iluviação são mais intensos, tornando o solo mais arenoso e refletindo em maior quantidade de macroporos.

O estudo da porosidade do solo em Argissolo Amarelo no estado do Espírito Santo desenvolvido em área de cana crua e cana queimada, Ceddia et al. (1999), citam valores de 0,40 a 0,42 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ e 0,38 a 0,41 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, respectivamente. Souza et al. (2005), estudando a porosidade em Latossolo Vermelho-Amarelo, em Jaboticabal-SP, encontraram os resultados: cana crua (0,39 a 0,42 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), cana crua com incorporação (0,45 a 0,49 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) cana crua sem incorporação (0,36 a 0,38 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$). Os resultados citados são condizentes com os dados de Cerri et al. (1991), Silva et al. (2000) entre outros autores.

Neste contexto, pela proximidade dos resultados de porosidade, as substituições de áreas de pastagem pela cana-de-açúcar podem trazer benefícios associados a um maior aporte e incremento de material orgânico no solo pelo sistema de cultivo com incorporação da palhada, auxiliando na redução do escoamento superficial. Em maior profundidade os sistema radicular fasciculado da cana, com maior abrangência, contribui para melhorar

a condutividade hidráulica dos solos, o que auxilia na redução de escoamento superficial e sub-superficial, refletindo em aumento no abastecimento do lençol freático.

3.2.3. Condutividade hidráulica

Os resultados de condutividade de água no solo indicam melhores condições de percolação nos Plintossolos sob floresta (0,24 a 2,64 cm min⁻¹) e Argissolo sob floresta e pastagem (0,23 a 2,67cm min⁻¹; 0,56 a 1,08 cm min⁻¹, respectivamente), até a profundidade de 50 cm, seguindo em profundidade, todos os solos apresentam valores entre 0,13 a 0,28 cm min⁻¹. Os Latossolos apresentaram os menores valores de condutividade hidráulica sob floresta e pastagem (0,13 a 0,42 cm min⁻¹ e 0,20 a 1,64 cm min⁻¹) As maiores taxas de infiltração para nas primeiras profundidades dos Argissolos estão associadas a menores teores de argila, menor densidade do solo e maiores quantidades de macroporos. Ellies et al. (1997) relatam que a condutividade hidráulica do solo saturado descreve a funcionalidade de seu sistema poroso, englobando propriedades tais como, quantidade, tamanho, morfologia, continuidade e orientação dos poros. Segundo Silva & Kato (1997), a macroporosidade é fator de extrema importância na condutividade hidráulica do solo. Estes autores observaram que uma pequena diferença entre a macroporosidade das áreas de manejo convencional e plantio direto foi acompanhado por uma grande diferença nos valores de condutividade, sendo constatados os valores de 0,21 cm min⁻¹ na área de plantio direto e 1,38 cm min⁻¹ na área de manejo convencional, evidenciando desta forma, a importância da macroporosidade na condutividade hidráulica, ou seja, o efeito do manejo na estrutura do solo.

Jarvis & Messing (1995) observaram que maiores valores de condutividade hidráulica foram encontrados nos solos de textura mais fina, notando uma relação inversa existente entre conteúdo de areia e condutividade, isto reflete a importância da distribuição de tamanho dos macroporos para fluxo de água próximo à saturação. Isto é, o contrário das relações de condutividade com textura relatada na literatura e amplamente aceita. Portanto, segundo os autores os tamanhos dos poros simplesmente podem não ser tão relevantes para permitir maior condutividade, pois esta propriedade é mais dependente da distribuição de tamanho dos poros e de sua

continuidade. Solos muito argilosos podem apresentar-se altamente agregados, dando formação a uma estrutura mais porosa, que permite maiores valores de condutividade. A interação entre a textura e a estrutura dos solos é que permitem, então, maior ou menor valor de condutividade, a qual é dependente, como dito anteriormente de ambas as propriedades do solo, ou seja, da relação existente entre elas, influenciando o movimento de água no solo.

Procurando relacionar propriedades hidráulicas com horizontes pedológicos de dois Latossolos, Marques et al. (2002) observaram a não coincidência entre valores de condutividade e os horizontes pedológicos. Segundo os autores esse fato se deve principalmente à homogeneidade textural e estrutural dos solos. Isso segundo os autores permite inferir que a dinâmica da água nem sempre se altera quando há mudança de horizontes pedológicos. Conforme Childs (1967), solos argilosos podem depender completamente do desenvolvimento de estrutura para adquirirem a condutividade hidráulica. Este autor afirma que quando a condutividade hidráulica depende principalmente da estrutura do solo, a “estabilidade da estrutura” é essencial para maior condutividade.

Goés et al. (2005), em estudo realizado em Jaboticabal em Latossolo Vermelho distroférico, relatam valores de $0,04 \text{ cm min}^{-1}$, $0,10 \text{ cm min}^{-1}$ e $0,08 \text{ cm min}^{-1}$ em cultivo de cana-de-açúcar com 1, 3 e 7 anos. Para a área de floresta a condutividade é de $0,28 \text{ cm min}^{-1}$, indicando melhores condições estruturais do solo sobre mata. Os autores associam os resultados a consequência da redução da macroporosidade e aumento da microporosidade causado pela destruição dos agregados nas áreas cultivadas. Resultados semelhantes são citados por Silva et al. (1997), Beutler et al. (2003) e Maia e Ribeiro (2004).

As análises de condutividade apresentadas permitem inferir que a mudança no uso do solo, pastagem para cana-de-açúcar, podem contribuir em maior potencial de percolação de água no solo, desde que sejam realizadas práticas conservacionistas, colheita sem queima da cana e a manutenção de restos vegetais da cana no solo. A melhora nas condições físicas do solo contribui para menor escoamento superficial e aumento na recarga do lençol freático, garantindo a formação de mananciais perenes. Entretanto, é necessário considerar que a condutividade hidráulica, bem como outras

características do solo modificam no espaço horizontal e vertical, apresentando resultados diferentes. Gaze et al. (1997) mediram a infiltração através de tensiômetros, em uma bacia hidrográfica, ocupada com plantações de milho, e verificaram que o valor da infiltração pode ser três vezes maior em um ponto que em outro.

3.2.4. Retenção de água no solo

A capacidade de retenção de água no solo foi analisada nas tensões de 10 kPa e 1500 kPa, respectivamente relacionados à capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente. Entretanto será discutido em contexto mais hidrológico os valores de retenção de água na tensão de 10 kPa, que conforme proposição de Veihmeyer & Hendrickson (1931) é aceito conceitualmente como o máximo conteúdo de água retido pelo solo depois que o excesso tenha sido drenado. Alguns estudos mostram que a umidade do solo na capacidade de campo não está totalmente em equilíbrio e que o movimento da água pode continuar por vários dias influenciando na infiltração e escoamento superficial (Hillel, 1980; Reichardt, 1988).

Os resultados indicam valores de retenção de água de 0,23 a 0,45 cm³ cm⁻³ nos Latossolos e 0,17 a 0,41 cm³ cm⁻³ nos Argissolos sob mata. Nas áreas de pastagens os valores foram: Latossolos 0,12 a 0,24 cm³ cm⁻³ e Argissolos 0,14 a 0,21 cm³ cm⁻³. As diferenças dentro de cada sistema, pastagem e floresta, não são expressivas como as que ocorreram entre os sistemas. Fidalski et al. (2008) citam valores de 0,17 cm³ cm⁻³ de retenção de água em solos sob pastagens, valores próximos são citados por Reynolds et al. (2002) e Silva et al. (2003). Twerdoff et al. (1999) verificaram variação na retenção de água do solo em consequência da taxa de lotação de animal e assim como Reynolds et al. (2002), os estudos indicaram que o aumento da densidade do solo não comprometeu a porosidade e a retenção de água apresentou índices de 0,10 e 0,15 cm³ cm⁻³. De fato, os resultados indicam densidades de solo ligeiramente superior nas áreas de pastagem em detrimento às áreas de floresta.

As boas condições estruturais e de porosidade do solo sob floresta parece não interferir na retenção de água do solo, sendo o carbono orgânico e a matéria orgânica um dos fatores de influência. Vários autores citam que a

maior capacidade de retenção de água no solo sob floresta está associada a maiores teores de C orgânico no solo (Fidalsk & Tormena, 2007; Machado et al., 2008). A capacidade de retenção de água pela matéria orgânica é citada por Barreto (1985), Brady (1989) e Holanda (1990). Para Hillel (1971) a ação indireta da matéria sobre o teor de água no solo retida é mais pronunciado na faixa das baixas tensões, na qual a retenção depende principalmente do efeito de capilaridade e distribuição de tamanhos de poros sendo, portanto, afetada pela estrutura do solo. Pressuposição confirmada por Freire e Scardua (1979), Faregia et al. (1999) e Emerson et al. (2003).

Beutler et al. (2002) encontraram valores de retenção de água em solos, Latossolos, utilizados com cana-de-açúcar variando entre 0,15 a 0,22 cm³ cm⁻³ em comparação a retenção de água em solos sob floresta, concordando com os resultados de Centurion & Andrioli (2000). Maule et al. (2001) encontraram valores de 0,15 a 0,19 cm³ cm⁻³ em Argissolo Vermelho-Amarelo e Planossolos com uso de cana-de-açúcar na região de Castilho-SP. Santos et al. (1992) verificaram na cana crua maior retenção de água comparada à cana queimada, onde ocorre menor infiltração de água e aos maiores valores de densidade do solo, resultados semelhantes aos de Souza et al. (2006) que encontraram valores de retenção de água de 0,30, 0,49 e 0,30 cm³ cm⁻³ em cana queimada, cana crua e mata nativa, respectivamente. O potencial de retenção de água dos solos utilizados com pastagem e cana-de-açúcar apresenta valores próximos, indicando o efeito da ação antrópica sobre as características físicas do solo.

A retenção de água no solo é uma vertente entre os interesses hidrológicos e agronômicos. Do ponto de vista hidrológico o menor potencial de retenção de água no solo favorece a percolação e a infiltração de água, refletindo em menores taxas de escoamento superficial e maior recarga do lençol freático. Entretanto, essas condições não permitem maior tempo e quantidade de água retida no solo, estando disponível para as plantas, fator ideal agronomicamente falando. Neste contexto, o ideal é a produtividade agrícola com caráter conservacionista, buscando o equilíbrio com a hidrologia.

3.3. Características químicas

A síntese e a descrição das características químicas dos solos estudados na área do empreendimento sucroalcooleiro encontram-se nos Quadros 6 e 7.

Quadro 6. Síntese das características químicas dos solos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre

	pH H ₂ O	KCl	ΔpH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	t	T	V	m	C	N	Fe ₂ O ₃	C/N	P	Ki
				cmolc dm ⁻³									----- % -----		----- dag kg ⁻¹ -----				mg dm ⁻³	
Latossolo Vermelho																				
Min.	3,60	3,40	-1,00	0,05	0,09	0,03	0,02	0,50	2,20	0,23	1,90	2,60	5,00	11,00	0,12	0,03	3,60	3,00	1,00	1,20
Máx.	5,00	4,10	-0,10	5,44	1,87	0,37	0,07	3,00	9,40	7,73	8,70	17,10	45,00	93,00	2,20	0,25	10,90	9,70	25,00	2,30
Média	4,48	3,88	-0,60	0,51	0,24	0,08	0,04	2,14	4,81	0,87	3,03	5,69	12,29	76,25	0,55	0,08	7,05	6,35	2,38	1,88
Desvio padrão	0,38	0,18	0,26	1,08	0,37	0,09	0,02	0,64	1,60	1,52	1,39	2,88	8,53	19,65	0,51	0,05	1,76	1,99	4,91	0,24
Latossolo Vermelho-Amarelo																				
Min.	3,70	3,40	-1,40	0,03	0,04	0,01	0,01	1,00	3,50	0,12	1,70	3,70	3,00	7,00	0,27	0,03	3,20	6,17	1,00	1,80
Máx.	5,40	4,70	-0,10	8,22	3,74	0,68	0,04	3,00	13,00	12,67	13,70	25,70	49,00	95,00	4,00	0,41	8,70	10,15	33,00	2,10
Média	4,47	3,97	-0,50	0,92	0,54	0,11	0,02	2,10	6,15	1,60	3,70	7,73	10,82	77,09	0,97	0,11	5,10	8,29	4,82	1,91
Desvio padrão	0,56	0,41	0,34	2,44	1,10	0,19	0,01	0,63	2,73	3,73	3,38	6,28	14,01	28,00	1,07	0,11	1,57	1,29	9,52	0,11
Argissolo Vermelho																				
Min.	3,90	3,10	-1,20	0,03	0,15	0,02	0,02	0,00	0,50	0,26	1,90	3,10	6,00	0,00	0,20	0,00	2,40	2,00	1,00	1,30
Máx.	8,10	7,70	-0,30	8,50	2,21	0,38	0,08	3,10	11,60	10,26	10,30	14,90	95,00	90,00	2,20	0,20	7,00	11,00	50,00	6,40
Média	5,05	4,27	-0,77	1,78	0,68	0,13	0,03	1,42	3,88	2,63	4,05	6,49	36,55	45,41	0,60	0,08	4,93	5,50	7,45	2,45
Desvio padrão	0,97	1,03	0,27	2,20	0,47	0,12	0,01	1,02	2,52	2,70	2,05	3,25	28,44	34,02	0,57	0,07	1,34	2,51	12,69	1,13
Argissolo Vermelho-Amarelo																				
Min.	3,90	3,50	-1,20	0,03	0,03	0,03	0,01	0,20	3,10	0,22	1,60	4,20	5,00	4,00	0,10	0,00	1,40	2,00	1,00	1,60
Máx	5,20	4,50	-0,20	7,33	2,26	0,34	0,04	5,60	10,20	9,96	10,40	18,00	55,00	92,00	4,20	0,30	10,30	14,00	21,00	3,20
Média	4,61	3,85	-0,68	1,02	0,54	0,08	0,03	2,44	5,74	1,67	4,13	7,42	18,04	64,61	0,71	0,11	5,19	5,36	3,70	2,19
Desvio padrão	0,37	0,31	0,29	1,69	0,62	0,07	0,01	1,41	1,70	2,27	1,91	3,41	14,75	29,95	0,89	0,06	2,16	3,47	5,85	0,39
Plintossolos																				
Min.	4,00	3,70	-1,20	0,40	0,10	0,04	0,02	0,10	1,00	0,57	1,88	3,00	8,00	3,00	0,24	0,06	1,30	3,00	1,00	2,10
Máx.	5,80	4,60	-0,30	2,60	0,60	0,16	0,06	10,80	13,00	3,08	12,02	14,70	59,00	90,00	1,28	0,16	9,90	9,85	3,00	3,90
Média	4,94	3,93	-1,02	0,97	0,37	0,09	0,03	4,07	6,45	1,47	5,54	7,95	24,91	59,18	0,51	0,10	4,99	5,09	1,36	2,46
Desvio padrão	0,51	0,35	0,27	0,68	0,16	0,05	0,01	3,71	4,08	0,68	3,43	3,90	19,28	34,43	0,33	0,03	3,05	1,81	0,81	0,50

Quadro 7. Características químicas dos solos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre

Horiz.	Prof. cm	pH		ΔpH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺ cmolc dm ⁻³	SB	t	T	V	m	C	N	Fe ₂ O ₃	C/N	P	Ki
		H ₂ O	KCl																		
Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférico - Perfil 1																					
A	0 - 11	3,6	3,5	-0,1	0,30	0,40	0,27	0,05	2,8	7,3	1,02	3,8	8,3	12	73	1,21	0,15	6,7	8,07	2	2,2
AB	11 - 27	4,1	3,8	-0,3	0,20	0,10	0,12	0,04	2,7	6,2	0,46	3,2	6,7	7	85	0,85	0,13	6,9	6,54	1	2,0
BA	27 - 60	4,5	3,9	-0,6	0,20	0,10	0,04	0,02	2,3	5,0	0,36	2,7	5,4	7	86	0,51	0,07	6,9	7,29	1	1,9
Bw1	60 - 99	4,7	3,9	-0,8	0,20	0,10	0,04	0,02	2,1	5,0	0,36	2,5	5,4	7	85	0,36	0,05	6,8	7,20	1	1,9
Bw2	99 - 162	4,9	4,0	-0,9	0,20	0,10	0,05	0,02	1,6	3,7	0,37	2,0	4,1	9	81	0,29	0,04	7,7	7,25	1	2,0
Bw3	162 - 255	5,0	4,1	-0,9	0,20	0,10	0,03	0,02	1,5	3,8	0,35	1,9	4,1	9	81	0,17	0,03	7,3	5,67	1	1,9
Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférico - Perfil 2																					
A	0 - 10	3,7	3,4	-0,3	0,80	0,40	0,21	0,04	1,9	5,0	1,45	3,4	6,4	23	57	1,51	0,16	3,6	9,44	3	2,1
AB	10 - 28	4,0	3,7	-0,3	0,20	0,10	0,11	0,04	2,5	3,8	0,45	3,0	4,2	11	85	0,67	0,10	5,3	6,70	1	1,9
BA	28 - 59	4,2	3,8	-0,4	0,20	0,10	0,05	0,03	2,3	3,1	0,38	2,7	3,5	11	86	0,43	0,07	5,8	6,14	1	1,9
Bw1	59 - 91	4,2	3,8	-0,4	0,20	0,10	0,03	0,03	2,1	2,8	0,26	2,5	3,1	12	85	0,25	0,06	5,5	4,17	1	1,9
Bw2	91 - 141	4,4	3,9	-0,5	0,20	0,10	0,03	0,03	1,8	2,2	0,36	2,2	2,6	14	83	0,24	0,06	6,4	4,00	1	2,0
Bw3	141 - 190	4,6	4,0	-0,6	0,20	0,10	0,03	0,03	1,8	2,2	0,36	2,2	2,6	14	83	0,20	0,05	6,9	4,00	1	2,0
Latossolo Vermelho distrófico típico hipoférico - Perfil 3																					
A	0 - 10	4,2	4,0	-0,2	5,44	1,87	0,37	0,05	1,0	9,4	7,73	8,7	17,1	45	11	2,20	0,25	4,6	8,80	25	2,3
AB	10 - 30	4,7	4,0	-0,7	1,00	0,63	0,16	0,07	3,0	6,6	1,86	4,9	8,5	22	62	0,97	0,11	5,4	8,82	5	2,2
BA	30 - 80	4,5	3,6	-0,9	0,05	0,37	0,05	0,05	3,0	5,3	0,52	3,5	5,8	9	85	0,55	0,06	6,8	9,17	1	1,8
Bw1	80 - 130	4,7	4,0	-0,7	0,05	0,12	0,03	0,05	2,6	4,3	0,25	2,9	4,5	6	91	0,18	0,03	7,0	6,00	1	1,9
Bw2	130 -180	4,7	4,1	-0,6	0,06	0,09	0,03	0,05	3,0	4,5	0,23	3,2	4,7	5	93	0,20	0,03	7,0	6,67	1	2,0
Bw3	180 - 200	4,9	4,0	-0,9	0,05	0,09	0,04	0,06	3,0	5,0	0,24	3,2	5,2	5	93	0,14	0,03	7,8	4,67	1	1,8
Latossolo Vermelho distrófico típico mesoférico - Perfil 4																					
A	0 - 14	4,3	4,0	-0,3	1,00	0,20	0,13	0,05	0,5	5,5	1,38	1,9	6,9	20	27	0,97	0,10	6,0	9,70	2	1,2
AB	14 - 32	4,4	3,8	-0,5	0,50	0,20	0,07	0,04	2,2	5,5	0,81	3,0	6,3	13	73	0,41	0,07	8,2	5,86	1	1,7
BA	32 - 50	4,6	3,9	-0,7	0,40	0,10	0,04	0,04	2,2	5,4	0,58	2,8	6,0	10	79	0,39	0,07	9,7	5,57	1	1,7
Bw1	50 - 88	4,7	3,9	-0,8	0,20	0,10	0,04	0,04	2,0	4,9	0,38	2,4	5,3	7	84	0,19	0,05	9,9	3,80	1	1,6
Bw2	88 - 133	4,8	3,9	-0,9	0,20	0,10	0,03	0,07	1,8	4,7	0,40	2,2	5,1	8	82	0,12	0,04	10,1	3,00	1	1,6
Bw3	133 - 200	5,0	4,0	-1,0	0,20	0,10	0,03	0,07	1,6	4,3	0,40	2	4,7	9	80	0,19	0,05	10,9	3,80	2	1,5

Continua...

Quadro 7. Continuação...

Horiz.	Prof. cm	pH		Δ pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	t	T	V	m	C	N	Fe ₂ O ₃	C/N	P	Ki
		H ₂ O	KCl																		
----- cmolc dm ⁻³ -----																					
----- % -----																					
----- dag kg ⁻¹ -----																					
----- mg dm ⁻³ -----																					
----- Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico hipoférico - Perfil 5 -----																					
A	0 - 9	3,8	3,4	-0,4	0,40	0,10	0,12	0,03	2,6	7,7	0,65	3,3	8,3	8	80	1,32	0,13	3,2	10,15	3	2,1
AB	9 - 25	3,7	3,6	-0,1	0,05	0,05	0,07	0,02	3,0	6,8	0,19	3,2	7,0	3	94	0,94	0,10	3,8	9,40	2	1,9
BA	25 - 60	4,2	3,7	-0,5	0,06	0,04	0,04	0,01	2,5	5,6	0,15	2,7	5,7	3	94	0,62	0,07	4,5	8,86	1	1,8
Bw1	60 - 113	4,2	3,8	-0,4	0,03	0,07	0,02	0,02	2,3	4,8	0,14	2,4	4,9	3	94	0,37	0,06	4,1	6,17	1	1,9
Bw2	113 - 160	4,5	3,8	-0,7	0,03	0,07	0,01	0,01	2,1	3,6	0,12	2,2	3,7	3	95	0,32	0,05	4,6	6,40	1	1,8
Bw3	160 - 250	4,4	3,9	-0,5	0,03	0,07	0,01	0,01	1,6	4,1	0,12	1,7	4,2	3	93	0,40	0,05	8,7	8,00	1	1,9
----- Latossolo Vermelho-Amarelo epidistrófico distrófico hipoférico - Perfil 6 -----																					
A	0 - 5	5,1	4,5	-0,6	8,22	3,74	0,68	0,03	1,0	13,0	12,67	13,7	25,7	49	7	4,00	0,41	4,4	9,76	33	2,0
AB	5 - 20	5,0	4,7	-0,3	1,10	1,02	0,17	0,03	1,6	7,9	2,32	3,9	10,2	23	41	1,21	0,16	4,6	7,56	7	2,1
BA	20 - 70	4,0	3,8	-0,2	0,08	0,12	0,07	0,03	2,8	5,8	0,30	3,1	6,1	5	90	0,81	0,10	5,2	8,10	2	1,8
Bw1	70 - 140	4,9	4,5	-0,4	0,03	0,48	0,03	0,03	2,2	4,8	0,57	2,8	5,4	11	79	0,39	0,05	6,6	7,80	1	1,9
Bw2	140 - 170	5,4	4,0	-1,4	0,05	0,20	0,03	0,04	1,4	3,5	0,32	1,7	3,8	8	81	0,27	0,03	6,4	9,00	1	1,8
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 7 -----																					
A	0 - 5	4,4	3,5	-0,9	1,81	1,15	0,32	0,03	1,4	11,6	3,31	4,7	14,9	22	30	2,2	0,2	7,0	11,00	32	2,0
AB	5 - 18	4,0	3,1	-0,9	0,11	0,22	0,05	0,03	2,2	5,0	0,41	2,6	5,4	8	84	0,5	0,1	3,6	5,00	8	2,1
BA	18 - 60	4,5	4,0	-0,5	0,05	0,31	0,04	0,02	3,0	4,8	0,42	3,4	5,2	8	88	0,4	0,0	5,6		1	2,2
Bt1	60 - 140	4,7	3,9	-0,8	0,03	0,31	0,03	0,02	2,8	4,3	0,39	3,2	4,7	8	88	0,3	0,0	5,0		1	3,0
Bt2	140 - 170	4,7	4,0	-0,7	0,03	0,20	0,02	0,02	2,4	4,0	0,27	2,7	4,2	6	90	0,3	0,0	5,2		1	2,3
Bt3	170 - 200	4,9	3,9	-1,0	0,04	0,15	0,03	0,04	2,4	3,6	0,26	2,7	3,9	7	90	0,3	0,0	6,4		1	2,7
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 8 -----																					
A	0 - 15	5,5	5,2	-0,3	5,60	2,21	0,37	0,03	0,0	2,6	8,21	8,2	10,9	76	0	2,1	0,2	2,4	10,50	20	4,2
E	15 - 45	5,6	5,0	-0,6	1,84	0,77	0,15	0,02	0,0	1,1	2,78	2,8	3,9	72	0	0,6	0,1	3,9	6,00	4	1,3
Bt1	45 - 80	5,1	4,0	-1,1	0,46	0,57	0,08	0,03	0,8	2,0	1,14	1,9	3,1	37	41	0,2	0,0	5,2		1	1,6
Bt2	80 - 140	5,2	4,0	-1,2	1,69	0,68	0,05	0,03	1,0	2,3	2,45	3,5	4,8	51	29	0,2	0,1	6,0	2,00	2	2,1
Bt3	140 - 200	5,1	4,1	-1,0	1,38	0,56	0,07	0,03	1,4	2,5	2,04	3,4	4,5	45	41	0,2	0,0	6,0		3	1,9

Continua...

Quadro 7. Continuação...

64

Horiz.	Prof.	pH		ΔpH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	t	T	V	m	C	N	Fe ₂ O ₃	C/N	P	Ki
	cm	H ₂ O	KCl		cmolc dm ⁻³									%		dag kg ⁻¹				mg dm ⁻³	
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 9 -----																					
A	0 - 3	4,0	3,5	-0,5	3,72	1,26	0,34	0,03	1,0	8,6	5,35	6,4	13,9	38	16	1,1	0,2	2,8	5,50	23	6,4
E	3 - 10	3,9	3,5	-0,4	0,51	0,54	0,08	0,03	1,2	4,0	1,16	2,4	5,1	23	51	0,6	0,1	5,2	6,00	6	4,1
Bt1	10 - 50	4,3	3,9	-0,4	0,07	0,44	0,03	0,02	1,6	4,6	0,56	2,2	5,2	11	74	0,5	0,1	5,8	5,00	1	2,2
Bt2	50 - 120	4,8	4,0	-0,8	0,06	0,82	0,03	0,03	1,8	3,5	0,94	2,7	4,4	21	66	0,2	0,0	5,2		1	2,0
Bt3	120 - 200	4,7	4,1	-0,6	0,07	0,41	0,02	0,02	2,4	3,8	0,52	2,9	4,3	12	82	0,2	0,0	5,6		1	2,3
----- Argissolo Vermelho distrófico - Perfil 10 -----																					
A	0 - 3	8,1	7,7	-0,4	8,50	1,30	0,38	0,08	0,0	0,5	10,26	10,3	10,8	95	0	1,2	0,2	2,6	6,00	50	2,2
AB	3 - 15	7,1	6,3	-0,8	4,50	0,80	0,25	0,04	0,0	0,6	5,79	5,6	6,2	90	0	0,5	0,1	3,5	5,00	2	2,2
BA	15 - 60	5,7	4,8	-0,9	3,20	0,70	0,19	0,04	0,1	1,8	4,13	4,2	5,9	70	2	0,4	0,1	3,8	4,00	1	1,9
Bt1	60 - 120	4,9	3,9	-1,0	2,60	0,70	0,21	0,04	0,8	3,7	3,55	4,4	7,2	49	18	0,4	0,1	5,3	4,00	1	1,8
Bt2	120 - 160	4,9	3,8	-1,1	1,70	0,30	0,11	0,03	1,8	4,5	2,14	3,9	6,6	32	46	0,4	0,1	5,4	4,00	2	1,8
Bt3	160 - 190	4,9	3,8	-1,1	1,20	0,50	0,07	0,03	3,1	5,9	1,80	4,9	7,7	23	63	0,3	0,1	6,9	3,00	2	1,7
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico - Perfil 11 -----																					
A	0 - 12	5,1	4,5	-0,6	2,80	0,30	0,06	0,02	0,20	3,1	3,18	3,4	6,3	50	6	0,90	0,10	2,0	9,00	2	2,4
AB	12 - 27	4,9	3,8	-1,1	1,00	0,40	0,04	0,01	1,20	3,9	1,45	2,7	5,3	27	45	0,50	0,10	3,3	5,00	1	2,3
Bt1	27 - 51	4,5	3,7	-0,8	0,40	0,40	0,06	0,02	3,00	5,5	0,88	3,9	6,4	14	77	0,60	0,10	4,5	6,00	1	2,1
Bt2	51 - 77	4,6	3,7	-0,9	0,30	0,20	0,04	0,02	3,40	5,9	0,56	4,0	6,5	9	86	0,40	0,10	6,3	4,00	1	2,1
Btf1	77 - 106	4,7	3,8	-0,9	0,10	0,10	0,04	0,02	2,60	4,7	0,26	2,9	5,0	5	91	0,30	0,10	7,5	3,00	1	2,1
Bcf	106 - 146	4,7	3,8	-0,9	0,10	0,10	0,05	0,02	3,20	5,0	0,27	3,5	5,3	5	92	0,20	0,10	6,6	2,00	1	2,1
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico- Perfil 12 -----																					
A	0 - 13	3,9	3,6	-0,3	1,10	0,20	0,07	0,03	0,80	5,2	1,40	2,2	6,6	21	36	0,90	0,10	1,4	9,00	1	2,2
AB	13 - 22	4,3	3,8	-0,5	0,40	0,30	0,04	0,03	0,80	3,8	0,77	1,6	4,6	17	51	0,40	0,10	1,8	4,00	1	2,0
BA	22 - 45	4,4	3,7	-0,7	0,30	0,10	0,03	0,03	1,40	3,8	0,46	1,9	4,3	11	75	0,20	0,10	2,2	2,00	1	1,8
Bt1	25 - 70	4,4	3,6	-0,8	0,30	0,10	0,05	0,04	2,80	5,3	0,49	3,3	5,8	8	85	0,20	0,10	4,0	2,00	1	1,6
Btf1	70 - 107	4,7	3,6	-1,1	0,30	0,10	0,06	0,04	3,20	5,5	0,50	3,7	6,0	8	86	0,20	0,10	5,4	2,00	1	1,6
Btf2	107 - 136	4,7	3,6	-1,1	0,20	0,20	0,06	0,04	3,40	5,8	0,50	3,9	6,3	8	87	0,20	0,10	5,4	2,00	1	1,6

Continua...

Quadro 7. Continuação...

Horiz.	Prof. cm	pH H ₂ O	pH KCl	ΔpH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	t	T	V	m	C	N	Fe ₂ O ₃	C/N	P	Ki
					cmolc dm ⁻³									%		dag kg ⁻¹				mg dm ⁻³	
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico - Perfil 13 -----																					
A	0 - 3	5,1	4,5	-0,6	7,33	2,26	0,34	0,03	0,40	8,1	9,96	10,4	18,0	55	4	4,20	0,30	6,0	14,00	21	2,3
AB	3 - 10	4,8	4,2	-0,6	3,72	1,23	0,19	0,03	0,60	6,3	5,17	5,8	11,4	45	10	1,50	0,20	5,4	7,50	8	2,2
BA	3 - 30	4,9	4,3	-0,6	0,62	0,68	0,05	0,03	3,00	5,1	1,38	4,4	6,5	21	68	0,40	0,10	6,6	4,00	1	3,2
Bt1	30 - 60	4,8	3,6	-0,2	0,44	0,92	0,05	0,02	4,20	6,9	1,43	5,6	8,4	17	75	0,30	0,10	6,0	3,00	1	2,1
Bt2	60 - 130	4,8	3,6	-0,2	0,67	0,92	0,06	0,02	4,40	6,9	1,67	6,1	8,6	19	72	0,30	0,10	7,6	3,00	1	2,4
Btf	130 - 160	5,0	4,4	-0,6	0,10	0,30	0,06	0,02	5,60	8,1	0,48	6,1	8,6	6	92	0,40	0,10	10,3	4,00	3	2,4
----- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico - Perfil 14 -----																					
A	0 - 3	4,0	3,6	-0,4	2,70	2,12	0,08	0,03	1,20	10,2	4,93	6,1	15,2	33	20	2,00	0,20	4,0	10,00	20	2,4
AB	3 - 10	3,9	3,5	-0,4	0,56	1,04	0,03	0,03	2,60	8,1	1,66	4,3	9,7	17	61	1,10	0,10	4,0	11,00	11	3,1
BA	10 - 60	4,2	3,7	-0,5	0,04	0,29	0,03	0,03	3,00	5,4	0,39	3,4	5,8	7	88	0,60	0,10	6,8	6,00	3	2,0
Bt1	60 - 140	4,5	3,9	-0,6	0,05	0,12	0,21	0,03	3,00	5,4	0,41	3,4	5,9	7	88	0,40	0,00	5,4		2	2,2
Bt2	140 - 190	5,2	4,0	-1,2	0,03	0,03	0,13	0,03	2,2	4,0	0,22	2,4	4,2	5	91	0,10	0,00	6,8		1	2,1
----- Plintossolo Háptico alítico típico - Perfil 15 -----																					
A	0 - 10	4,0	3,7	-0,3	1,30	0,50	0,16	0,04	2,30	6	2,00	4,30	8,10	25	53	0,97	0,16	4,5	6,06	3	2,6
AB	10 - 25	4,5	3,8	-0,8	1,00	0,20	0,07	0,03	3,60	6	1,30	4,90	7,10	18	73	0,53	0,12	4,9	4,42	1	2,4
BA	25 - 49	4,7	3,7	-1,0	0,80	0,40	0,08	0,03	6,10	9	1,31	7,41	10,30	13	82	0,49	0,11	5,6	4,45	1	2,5
Bf1	49 - 78	4,8	3,7	-1,1	0,50	0,50	0,09	0,03	7,50	10	1,12	8,62	11,30	10	87	0,40	0,10	6,7	4,00	1	2,3
Bf2	78 - 120	4,9	3,7	-1,2	0,50	0,50	0,10	0,03	8,70	12	1,13	9,83	12,80	9	89	0,29	0,08	9,9	3,63	1	2,4
Bf3	120 - 190	4,9	3,7	-1,2	0,40	0,60	0,16	0,06	10,80	13	1,22	12,02	14,70	8	90	0,24	0,08	9,8	3,00	1	2,4
----- Plintossolo Háptico distrófico típico - Perfil 16 -----																					
A	0 - 10	5,8	4,6	-1,2	2,60	0,30	0,14	0,04	0,10	3	3,08	3,18	5,90	52	3	1,28	0,13	1,4	9,85	3	3,9
AB	10 - 26	5,7	4,6	-1,1	1,50	0,20	0,05	0,03	0,10	1	1,78	1,88	3,00	59	5	0,45	0,08	1,3	5,63	1	2,3
BA	26 - 50	5,3	4,1	-1,2	1,30	0,40	0,04	0,02	0,40	2	1,76	2,16	3,60	49	19	0,32	0,06	2,8	5,33	1	2,1
Bf1	50 - 80	4,9	3,8	-1,1	0,40	0,40	0,04	0,04	1,50	3	0,88	2,38	3,90	23	63	0,28	0,06	1,9	4,67	1	2,1
Bf2	80 - 180	4,8	3,8	-1,0	0,40	0,10	0,04	0,03	3,70	6	0,57	4,27	6,80	8	87	0,35	0,07	6,1	5,00	1	2,1

Continua...

Quadro 7. Continuação...

Prof. cm	pH		ΔpH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	t	T	V	m	C
	H ₂ O	KCl		cmolc dm ⁻³									%		dag kg ⁻¹
Latossolo Vermelho (Pastagem)															
0-5	5,5	4,4	-1,1	1,02	0,19	0,32	0,30	0,4	4,6	1,53	2,1	6,3	27	19	1,50
15-20	5,4	4,4	-1,0	0,79	0,00	0,03	0,00	1,3	4,3	0,82	2,1	5,1	16	60	0,60
35-40	5,1	3,9	-1,3	0,37	0,01	0,05	0,01	2,0	4,8	0,43	2,5	5,2	8	82	0,52
Latossolo Vermelho (Pastagem)															
0-5	5,6	4,5	-1,1	1,63	1,19	0,44	0,00	0,0	3,8	3,26	3,3	7,1	46	0	1,13
15-20	5,7	4,4	-1,3	1,25	1,00	0,41	0,00	0,0	4,3	2,66	2,7	7,0	38	0	0,9
35-40	4,7	3,8	-0,9	0,12	0,02	0,13	0,00	2,1	6,4	0,27	2,4	6,7	4	89	0,75
Latossolo Vermelho-Amarelo (Pastagem)															
0-5	4,6	3,9	-0,7	1,52	0,48	0,18	0,00	0,4	4,8	2,18	2,6	7,0	31	15	1,95
15-20	4,7	3,8	-0,9	0,42	0,17	0,10	0,00	0,7	4,6	0,69	1,4	5,3	13	49	0,75
35-40	4,8	3,8	-1,0	0,32	0,48	0,05	0,00	1,7	5,4	0,85	2,6	6,3	14	67	0,82
Argissolo Vermelho (Pastagem)															
0-5	4,9	3,8	-1,0	0,35	0,07	0,03	0,00	1,0	4,6	0,45	1,4	5,1	9	68	0,90
15-20	4,7	3,8	-0,9	0,25	0,00	0,02	0,00	1,5	4,6	0,27	1,8	4,9	6	85	0,60
35-40	4,8	3,8	-1,0	0,19	0,00	0,02	0,00	1,8	4,5	0,21	2,0	4,7	5	90	0,45
Argissolo Vermelho (Pastagem)															
0-5	5,2	3,9	-1,3	0,53	0,04	0,13	0,00	0,7	4,8	0,70	1,4	5,5	13	49	1,50
15-20	5,2	3,8	-1,3	0,55	0,00	0,03	0,00	1,1	4,0	0,58	1,6	4,6	13	65	0,67
35-40	5,1	3,9	-1,3	0,25	0,01	0,02	0,00	1,6	4,3	0,28	1,9	4,6	6	85	0,45
Argissolo Vermelho-Amarelo (Pastagem)															
0-5	4,4	3,8	-0,6	0,86	0,40	0,06	0,00	0,8	4,5	1,32	2,1	5,8	23	37	1,13
15-20	4,6	3,8	-0,8	0,21	0,12	0,04	0,00	1,5	4,6	0,37	1,9	5,0	7	81	0,75
35-40	4,8	3,8	-0,9	0,28	0,15	0,06	0,00	1,5	8,4	0,49	2,0	8,9	6	76	0,67

Com exceção do perfil 10 e 15 nas primeiras profundidades, verificou-se nos demais solos estudados o predomínio de condições ácidas (pH entre 3,6 e 5,4) e pouca variação em profundidade, o que está coerente com os altos teores de alumínio trocáveis a baixa disponibilidade de nutrientes no perfil do solo. Os resultados estão de acordo com trabalhos de Demattê (1993), Amaral & Souza (1997), Araújo et al. (2004), Bardales (2009). No solo, de acordo com Alvarez et al. (1994), o pH é um importante fator na produção agrícola, influenciando na disponibilidade de nutrientes as raízes das plantas, propiciando condições favoráveis ou de toxidez, e concorre para favorecer o desenvolvimento de microorganismos que operam transformações úteis para melhorar as condições do solo, bem como para dar meio propício a microorganismos causadores de doenças de plantas.

Os teores de alumínio trocáveis variaram de 0,1 a 10,80 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, nas primeiras profundidades dos perfis 8 e 10 não foi constatado Al^{3+} , o que pode estar relacionado aos maiores valores da soma de bases. Houve uma tendência geral para teores mais baixos e com maior variação nos primeiros centímetros, o que pode estar relacionado com o efeito da reciclagem de nutrientes, ou seja, maior acúmulo de bases na superfície e, conseqüentemente, menor Al^{3+} (Araújo et al., 2000). A fitotoxidez por Al^{3+} é uma das principais limitações químicas ao uso agrícola em ecossistemas tropicais (Sanchez & Cochrane, 1980), em razão de sua capacidade de gerar acidez no solo, devido às reações de hidrólise do Al^{3+} hidratado em solução (Marschner, 1995). A elevada acidez dos solos estudados pode gerar toxidez, ocorrência comum em solos com pH abaixo de 5, faixa em que a solubilidade de alumínio aumenta e mais da metade do complexo de troca pode ser ocupado por ele (Foy, 1974). Alguns solos da Amazônia ocidental apresentam altos teores de Al^{3+} , mas não apresentam sintomas de fitotoxidez por apresentarem altas concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} , o que de certa forma deve reduzir a atividade de Al^{3+} , em condições de baixa permeabilidade, impedindo a lixiviação de parte das bases alcalinas (Gama & Kiehl, 1999, Wadt, 2005).

Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} são predominantemente baixos, em média inferiores a 1,78 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e 0,68 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ respectivamente, com exceção nos primeiros centímetros de alguns perfis onde apresentam maiores teores. Resultados que estão em concordância com Araújo et al. (2004) em estudo realizado no solo em diferentes usos. Os baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} estão,

geralmente, associados ao elevado grau de evolução desses solos, que foram sendo lixiviados com o processo de pedogênese (Wadt, 2005). Bardales (2009) verificou baixos teores desses elementos em solos mais evoluídos e em solos menos intemperizados cita teores acima de $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Os teores de potássio variaram entre 0,1 a $0,68 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, o que caracteriza valores baixos, resultado comum para os solos mais intemperizados do Estado do Acre, segundo Wadt, 2005.

Em conformidade aos teores de cálcio e magnésio, os teores de potássio tendem a diminuir em profundidade e os solos são distróficos. Entretanto, comparativamente os Argissolos e Plintossolos apresentam melhor fertilidade em relação aos Latossolos, característica atribuída a esses solos devido à drenagem menos eficiente e menor lixiviação. Assim os teores encontrados condicionam os solos a baixos valores de soma de bases (SB), com valores entre 0,87 a $2,63 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Os maiores valores de SB identificados nos primeiros centímetros de solo em alguns perfis, é associado à alteração antrópica. No conjunto, os solos analisados refletem suas características acentuadas de intemperismo pelos baixos teores de soma de base (SB), baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e baixos valores de saturação de bases (V), aspectos estes que permitem interpretar as potencialidades e deficiências dos solos, que se associados às características morfológicas e físicas, auxiliam na tomada de decisão mais adequada.

O teor de carbono orgânico variou de 0,1 a 4 dag kg^{-1} , valores estes que se enquadram nas faixas de baixo ($< 0,8 \text{ dag kg}^{-1}$), médio ($0,8 - 1,4 \text{ dag kg}^{-1}$) e alto ($> 1,4 \text{ dag kg}^{-1}$). Os maiores teores, a exemplo dos nutrientes e soma de bases, concentram-se nos primeiros 10 cm de solo, com decréscimo gradual ao longo do perfil do solo, fato também observado por Silva (1999), Amaral (2003), Araújo (2000) e Araújo et al. (2004). Os baixos valores do carbono orgânico, provavelmente estejam relacionados com as elevadas taxas de mineralização da matéria orgânica, em decorrência das condições edafoclimáticas da região, ou seja, elevada temperatura, umidade e pluviosidade (Acre, 2000).

Os teores de fósforo encontrados foram baixos ($< 10 \text{ mg dm}^{-3}$) (Wadt & Cravo, 2005) em todos os perfis descritos, com exceção de alguns perfis onde foram detectados valores maiores nos primeiros centímetros do solo. Amaral

(2000) e Araújo (2008) encontraram teores semelhantes em trabalho desenvolvidos no Acre, corroborando com os teores encontrados.

Os resultados indicam que a utilização dos Latossolos e Argissolos para o cultivo da cana-de-açúcar na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro depende de ações corretivas do pH do solo e da fertilidade. Parte dessas deficiências e os custos para a correção podem ser resolvidos utilizando a fertirrigação com a vinhaça e a manutenção no solo dos restos vegetais da cana após o corte. Trivelin et al. (1996) e Ceddia et al. (1996) citam que a camada de material vegetal durante o processo de mineralização é fonte de nutrientes para macro e a microflora do solo e para a própria cultura da cana-de-açúcar. Por sua vez, a utilização da vinhaça na fertirrigação promove a adição de nutrientes ao solo, elevação da umidade e do pH e melhora a resistência do solo à erosão, resultando no acréscimo da produtividade agrícola (Cunha et al., 1981; Glória & Orlando Filho, 1983; Silva & Ribeiro, 1998).

3.4. Mineralogia

Na fração silte a difratometria de raios-X evidencia semelhanças de horizontes selecionados e indica a presença dominante de quartzo (Figura 1) e o mesmo comportamento é observado na fração areia. Resultados que estão de acordo com Volkoff et al. (1989); Gama et al. (1992). Bardales, (2009) em estudo desenvolvido em solos na bacia do Igarapé Xiburema, afluente do Rio Iaco, também evidencia a presença de quartzo.

O resultado da fração argila indica o predomínio de caulinita, quartzo e ocorrência de micas (Figura 2), o que está de acordo com Araújo (2000) e Bardales (2009). Resende et al. (2005) citam que solos originados de rochas pelíticas tendem a apresentar material micáceo, herdado da rocha. A presença do material micáceo representa uma fonte de reserva de K, embora sua presença não se reflita no K disponível avaliado, onde apresentou teores $\geq 0,23 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (classe baixa à média).

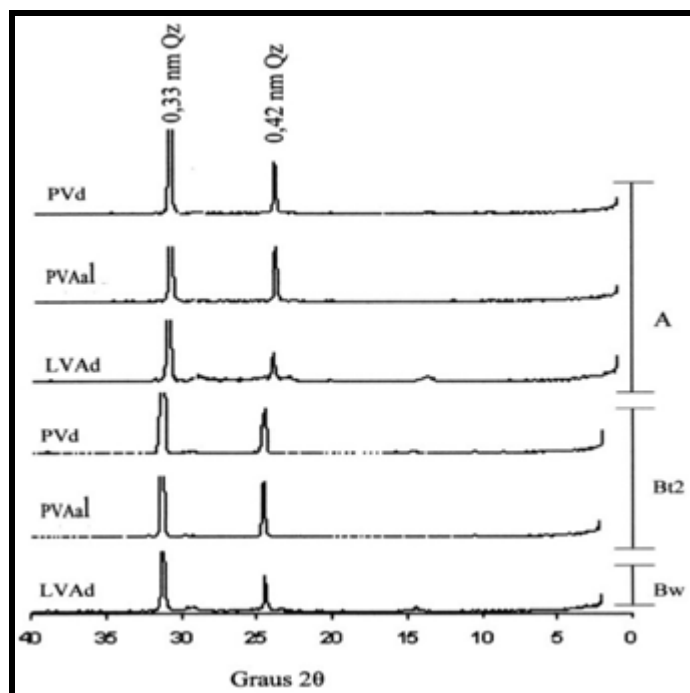


Figura 1. Difratogramas de raios-X da fração silte dos horizontes A e B (Bt e Bw) das principais classes de solos no empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre (Qz = quartzo).

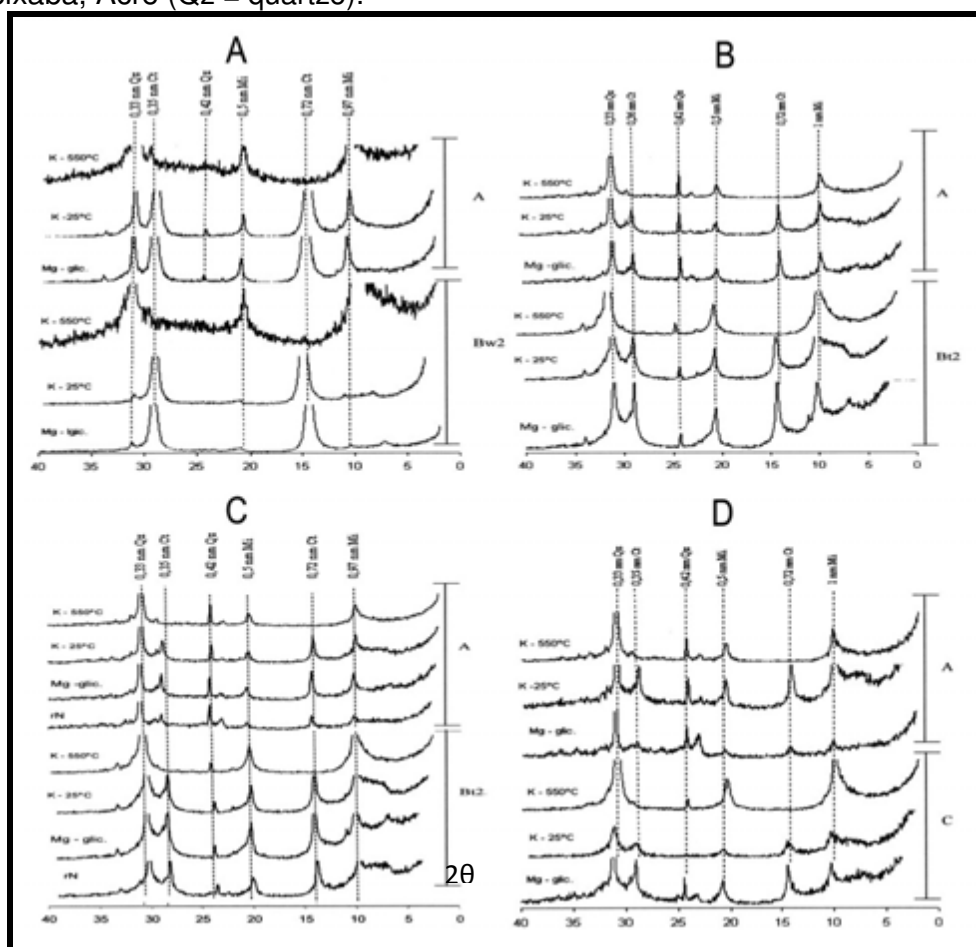


Figura 2. Difratogramas de raios-X da fração argila dos horizontes A e B do Latossolo Vermelho-Amarelo (A), Argissolo Vermelho (B), Argissolo Vermelho-Amarelo (C) e Plintossolo (D) em amostras de argila desferrificadas. (Qz = quartzo; Ct = caulinita; MI = mica).

Nos solos não foi evidenciado a ocorrência de gibbsita. A mineralogia caulínica dos solos está de acordo com o predomínio dos valores médios de Ki encontrados, entre 1,88 e 2,46, não diferenciando dos solos comuns da Amazônia (Möller, 1986; Silva, 1989; Melo et al., 2006). Cooper et al. (2005) citam uma média de valores de ki no horizonte B de $2,16 \pm 1,17$ no Brasil, enquanto os dados médios de Ki para o Estado do Acre são $2,57 \pm 1,17$, em geral, os solos são menos intemperizados que os solos do restante do Brasil. Amaral (2007), faz uma análise em macroescala da paisagem e mostra a ocorrência de solos mais intemperizados no extremo leste do estado (Figura 3). No entanto, numa escala local, ocorrem variações de intemperização relacionando os solos à paisagem.

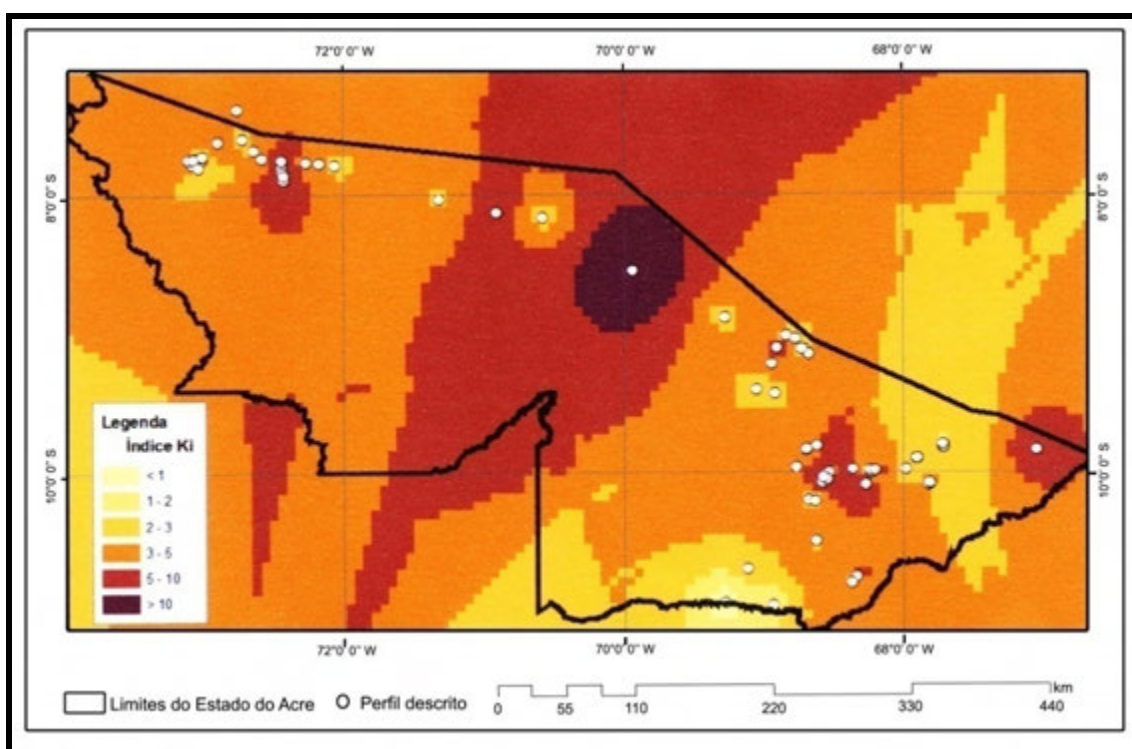


Figura 3. Predição dos índices de Ki no horizonte B de solos do Estado do Acre. Fonte: Amaral, 2007.

Para as áreas mais elevadas da paisagem Lima (2001) cita a ocorrência de solos profundos e muito intemperizados. No extremo leste do Estado do Acre, que abrange a área do empreendimento sucroalcooleiro, as condições de formação da caulinita são predominantes (Amaral, 2007), onde a acidez e altas taxas de precipitação pluviométrica condicionam a formação de minerais de argila do tipo 1:1 (Besoain, 1985).

O manejo inadequado do solo causa compactação excessiva, principalmente em solos mais argilosos em que a mineralogia é predominantemente caulinítica, por serem esses solos formados de partículas pequenas que podem ser encaixadas nos espaços formados pelas partículas maiores (Beutler et al., 2005). O intenso preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar e a utilização constante de cultivadores em condições não ideais de umidade altera suas propriedades físicas, refletindo em alterações na estrutura do solo, principalmente na camada superficial (Cerri et al., 1991). Segundo Ferreira et al. (1999), os Latossolos cauliníticos, em razão do ajuste face a face das placas de caulinita, desenvolvem um plasma denso, que lhes confere valores mais elevados de densidade do solo, redução da macroporosidade e menor infiltração (Chagas et al., 1997; Centurion et al., 2004). Hamada et al. (2004) presumem que a presença da caulinita na fração fina do solo tenha um papel fundamental na capacidade de infiltração de água, principalmente quando se efetua a compactação com maior energia para este solo. Pedrotti et al. (2003) demonstraram haver correlação negativa da macroporosidade com o aumento da caulinita na fração argila dos solos e correlação positiva com o aumento da gibbsita. Silva et al. (2006), estudando a condutividade hidráulica (K^0) citam que a redução da condutividade no solo está relacionado à caulinita que se molda e/ou deforma mais facilmente que os óxidos, quando submetida à pressão, facilitando a formação de selamento do solo e conseqüente redução da K^0 .

A escolha de determinados sistemas de plantio têm levado a uma compactação superficial do solo e a decréscimos significativos da produtividade (Silva et al., 2000). O sistema de manejo que será adotado no cultivo da cana-de-açúcar na região de Capixaba visa a manutenção da matéria orgânica no sistema através da colheita da cana crua. Canellas et al. (2003) verificaram, na camada superficial do solo (0-20 cm) que o teor de carbono variou de 13,13 g kg^{-1} , na cana queimada a 22,34 g kg^{-1} , na cana crua, indicando a melhoria nos atributos químicos do solo com a colheita da cana crua, o que foi indicado também por Mendonza et al. (2000), os teores de C nos solos analisados na área do empreendimento indicam valor médio de 14 g kg^{-1} , valores semelhantes são citados por (Araújo et al., 2004; Novaes Filho et al., 2007; Araújo 2008). A colheita da cana queimada promove, ainda, a degradação de outras propriedades do solo, evidenciada pela redução do diâmetro médio

ponderado dos agregados estáveis e pelo aumento da densidade do solo na profundidade de 0 – 5 cm, com conseqüente diminuição da velocidade de infiltração instantânea da água no solo (Ceddia et al., 1999). Entretanto, os benefícios da colheita da cana crua devem ser melhor avaliados na área do empreendimento sucroalcooleiro (região de Capixaba), devido a peculiaridade das altas temperaturas e precipitações promover a rápida decomposição da matéria orgânica, refletindo em menor estruturação e porosidade do solo e, conseqüentemente, em maior compactação. O intenso preparo do solo para o plantio da cana-de-açúcar e a utilização constante de cultivadores em condições não ideais de umidade alteram suas propriedades físicas, refletindo em alterações na estrutura do solo, principalmente na camada superficial (Cerri et al., 1991).

O manejo do solo adotado para o cultivo da cana-de-açúcar na região do empreendimento sucroalcooleiro será de suma importância na manutenção da qualidade dos solos e no equilíbrio do ciclo hidrológico. O caráter caulinitico dos solos acrianos, a depender do manejo que será adotado para o cultivo da cana-de-açúcar, pode ocasionar a alteração de alguns atributos do solo como densidade e porosidade. Essas alterações podem refletir em menores taxas de infiltração e percolação da água, ocasionando maior escoamento superficial e redução do abastecimento do lençol freático, o que irá influenciar nas variações do nível e disponibilidade de água superficial dos igarapés e rios da região do empreendimento.

3.5. Solos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro – região de Capixaba

O conhecimento dos solos e sua distribuição na paisagem é mecanismo de essencial importância para a definição de um uso adequado e sustentável. Os fatores citados também são responsáveis pela definição do grau tecnológico dos cultivos a serem conduzidos. Além disso, a distribuição geográfica dos solos por meio do seu mapeamento permite que ações de cultivo, manejo e conservação dos solos sejam realizadas de maneira individualizada, levando-se em conta características peculiares a cada unidade de mapeamento.

As unidades de mapeamento individualizam características peculiares a cada solo existente na área de estudo. Essas individualizações incluem mudanças na morfologia ou situações particulares dos solos, não necessariamente decorrentes do seu processo pedogenético, tais como: profundidade, condições de drenagem, presença de pedregosidade ou rochosidade, erosão, assoreamento, tipo de vegetação natural, relevo, etc. (IBGE, 2005).

As condições climáticas e de relevo encontradas na área de estudo favorecem a ocorrência dos processos específicos de latossolização, podzolização e hidromorfismo. O halomorfismo não é favorecido, pois condições climáticas de déficit hídrico não são registradas na área. A podzolização de ocorrência da área é relativa a solos argilosos uma vez que o material de origem referente é de origem sedimentar, formado principalmente por materiais finos (pelíticos).

No município de Capixaba e da área de abrangência das atividades sucroalcooleira, as principais classes de solos são indicadas Figura 4 (Anexo 1) e resumidas no Quadro 8. Nota-se que grande parte da área é dominada por Latossolos e Argissolos, 242.535,77 ha (cerca de 93% de toda a área). Estes são solos bastante intemperizados e na sua maioria apresenta boas condições para a mecanização agrícola. Normalmente ocorrem nos topos na condição de relevo mais suave, constatação feita também por Oliveira et al. (1999) e Amaral et al. (2003). As outras classes são pouco expressivas como os Plintossolos (12.636 ha - 4,9%), Gleissolos (1.558,82 ha - 0,60%) e Neossolos Flúvicos (3.023,90 ha - 1,16%). Pelos resultados da caracterização química pode-se considerar que todos os solos mapeados são distróficos e para o uso agrícola necessitam de aplicação de corretivos e fertilizantes.

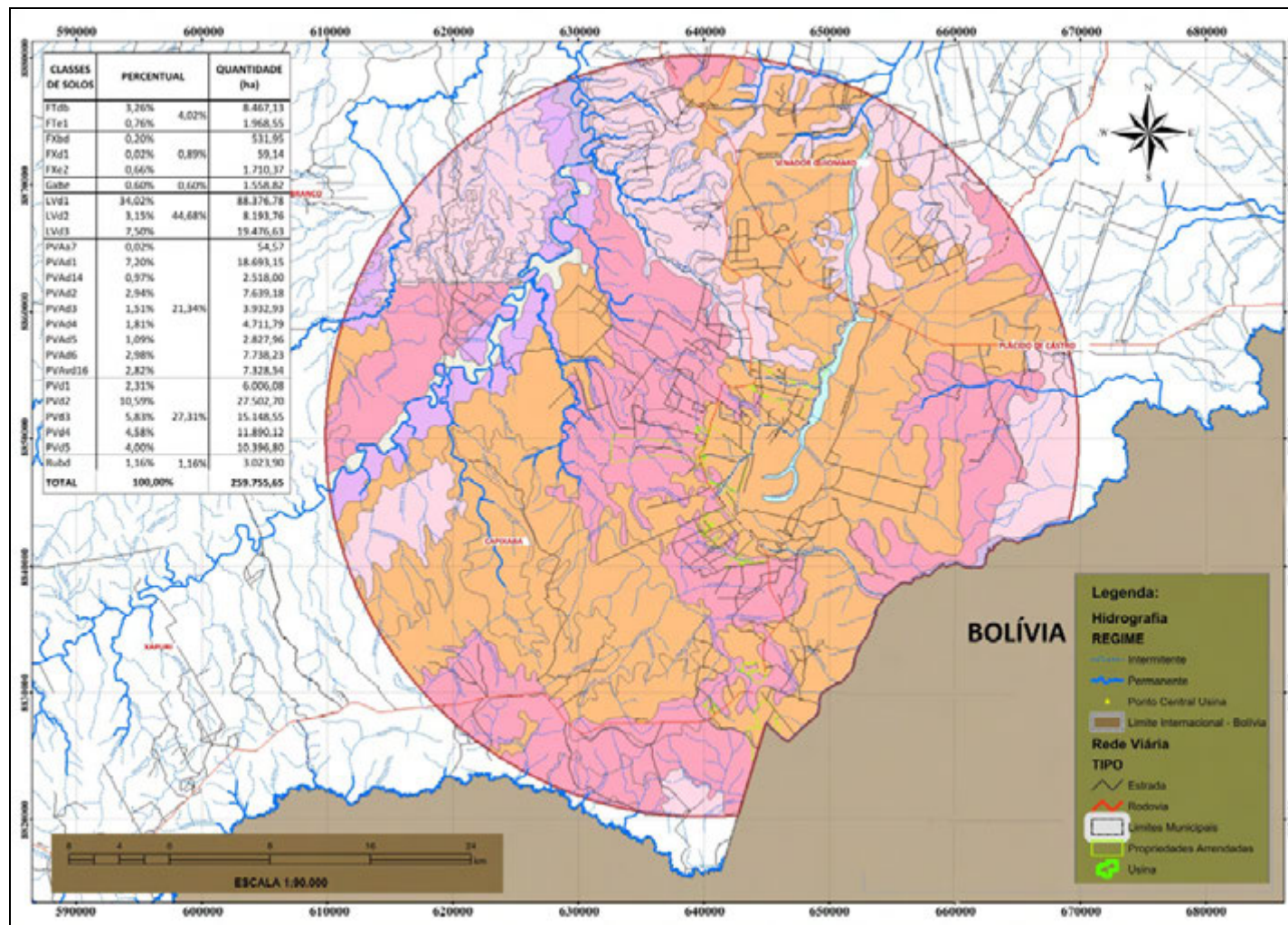


Figura 4. Distribuição da ocorrência dos principais solos na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba - Acre (Anexo 1 - Figura em formato A3). Fonte: ZEEA 2005.

Quadro 8. Unidades de mapeamento, classificação dos solos ao nível de grandes grupos, ocorrência e área ocupada pelo empreendimento sucroalcooleiro, região de Capixaba-AC

Classificação dos solos	Unidade de mapeamento (símbolo)	Área	
		ha	----- % -----
Latossolo Vermelho Distrófico	LVd1	88.376,78	34,02
	Lvd2	8.193,76	3,15
	LVd3	19.476,63	7,50
			44,69
Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico	PVAa7	54,57	0,02
	PVAd1	18.593,15	7,20
	PVAd14	2.518,00	0,97
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	PVAd2	7.539,18	2,94
	PVAd3	3.932,93	1,51
	PVAd4	4.711,79	1,81
	PVAd5	2.827,96	1,09
	PVAd6	7.738,23	2,98
			21,32
Argissolo Vermelho-Amarelo Ta Distrófico	PVAvd16	7.738,54	2,82
	PVd1	6.006,08	2,31
	PVd2	27.402,70	10,59
Argissolo Vermelho Distrófico	PVd3	15.148,55	5,83
	PVd4	11.890,12	4,58
	PVd5	10.386,80	4,00
			27,31
Plintossolo Argilúvico Distrófico	FTdb	8.467,13	3,26
Plintossolo Argilúvico Eutrófico	FTe1	1.868,55	0,76
Plintossolo Háplico Distrófico	FXbd	531,95	0,20
	FXd1	59,14	0,02
Plintossolo Háplico Eutrófico	FXe2	1.710,13	0,66
	GXbe	1.558,82	0,60
Gleissolo Háplico Tb Eutrófico			0,60
Neossolo Flúvico Tb Distrófico	Rubd	3.023,90	1,16
			1,16
TOTAL		259.755,65	100

A principal classe identificada a campo foi a dos Latossolos Vermelhos com 116.047,17 ha (Figura 5) embora haja também os Vermelho-Amarelos em áreas pouco expressivas. Todos são distróficos, com acidez elevada e apresentam baixos teores de óxido de ferro o que pode trazer se não houver cuidados com a mecanização problemas com compactação devido a menor estruturação do solo (Bronick & Lal, 2005; Ferreira et al., 2007). Os baixos teores de Fe_2O_3 estão de acordo com o material de origem (Formação Solimões), que se apresenta pobre em ferro (Araújo et al., 2004; Lima et al., 2006). Estes, normalmente ocupam o

topo da paisagem e na sua maioria ocorrem em relevo plano e suave ondulado (Oliveira et al., 1999; Amaral et al., 2003). São solos com maior potencial para infiltração de água e devem ser utilizados de forma a privilegiar a infiltração de água e a recarga dos lençóis freáticos. Para tanto, nas áreas de relevo suave ondulado ou mais íngreme deve-se estabelecer uma política conservacionista com a implantação de cordões em contorno com vista a reter o escoamento superficial e aumentar a infiltração de água. Valente & Gomes (2005), na região de Viçosa-MG, em três bacias hidrográficas experimentais verificaram a eficiência dessas técnicas em áreas de pastagem com redução do escoamento superficial e aumento da vazão mínima no manancial de 80 para 130 L min⁻¹ (61%).



Figura 5. Vista aérea do ambiente de ocorrência dos Latossolos. Normalmente ocorrem nos topos da paisagem em relevo mais suave e estão sendo dissecados pelos igarapés. Na sua grande maioria são utilizados em pastagens e algumas já em estado avançado de degradação. Foto: J.L. Lani. 06/05/2008.

A ocorrência de hematita imprimindo a cor vermelha não era de se esperar, pois os baixos teores de ferro e o ambiente altamente pluvioso contribuem para a formação de solos mais amarelos (goethita). Talvez a razão esteja ligada a origem dos solos devido a presença de material calcário ou mesmo influenciada por arenito vermelho fino conforme informação de Rodrigues et al. (2001).

A classe dos Argissolos, na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro, representam cerca de 126.488 ha (aproximadamente 48,65% da área total) (Figura 6). Dentre os Argissolos predomina os Argissolos Vermelho distrófico (70.834,25 ha - 27,31%), posteriormente há a ocorrência dos Argissolos Vermelho-Amarelo distróficos (47.861,24 ha - 18,5%) e em menores áreas os Argissolos Vermelho-Amarelo Ta distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo alumínico, 7.738,54 ha (2,82%) e 54,57 ha (0,02%) respectivamente. Os Argissolos eutróficos são solos pouco intemperizados e se não encontrados em áreas íngremes apresentam um grande potencial agrícola (Amaral, 2000). Já os Argissolos distróficos são bastante lixiviados, pobres quimicamente, contudo possuem propriedades físicas favoráveis à agricultura. Os Argissolos ocorrem, em geral, entre os Plintossolos que estão próximos às linhas de drenagem, e os Latossolos que dominam os extensos interflúvios.



Figura 6. Vista geral do ambiente de ocorrência do Argissolos na área do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre.

Os Plintossolos (Figura 7) e Neossolos mapeados têm pouca representatividade em termos de área e encontram-se nas áreas de preservação permanente. Neste contexto, além dos impedimentos físicos desses solos para o cultivo mecanizado, são áreas de interesse hidrológico e protegidos por lei. Amaral

(2000) recomenda o uso dessas áreas para a implantação de sistemas agroflorestais, onde aliam conservação e rendimento econômico.



Figura 7. Ambiente típico de ocorrência dos Plintossolos. Em geral ocorrem próximo ao talvegue que possui relevo pronunciado e é caracterizado pela legislação como área de preservação permanente. Foto: J.L. Lani.

3.5.1. Susceptibilidade dos solos à erosão

Muller et al. (2001) demonstraram que, para solos da região amazônica, a exposição quando do desmatamento da floresta e implantação de pastagens (Figura 8), sofre compactação e eleva significativamente a erosão dos solos regionais. O trabalho demonstra bem a necessidade de, caso implantados monoculturas da região, ter-se cuidado com relação à sustentabilidade dos solos.

Os Plintossolos são, em relação às outras classes de solos identificadas, mais susceptíveis à erosão devido aos maiores teores de silte e argila que dificultam a infiltração e aumenta o escoamento superficial. Amaral (2003), avaliando as características físicas de solos da bacia do rio Acre, conclui que os Plintossolos apresentam predomínio da fração silte, principalmente nos horizontes superficiais, ocasionando maiores perdas de água.



Figura 8. Vista geral da paisagem com diferente uso do solo com pastagem, resquício florestal e cana-de-açúcar. A área de pastagem possui alguns locais com degradação pronunciada. O resquício florestal vem sendo substituído gradualmente por pastagem, já com a presença de animais (pontos brancos). Foto: J.L. Lani.

Os Latossolos são pouco susceptíveis à erosão devido à sua boa drenagem e declividades mais suave. Porém, a friabilidade do solo pode proporcionar uma aceleração do processo erosivo na ausência de cobertura vegetal. São solos essencialmente cauliniticos, portanto, susceptíveis à compactação e conseqüentemente à aceleração de processos erosivos superficiais. A ausência de rochas na região também favorece a erosão geológica da área em caso de exposição. Neste contexto, a mecanização do cultivo da cana deve ser realizada de maneira racional e com critérios técnicos conservacionistas para minimizar ou evitar os processos erosivos.

Os Argissolos, naturalmente, são solos mais susceptíveis à erosão laminar em relação aos Latossolos devido o horizonte B textural dificultar a percolação da água no solo, refletindo na redução da infiltração e aumento do escoamento superficial. A mecanização nas áreas argissólicas é possível nas áreas maiores cuja declividade é menor que 12%, representadas pelos Argissolos Vermelho-Amarelos e por uma pequena parte dos Argissolos Vermelhos. Esses solos

possuem um adensamento natural e o trânsito de máquinas nessas áreas intensifica a compactação do solo, processo que pode ser acelerado pelas intensas chuvas regionais e pelo relevo suave ondulado, em comparação aos Latossolos. A área ondulada a fortemente ondulada onde os Argissolos Vermelhos ocorrem não permitem a mecanização da área para o cultivo da cana-de-açúcar e aceleram os processos erosivos superficiais. É uma área muito susceptível à erosão, que, provavelmente, a retirada da vegetação nativa já proporciona grandes perdas da camada superficial dos solos.

Para o cultivo da cana-de-açúcar na região de Capixaba, os Argissolos Vermelho-Amarelos e os Latossolos são as classes mais indicadas. A grande área Latossólica desenvolvida nos extensos interflúvios e sobre a Formação Solimões estão na parte mais central e ladeada pelos Argissolos e Plintossolos, que ocorrem mais próximos à linha de drenagem. A sequência de ocorrências dos solos no sentido interflúvio - linhas de drenagem são: Latossolos – Argissolos – Argissolos plínticos – Plintossolos (Figura 9).

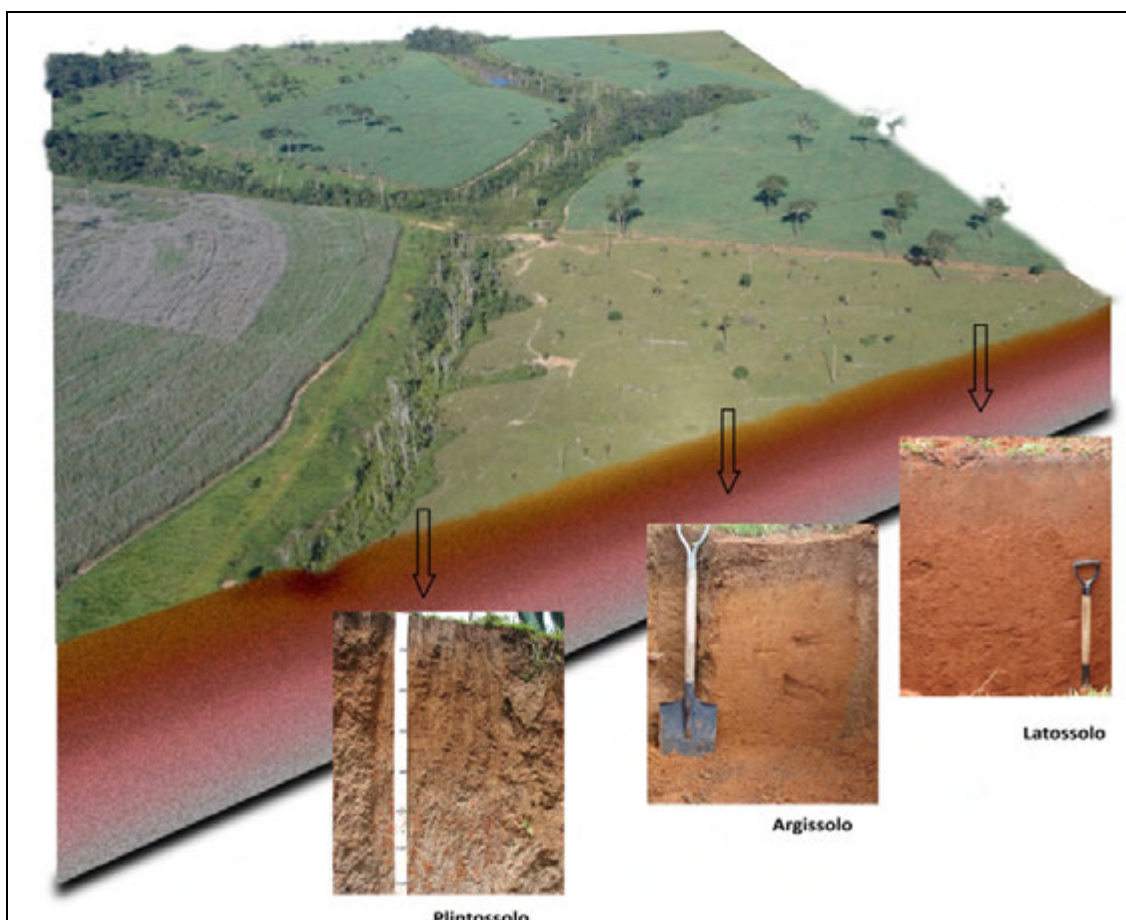


Figura 9. Ocorrência das classes de solo na área do empreendimento. No sentido do interflúvio para a linha de drenagem ocorrem os Latossolos, Argissolos e Plintossolos.

3.6. Aptidão agrícola da área de influência do empreendimento sucroalcooleiro - região de Capixaba

A quantificação das classes de aptidão agrícola (Quadro 9 e Figura 10) das terras da área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, indica que a maior parte, cerca de 222.978,90 ha (85,51%) da área avaliada é apta à utilização com lavouras com maiores ou menores restrições. Deve-se, no entanto, atentar-se para o fato de que esta aptidão é variável tanto em grau quanto em adequação ao nível tecnológico dos sistemas de manejo adotados. As classes do GRUPO 3 são menos adequadas a cultivos anuais, mas devem se prestar sem maiores problemas a cultivos mais longos como a cana-de-açúcar. O mapa de classes de aptidão indica uma relação com o mapa de solos, nota-se que as áreas aptas ao manejo mais tecnificado coincidem com as áreas de domínio dos Latossolos e Argissolos. Entretanto, em termos práticos essa correlação deve ser analisada com mais critérios e verificação em campo das características do ambiente, evitando ou minimizando impactos ambientais.

Dentre a área avaliada aproximadamente 32.659 ha são recomendados à pastagens. Essas áreas são constituídas por solos com hidromorfismo, forte limitações ao uso de implementos agrícolas e relevo com locais propícios à erosão. Os solos dessas áreas são os Plintossolos e Argissolo Vermelho-Amarelo com caráter plíntico. Dos solos classificados para o uso com pastagem apenas o Argissolo é recomendado a este uso, pois apesar do caráter plíntico os solos são mais desenvolvidos, apresentam melhores taxas de infiltração e ocorrem em áreas menos declivosas na paisagem.

Os Plintossolos pela característica intrínseca de baixa taxa de infiltração e escoamento superficial devem ser ocupados com cultivos que proporcionem cobertura permanente do solo. Em geral os Plintossolos ocupam na paisagem as áreas mais próximas dos canais de drenagem, sendo estes ambientes considerados áreas de preservação permanente (APP) de acordo com a Resolução CONAMA nº 303/02, ou seja, são áreas intocáveis. Valente & Gomes (2005) denominam os ambientes próximos aos cursos d'água como áreas de interesse hidrológico, retirando o caráter de intocabilidade e inserindo o de conservacionista, onde com um planejamento adequado é possível produzir bens e garantir água em qualidade e quantidade. Os sistemas agroflorestais têm sido sugerido como alternativa de uso para as APP's,

proporcionando proteção à fragilidade destes ambientes e fonte de renda aos produtores rurais (Peneireiro et al., 2000; Amaral, 2003; Ramos Filho et al., 2007).

Quadro 9. Distribuição e quantificação das classes de aptidão agrícola na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro

Classes de Aptidão	Área	
	----- ha -----	----- % -----
----- Aptidão: Lavouras -----		
1(a)Bc	159.827,90	61,29
2(a)BC	42.470,40	16,29
2ab	11.890,10	4,56
3(abc)	8.735,90	3,35
1(ab)C	54,6	0,02
Sub Total	222.978,90	85,51
----- Aptidão: Pastagens -----		
4p	19.905,10	7,63
4P	19.905,10	4,89
Sub Total	32.659,70	12,52
----- Áreas inaptas - Preservação Ambiental -----		
Classe 6	5.114,70	1,96
Total	260.753,30	100,00

Analisando as alterações mais recentes na legislação florestal brasileira, nota-se a tentativa de diminuir os conflitos entre as normas legais e a viabilidade socioeconômica da pequena agricultura familiar. Em nível federal, a Medida Provisória (MP) nº 2166-67, editada em 24 de agosto de 2001 e ainda em vigor, alterou os artigos 1º, 4º, 14º, 16º e 44º do Código Florestal Brasileiro, destacando-se algumas novidades, como:

a) a definição do conceito de pequena propriedade rural ou posse rural familiar é uma definição qualitativa de área de preservação permanente e de reserva legal, realçando as suas funções ambientais e ecológicas;

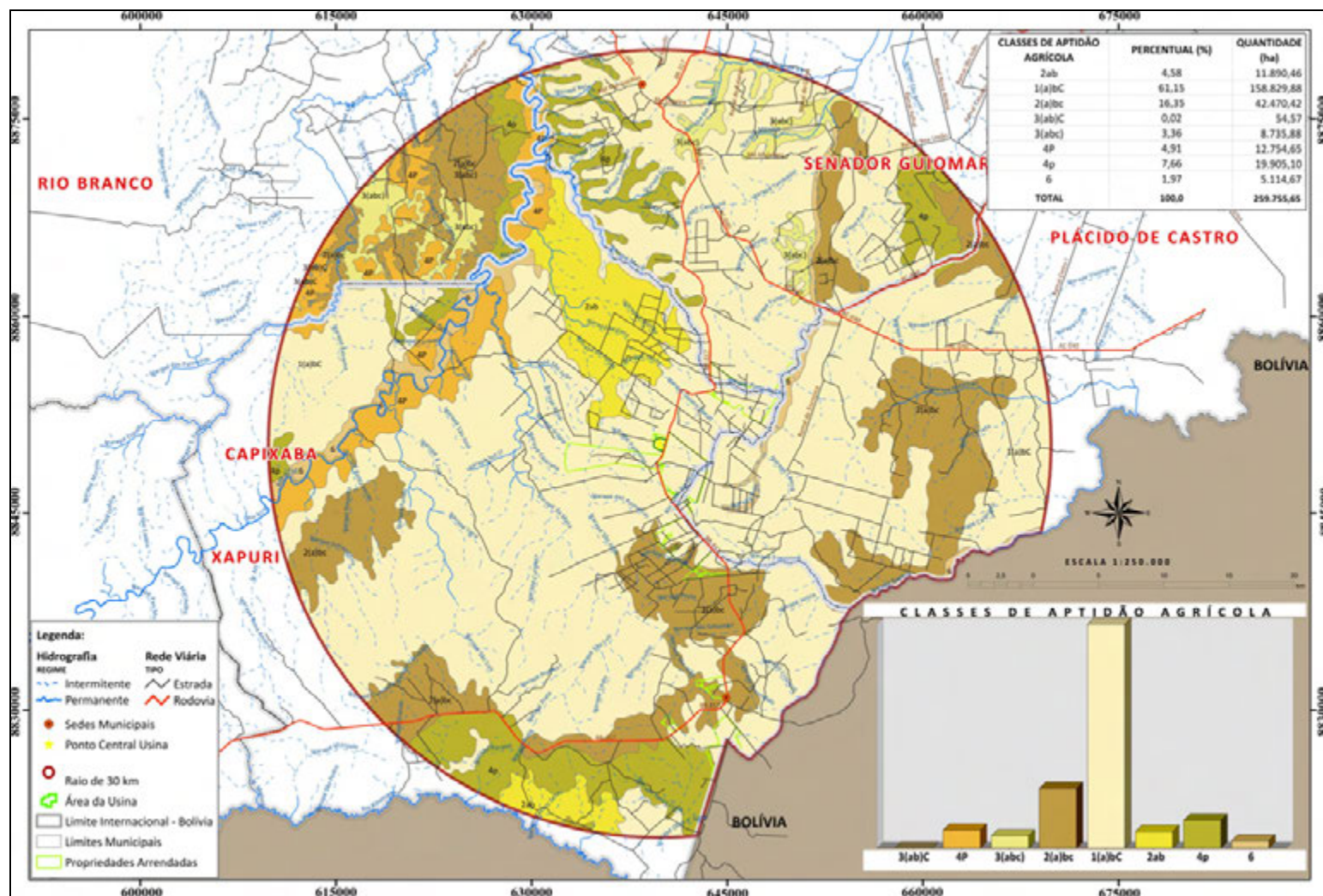


Figura 10. Aptidão agrícola da área de influência do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre (Anexo 2 - Figura em formato A3).

b) qualifica, como atividade de interesse social, as “atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área”. Esta definição é fundamental, pois a condição de “interesse social” permite a intervenção em APP, mediante prévia autorização do órgão ambiental competente.

As áreas caracterizadas como inapta (Classe 6) ocupam cerca de 5.114 ha (2%) da área avaliada e a exemplo dos Plintossolos são destinada às APP.

Os trabalhos relacionados à mecanização nos solos do Acre são bastante escassos, bem como seus diferentes efeitos nas mais diversas classes de solos e o sistema radicular das plantas cultivadas (Pacheco et al., 2001). Como as condições edafoclimáticas do Acre são caracterizadas por altas temperaturas, solos argilosos com camadas compactadas e elevada precipitação pluviométricas que favorecem processos erosivos do solo, deve-se ter o cuidado com esta técnica de manejo, principalmente em solos com gradiente textural (Argissolos) sob relevo suave ondulado ou ondulado.

No Acre, só recentemente, a mecanização agrícola tem sido empregada mais freqüentemente, principalmente nas regionais do Alto e Baixo Acre por causa de fatores como: pressão de uso da terra, necessidade de melhorar a produtividade das culturas, e de preservação da reserva legal da floresta nativa em muitas propriedades. Além disso, o incremento dos projetos de assentamentos implantados no Estado deve nortear-se no processo dualista de preservação-produção, através da reincorporação ao processo produtivo de áreas de capoeiras e pastagens abandonadas em diversos estágios de degradação (Pacheco et al., 2001).

Com a nova frente de cultivo, a cana-de-açúcar, é evidente o aumento nas atividades de mecanização agrícola, refletindo no uso mais intensivo do solo pelo evento da substituição de áreas de pastagem por cana. Entretanto, para evitar impactos negativos no processo de mecanização agrícola, medidas conservacionistas devem ser implantadas preventivamente (Valente & Gomes, 2005). Embora o solo devido suas peculiaridades (estrutura, drenagem, profundidade, etc.) possua maior resiliência quando comparados com solos menos desenvolvidos de outras localidades do Estado (Oliveira et al., 2008; Araújo, 2008), cada técnica deve ser elaborada através de estudos específicos para as diversas classes de solos e sua aptidão.

3.7. Uso do solo na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro – região de Capixaba

A economia da região amazônica é fortemente baseada no setor rural, especialmente na extração de madeira, pecuária extensiva e agricultura (Schneider et al., 2000.). Segundo Uhl et al. (1997), a atividade florestal geralmente ocorre de forma complementar à agricultura. Daí a fronteira de exploração madeireira ter acompanhado a expansão da fronteira agrícola. O padrão dominante é a exploração madeireira predatória caracterizada por danos excessivos à floresta, pressão sobre espécies de alto valor econômico e aumento da suscetibilidade ao fogo nas áreas exploradas.

Para Amaral et al. (1998), essa dinâmica favorece a ocupação desordenada da região, geralmente conduzindo à colonização “espontânea” por pequenos agricultores e, em alguns casos, à invasão de unidades de conservação e de terras indígenas. Esses autores preconizam que a adoção do manejo florestal possibilita a manutenção da estrutura e composição de espécies da floresta, ao mesmo tempo em que gera benefícios sociais e econômicos. Margulis, 2003, considera que na Amazônia brasileira, a combinação da alta rentabilidade privada da pecuária com existência de estradas, é que leva aos desmatamentos. Enquanto as condições geoecológicas forem favoráveis, haverá sempre pressão pela abertura de estradas compelindo os próprios pecuaristas a construir a rede de estradas.

Os dados do IBGE - Censo Agropecuário (Quadro 10), de 1996 a 2006, indicam um acréscimo de 57% na área utilizada para a exploração econômica, passando de 690.153 ha para 1.210.163 ha. Considerando a utilização das terras no Estado a área de pastagem ocupa no cenário atual 1.032.431 ha, um acréscimo de 68% em relação ao ano de 1996. As áreas de lavoura com 177.732 ha representam um acréscimo de 57% em relação a 1996, porém inferior quando comparado às pastagens. As informações indicam uma modificação do uso do solo com forte tendência para a pecuária, informações corroboradas pela tendência de crescimento do rebanho bovino, que foi da ordem de 111% no período de 1996 a 2006.

Quadro 10. Distribuição de terras no estado do Acre, 1996 – 2006

		Lavoura		Pastagem		Total	
		1996	2006	1996	2006	1996	2006
Nº Estabelecimento	(ud)	21.633	30.150	16.094	20.631	37.727	50.781
Área	(ha)	75.939	177.732	614.214	1.032.431	690.153	1.210.163

Fonte: IBGE, Censo agropecuário 1995-96/2006.

Os estabelecimentos agropecuários dos municípios envolvidos, direta e indiretamente, pelo empreendimento Álcool Verde, ocorrem em números muito próximos em quatro municípios (Quadro 11), apenas Rio Branco se destaca com 10.315 estabelecimentos distribuídos em 407.338 ha de área agrícola. O município de Xapuri também é referência entre os municípios com 399.529 ha, porém com 1.277 estabelecimentos. O tamanho das propriedades para a região de implantação da cana-de-açúcar retrata a diversificação quanto ao seu tamanho. Caracterizadas por propriedades que possuem áreas entre menos de 10 ha e mais de 2.000 ha (IBGE Censo Agropecuário 2006). No entanto 76% (9.003) dos estabelecimentos se concentram em áreas entre 10 a 100 ha, caracterizados como pequenas propriedades rurais. A redução das áreas das propriedades rurais é uma tendência inevitável devido à divisão pelos herdeiros, o que leva a intensificação (Zangaro, 2001).

Quadro 11. Caracterização dos estabelecimentos por município na área do empreendimento sucroalcooleiro

Municípios	Estabelecimentos agropecuários	Área	
	----- ud -----	----- ha -----	----- % -----
Capixaba	1.088	145.439	11,7
Plácido de Castro	1.352	129.437	10,4
Rio Branco	10.315	407.338	32,7
Senador Guimard	1.202	164.803	13,2
Xapuri	1.277	399.529	32,1
Total	15.234	1.246.546	100,0

Fonte: IBGE, Censo agropecuário 2006.

4. CONCLUSÕES

– Em análise geral a introdução do cultivo da cana-de-açúcar em substituição à pastagem degradada na região de Capixaba confere melhores condições de infiltração e percolação de água, favorecendo o abastecimento do lençol freático e disponibilidade superficial de água. Entretanto, a implantação do empreendimento e a ocorrência de possíveis impactos ambientais positivos ou negativos estão associados às características das principais classes de solos e ao manejo adotado.

– Os Latossolos e Argissolos são as classes predominantes na área de influência do empreendimento e a classe de aptidão agrícola desses solos indica que a maior parte, aproximadamente 85% da área avaliada é apta à utilização para o cultivo da cana-de-açúcar. O uso atual do solo na área é predominantemente de pastagens degradadas, 76% da área do empreendimento e distribuído em propriedades rurais variando de 10 a 100 ha.

– Os resultados das análises físicas do solo indicaram: condições semelhantes de densidade do solo para a cana-de-açúcar e pastagem; que a porosidade e a condutividade hidráulica do solo em condição mudança do uso, pastagem para cana-de-açúcar, podem contribuir em maior potencial de infiltração e percolação de água no solo, desde que sejam realizadas práticas conservacionistas, colheita sem queima da cana e a manutenção de restos vegetais da cana no solo; a retenção de água no solo é maior em ambiente sob floresta, reduzindo sucessivamente nos solos sob cana-de-açúcar e pastagem; as análises químicas dos solos indicam que a utilização dos Latossolos e Argissolos para o cultivo da cana-de-açúcar depende de ações corretivas do pH do solo e da fertilidade.

– A característica caulínítica dos solos identificado pela mineralogia indica a necessidade de planejamento quanto ao preparo do solo evitando o arranjo e adensamento das partículas.

– O resultado das análises químicas dos solos indica que a utilização dos Latossolos e Argissolos para o cultivo da cana-de-açúcar depende de ações corretivas do pH do solo e da fertilidade.

– O uso da vinhaça como fertilizante nas áreas de domínio dos Argissolos mais próximos ao talvegue deve ser evitado devido à possibilidade de contaminação do lençol freático.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRE. Governo do Estado. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre: Recursos naturais e meio ambiente. Rio Branco, v.1, 2000. 116p.
- ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FLORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. Rev. Bras. Ci. Solo, 19:115-119, 1995.
- ALVAREZ, V.H.; MELLO, J.W.V.; DIAS, L.E. Acidez e calagem do solo. Brasília: ABEAS/UFV, 1994. 68 p (Curso de Fertilidade e Manejo do Solo - Modulo IV).
- AMARAL, E.F. & SOUZA, A.N. Avaliação da fertilidade do solo no sudeste acreano: o caso do PED/MMA no município de Senador Guiomard. Rio Branco, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 32p.
- AMARAL, E.F. Ambientes, com ênfase nos solos e indicadores ao uso agroflorestal das bacias dos rios Iaco e Acre, Brasil. Viçosa, MG:UFV, 2003. 129p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.
- AMARAL, E.F. Caracterização pedológica das regionais do Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 15p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 29).
- AMARAL, E.F. Recomendações para implantação de sistemas agroflorestais em Plintossolos no Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000 (Instrução Técnica, 29).
- AMARAL, E.F.; ARAÚJO NETO, S.E. Levantamento do reconhecimento dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do projeto de assentamento Favo de Mel, município de Sena Madureira, Estado do Acre. Rio Branco-AC: Embrapa Acre. 1998. (Série Documentos, 36).
- AMARAL, E.F.; VALENTIM, J.F.; LANI, J.L.; BARDALES, N.G.; ARAÚJO, E.A. Áreas de risco de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, com o uso da base de dados pedológicos do zoneamento ecológico-econômico no Estado do Acre. In: Rodrigo Amorim Barbosa. (Org.). Morte de pastos de Braquiárias. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. p.151-174.
- ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. Rev. Bras. Ci. Solo, 18:139-145, 1994.
- ARAÚJO, E.A. Caracterização de solos e modificação provocada pelo uso agrícola no assentamento Favo de Mel, na região do Purus - Acre. 2000. 122p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

- ARAÚJO, E.A. Qualidade do solo em ecossistemas de mata nativa e pastagens na região leste do Acre, Amazônia Ocidental. 2008. 253p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- ARAÚJO, E.A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; LANI, J.L.; OLIVEIRA, E.K.; FERREIRA, M.R. . Avaliação da qualidade do solo em sucessão floresta-pastagem na Amazônia Ocidental. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Viçosa : SBCS, 2007.
- ARAÚJO, E.A.; LANI, J.L. & AMARAL, E.F. Efeitos da dinâmica de uso da terra sobre os estoques de carbono e nutrientes em Argissolo Amarelo na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., Manaus, 2000. Anais. Manaus, Centro de Pesquisa Agropecuária da Amazônia, 2000. p.162-164.
- ARAÚJO, E.A.; LANI, J.L.; AMARAL, E.F.; GUERRA, A.. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. Rev. Bras. Ci. Solo. 2004, v.28, n.2, p.307-315, 2004
- ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.
- BARDALES, N.G. Estratificação ambiental, classificação, mineralogia e uso do solo da microbacia do lagapé Xiburema, Sena Madureira, Acre. 2009. 228p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- BARRETO, C.X. Prática em agricultura orgânica. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1985. 196p.
- BELTRAME, L.F.S.; TAYLOR, P.L. Causas e efeitos da compactação do solo. Lav. Arroz, 33: 59-62, 1980.
- BERTOL, I; ALMEIDA, J.A.; ALMEIDA, E.X.; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionada a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante anão cv. Mott. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.5, p. 1047-1054, 2000.
- BESOAIN, E. Mineralogia de arcillas de suelos. San José, Costa Rica: IICA, 1985. 1205p.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G.; FERRAZ, M.V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v. 29, n. 6, 2005. 843-849 p.
- BEUTLER, A.N; CENTURION, J.F; ROQUE, C.G; SOUZA, Z.M. Influência da compactação e do cultivo de soja nos atributos físicos e na condutividade hidráulica em Latossolo Vermelho. Irriga, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 242-249, 2003.

- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SOUZA, Z.M.; ANDRIOLI, I.; ROQUE, C.G. Retenção de água em dois tipos de latossolos sob diferentes usos. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v.26, n.3, p.829-834, 2002.
- BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:167-177, 2001.
- BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 19. Rio Branco; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1976. 458p. (Levantamento de Recursos Naturais, 12).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 18 Javari/Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1977. 420 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 13).
- BRITO, F.L. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4, suplemento, p.52-56, 2005.
- BRITO, F.L.; LYRA, M.R.C.; ROLIM, M.M. Efeito da aplicação de vinhaça em colunas de solo: avaliação do poder de remoção de alguns parâmetros. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiania. Resumos. Goiania: SBEA, 2003. CD-Room.
- BRITO, F.L.; ROLIM, M.M. Comportamento do efluente e do solo fertirrigado com vinhaça. *Rev Agropecuária Técnica*, Areia, v.26, n.1, p.78-88, 2005.
- BRONICK, C.J.; LAL, R. Soil structure and manegment: a review. *Geoderma*, v.124, p.3-22, 2005.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOT, E.T. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils. *Soil Sci. Soc. of America Journal*, v. 57, n.4, p.1071-1076, 1993.
- CAMBUIM, F.A. A ação da vinhaça sobre a retenção de umidade, pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solo arenoso. Recife: UFRPE, 1983, 133p. Dissertação(Mestrado).
- CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G. P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E.; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Rev. Bras. de Ci. do Solo*, Viçosa-MG, v.27, p.935-944, 2003.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Rev. Bras.Ci. Solo*, Viçosa-MG, v.14, n.1, p.99-105, 1990.

- CASARINI, D.C.P.; CUNHA, R.C.A.; MASSET FILHO, B. Effects of irrigation with vinasse and the dynamics of its constituents in the soil: II Microbiological aspects. *Water Science Technology*, v.19, n.8, p.167-176, 1987.
- CAVENAGE, A.; MORAES, M.L.T.; ALVES, M.C.; CARVALHO, M.A.C.; FREITAS, M.L.M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, 23:997-1003, 1999
- CEDDIA, M.B.; ANJOS, L.H.C.; LIMA, E.; RAVELLI NETO, A.; SILVA, L.A. Alterações nas propriedades físicas e mesofauna de solo podzólico amarelo sob diferentes sistemas de corte da cana-de-açúcar. (compact disc). In: Congresso Latinoamericano de ciência do solo, 13. Águas de Lindóia, 1996. Anais. Águas de Lindóia: SBSC/SLCS, 1996.
- CEDDIA, M.B.; ANJOS, L.H.C.; LIMA, E.; RAVELLI NETO, A.; SILVA, L.A. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico Amarelo no estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v.34, n.8, p.1467-1473, 1999.
- CEDDIA, M.B.; RAVELLI NETO, A.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C. ; SILVA, L.A. . Sistemas de colheita da cana-de-açúcar e alterações nas propriedades físicas de um solo Podzólico Amarelo no Estado do Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v. 34, p. 1467-1473, 1999.
- CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, 24:701-709, 2000.
- CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N. & SOUZA, Z.M. Physical attributes of kaolinitic and oxidic oxisols resulting from different usage systems. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 47:725-732, 2004.
- CENTURION, J.F.; FREDDI, O.S.; ARATANI, R.G.; METZNER, A.F.M.; BEUTLER, A.N. & ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argilanas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, 31:199-209, 2007.
- CERRI, C.C.; FELLER, C.; CHAUVEL, A. Evolução das principais propriedades de um Latossolo Vermelho-Escuro após desmatamento e cultivo por doze e cinquenta anos com cana-de-açúcar. *Cahiers ORSTOM Série Pedologie*, v.26, p.37-50, 1991.
- CETESB - Companhia Estadual Técnica de Saneamento Básico e Defesa do Meio Ambiente, 2006. Variáveis de qualidade das águas. Disponível em:(<http://www.cetesb.sp.gov.br>). Acesso: 08/11/2006.
- CHAGAS, C.S.; CURI, N.; DUARTE, M.N.; MOTTA, P.E.F.; LIMA, J.M. Orientação das camadas de rochas metapelíticas pobres na gênese de Latossolos sob cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 32:539-548, 1997.
- CHILDS, E.C. La física del drenaje de tierras. In: LUTHIN, J. N. Drenaje de tierras agrícolas. México: Limusa Willey, cap. 1, p. 71-100, 1967.

- CONFFIN, D.E.. A Method for the Determination of Free Iron in Soils and Clays. Canadian Journal of Soil Sci. p. 7-17, 1963.
- COOPER, M., MENDES, L.M.S., SILVA, W.C.S., SPAROVEK, G.A national soil profile database for Brazil available to international scientists. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:649-652. 2005.
- CORDEIRO, D.G.; BATISTA, E.M. Utilização de Plantas indicadoras para identificação de níveis de compactação dos solos. Embrapa Acre, 1999, 3 p. (Circular Técnico, 100).
- CORRECHEL, V.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Influência da posição relativa à linha de cultivo sobre a densidade do solo em dois sistemas de manejo do solo. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v.23, n.1, p.165-173, 1999.
- CUNHA, R.C.A.; COSTA, A.C.S.; MASET FILHO, B.; CASARINI, D.C.P. Effects of irrigation with vinasse and dynamics of its constituents in the soil: I – physical and chemical aspects. Water Sci Technology, v.19, n.8, p.155-165, 1981.
- DE MARIA, I.C.; CASTRO O.M.; SOUZA D.H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v.23, n.3, p.703-709, 1999.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. (1991). Análise química do solo. 2a ed. Viçosa, MG: UFV. 22p. (Boletim de Extensão, 29).
- DEMATTÊ, J.L.I.; DEMATTÊ, J.A.M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta Amazônica e do Cerrado do Brasil Central. Scientia Agricola, v.50, n.2. p.272-286, 1993.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. Controle de erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1991. 272p.
- DIAS JUNIOR, M.S.; PIERCE, F.J. O processo de compactação do solo e a sua modelagem. R. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, 20:175-182, 1996.
- DRIESSEN, P.M.; DUDAL, R. Lecture notes on the geography, formation, properties and use of the major soils of the world. Wageningen, Agricultural University /Katholieke, Universiteit Leuven, 1989. 296p.
- DUFRANC, G.; DECHEN, S.C.F.; FREITAS, S.S.; CAMARGO, O.A. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois latossolos em plantio direto no Estado de São Paulo. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, v.28, p.505-517, 2004
- ELLIES, A.; GREZ, R.; RAMIREZ, C. La conductividad hidráulica en fase saturada como herramienta par el diagnostico de la estructura del suelo. Agro Sur, v. 5, p.51-56, 1997.
- EMERSON, W.W.; McGARRY, D. Organic carbon and soil porosity. Australian Journal of Soil Research, Melbourne, v.41, p.107-118, 2003.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 1998. 602 p.
- FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. Maximização da eficiência de produção das culturas. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294p.
- FELLER, C; ALBRECHT, A; TESSIER, C. Aggregation and organic matter storage in kaolinitic and smectitic tropical soils. In: CARTER, M.R.; STEWART, B.A. (Ed). Structure and organic matter storage in agricultural soils. Boca Raton: Lewis, 1996. p.309-359.
- FERREIRA, F.P. ; AZEVEDO, A.C. de ; DALMOLIN, R.S.D.; GIRELLI, D. Carbono orgânico, óxidos de ferro e distribuição de agregados em dois solos derivados de basalto no Rio Grande do Sul - Brasil. Ciência Rural, v. 37, n. 196/06, 2007. 381-388p.
- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. Rev. Bras. Ci. Solo, 23:515-524, 1999.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. Homogeneidade da qualidade física do solo nas entrelinhas de um pomar de laranjeira com sistemas de manejo da vegetação permanente. REV. Bras. Ci. Solo, v.31, p.637-645, 2007.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; CECATO, U.; BARBERO, L.M.; LUGÃO, S.M.B.; COSTA, M.A.T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.1583-1590, 2008.
- FIGUEIREDO, L.H.A.; DIAS JUNIOR, M.S. & FERREIRA, M.M. Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num Latossolo Roxo. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, 24:487-493, 2000.
- FOY, C.D. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E.W. (Ed.). Charlottesville: University Press of Virginia, 1974. p. 601-642.
- FRANTI, T.G.; LAFLEN, J.M.; WATSON, D.A. Predicting soil detachment from high-discharge concentrated flow. Trans. ASAE, 42:329-335, 1999.
- FREIRE, J.C.; SCARDUA, R. Influência da matéria orgânica na retenção de umidade de um Latossolo Roxo distrófico no município de Lavras. Ciência e Prática, Lavras, v.3, n.1, p.29-36. 1979.
- FREITAS, G.R. Preparo do solo. In: PARANHOS, S.B., coord. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargill, v.1. p.19-41, 1987.
- FULLER, L.G.; GOH, T.G.; OSCARSON, D.W. Cultivation effects on dispersive clay of soil aggregates. Canadian Journal of Soil Sci, Ottawa, v.75, n.1, p.101-107, Feb. 1995.

- GAMA, J. R.N.F.; KUSABA, T.; OTA, T.; AMANO, Y. Influência de material vulcânico em alguns solos do Estado do Acre. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, v. 16, n. 1, p. 13-106, 1992.
- GAMA, J.R.N.F.; KIEHL, J.C. Influência do alumínio de um podzólico vermelho-amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 475-482, 1999.
- GAZE, S.R., SIMMONDS, L.P., BROUWDER, J., BOUMA, J. Measurement of surface redistribution of rainfall and modelling its effects on water balance calculations for a millet field on sandy soil in Niger. Journal of Hydrology. 188-189, p. 267-284, 1997.
- GLÓRIA, N.A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação de vinhaça como fertilizante. São Paulo: Coopersucar, 1983. 38p.
- GÓES, G.B.; GREGGIO, T.C.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ANDRIOLI, I. Efeito do cultivo da cana-de-açúcar na estabilidade de agregados e na condutividade hidráulica do solo. (UNESP. CD-ROM), v. 10, p. 116-122, 2005.
- GOMES, P.C.; MOURA FILHO, W.; COSTA, L.M.; FORTES, M.P.F. Influência da cobertura vegetal na formação e evolução de húmus e sua relação com grau de floculação de um Latossolo Vermelho-Amarelo do Município de Viçosa, Minas Gerais. Ver. Ceres, Viçosa, v. 41, n. 235, p. 223-233, 1994.
- HAMADA, J.; CALCAS, D.A.N.Q..P; GIACHETI, H.L. Influência da compactação de um solo arenoso na infiltração e retenção de carga orgânica de chorume. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, Sept. 2004 .
- HAMBLIN, A.P. The influence of soil structure on water movement, crop rot growth and water uptake. Advances in Agronomy, San Diego, v. 38, p. 95-158, 1985.
- HELALIA, A.M.; LETEY, J.; GRAHAM, R.C. Crust formation and clay migration effects on infiltration rate. Soil Sci Soc of America Journal, Madison, v. 52, p. 251-255, 1988.
- HILLEL, D. Fundamentals of soil physics. New York, Academic Press, 1980. 413p.
- HILLEL, D. Soil and water. Physical principles and processes. New York, AcademicPress, 1971. 288p.
- HOLANDA, J.S. Esterco de curral: composição, preservação e adubação. Natal: EMPARN, 1990. 69p. (Documento, 17).
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Censo Agropecuário. 2006. www.ibge.gov.br/home/es.
- IBGE. Manual de Pedologia. Rio de Janeiro, Brasil: 2005.
- JACKSON, M.L. Soil chemical analysis – advanced course. Dept. Soils. Un. Wisconsin, Madison, W.I. 1956.

- JARVIS, N.J.; MESSING, I. Near-saturated hydraulic conductivity in soils of contrasting texture measured by tension infiltrometers. *Soil Sci Soc of America Journal*, v.59, p.27-34, 1995.
- KLEIN, V.A & BOLLER, W. Avaliação de diferentes métodos de manejos do solo e métodos de semeadura em área sob sistema de plantio direto. *Ci. Rural*, 25:395-398, 1995.
- KLEIN, V.A.; LIBORD, L.P. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Rev. Bras. Ci. Solo Viçosa-MG*, V.26, N.4. P.857-867, 2002.
- LEPSCH, I. Formação e Conservação dos Solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- LEPSCH, I.F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991. 175p.
- LIMA, H.N. Gênese, química, mineralogia e micromorfologia de solos da Amazônia Ocidental. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 176p. (Tese de Doutorado)
- LIMA, H.N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia ocidental. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, 2006. 59-68p.
- LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; LIMA, A.M.N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia ocidental. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa - MG, v. 30, n. 1, p. 59-68, 2006.
- LYRA, M.R.C.C. Efeito da vinhaça utilizada na fertirrigação sobre a qualidade de águas subsuperficiais. 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2002.
- MACHADO, J.L.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J.; SCAPIM, C.A. Inter relações entre as propriedades físicas e os coeficientes da curva de retenção de água de um Latossolo sob diferentes sistemas de uso. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, v.32, p.495-502, 2008.
- MAIA, J.L.T. & RIBEIRO, M.R. Propriedades de um Argissolo Amarelo fragipânico de Alagoas sob cultivo contínuo da cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 1, p. 79-87, 2004.
- MAIER, M.H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55' – 48°55'W; 22°30' – 21°55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura*, 1987. 39(2): 164-185.
- MARGULIS, S. Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira. Banco Mundial – Trabalho em andamento para discussão pública. 1 ed. Brasília: Estação Gráfica, 2003. 100p.

- MARQUES, J.D.; LIBARDI, P.L.; LIER, Q.J.V. Relação entre horizontes pedológicos e propriedades hidráulicas de dois latossolos. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 567-577, 2002.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 1995. 889p.
- MAULE, R.F.; MAZZA, J.A.; MARTHA JR, G.B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. *Scientia Agricola*, v.58, n.2, p.295-301, 2001.
- McKEAGUE, J.A. & DAY, J.H. Dithionite and Oxalate-Extractable Fe and Al as Aids in Differentiating Various Classes of Soils. *Canadian Journal of Soil Sci*, p.13-22. 1966.
- MELO, V.F. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 30, n. 6, 2006.
- MELO, V.F.; SCHAEFER, C.E.R.G.; FONTES, L.E.F.; CHAGAS, A.C.; LEMOS JÚNIOR, J.B.; ANDRADE, R.P. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colônia agrícola do Apiaú (Roraima, Amazônia), sob diferentes usos e após queima. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, v. 30, n.6, Dez. 2006.
- MENDONZA, H.N.S.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C.; SILVA, L.A.; CEDDIA, M.B.; ANTUNES, M.V.M. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. *Rev. Bras. de Ci. do Solo*, Viçosa-MG, v.24, p.201-207, 2000.
- MÖLLER, M.R.F. Mineralogia de argila de solos da região Amazônica brasileira. SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., Belém, 1984. Anais. Belém, Embrapa - CPATU, p.214-223, 1986.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 39, n. 11, Nov. 2004.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. Microbiologia bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2002. 626 p.
- MULLER, M.M.L.; GUIMARAES, M.F.; DESJARDINS, T. MARTINS, P.F.S. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. [online]. v.36, n.11, pp. 1409-1418, 2001.
- NOVAES FILHO, J.P.; SELVA, E.C.; COUTO, E.G.; LEHMANN, J.; JOHNSON, M.S.; RIHA, S.J. Distribuição espacial de carbono em solo sob floresta primária na Amazônia Meridional. *Revista Árvore*, v. 31, p. 83-92, 2007
- OADES, J.M. The retentions of organic matter in soils. *Biogeochemistry*, Dordrecht, v. 5, p. 35-70, 1988.

- OADES, J.M.; WATERS, A.G. Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal of Soil Research*, v.29, n.6, p.815-828, 1991.
- OLIVEIRA, E.P.; MITJA, D.; BARBOSA, E.M.; MIRANDA, I.P.A.; LUIZAO, F.; LUIZAO, R.; FERRAZ, I.; LEAL FILHO, N.; TOPALL, O.; DESJARDINS, T.; LEEUWEN, J.V. Impactos ambientais das atividades agro-silvipastoris sobre ecossistemas amazônicos e opções de sustentabilidade. Brasília: MCT, 1999. 16 p.
- OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V.V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ. V.V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Org.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, v. 2, 2002, p. 393-486.
- OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M.S.; RESCK, D.V.S.; CURI, N. Caracterização química e físico-química de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, v. 28, n. 2, p. 327-336, 2004.
- OLIVEIRA, J.B. *Pedologia aplicada*. Jaboticabal, FUNEP, 2001. 414p.
- OLIVEIRA, L.A.; GONCALVES, R.M.; ALVES, E.J.F. Condutividade Hidráulica em nitossolos vermelhos férricos, sob diversos tipos de usos, na Bacia do Rio São Lourenço, município de Ituiutaba/MG. In: XIII simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada Viçosa-MG. A geografia Física Aplicada e as Dinâmicas de Apropriação da Natureza, 2009.
- OLIVEIRA, L.C.; SÁ, C.P.; FIGUEIREDO, E. O.; BAYMA, M.M. Estoques de carbono e rentabilidade de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Ocidental. In: *Amazônia em Perspectiva: Ciência Integrada para um Futuro Sustentável*, Manaus. *Amazônia em Perspectiva: Ciência Integrada para um Futuro Sustentável*. Manaus : Inpa, 2008. v. 1. p. 564-564, 2008.
- PACHECO, E.P.; ARAÚJO, E.A.; AMARAL, E.F.; PINHEIRO, C.L.S.; PARIZZI NETTO, A. Aptidão natural para a mecanização dos solos do estado do Acre. Rio Branco: SECTMA/Embrapa, 8p. 2001.
- PEDROTTI, A.; FERREIRA, M.M.; CURI, N.; SILVA, M.L.N.; LIMA, J.M. & CARVALHO, R. Relação entre atributos físicos, mineralogia da fração argila e formas de alumínio no solo. *Rev. Bras.Ci. Solo*, Viçosa-MG, 27:1-9, 2003.
- PEDROTTI, A.; VAHL, L.C.; PAULETTO, E.A. Absorção de nutrientes em diferentes níveis de compactação de um planossolo. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 21. 1994. Petrolina. *Anais. Petrolina: SBSCS*, p.302-304, 1994.
- PENEIREIRO, F.M.; RODRIGUES, F.Q.; LUDEWIGS, T.; MENESES, L.C.L.; ALMEIDA, D.A.; CRONKLETON, P.; SOUZA, A.D.; BRILHANTE, N.A.; SOUZA, R.P.; GONÇALO, E.N. Avaliação da sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais no Estado do Acre. In: *III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, Anais, Manaus, p. 427-429, 2000.

- PEREZ, M. & DIAZ, V. Resistencias del suelo y susceptibilidad a la compactación en terrenos de monte sometidos a pastoreo. *Anales de Edafología y Agrobiología*, n.42, p.377-86, 1989.
- PRADO, H. Os solos do Estado de São Paulo: mapas pedológicos. Piracicaba, 1997. 205p.
- PRADO, R.M. & CENTURION, J.F. Alterações na cor e no grau de flocculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 197-203, 2001.
- QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; PRADO, H. do; MORETTI, F.C. Aspectos estruturais de raízes de Cana-de açúcar sob efeito da compactação do solo. *Bragantia*, Campinas, v. 57, n. 1 1998.
- RAMOS FILHO, L.O.; FRANCISCO, C.E.S.; ALY JUNIOR, O. Legislação ambiental e uso de sistemas agroflorestais em assentamentos rurais no estado de São Paulo. *Rev. Bras. Agroecologia*, v.2, n.1.p. 280 – 283, 2007.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 12:211-216, 1988.
- REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S. & REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação In: CERRETA, C.A.; SILVA, L.S. & REICHERT, J.M. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, 7.v.5. p. 49-134, 2007.
- RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J.C.; REZENDE, S.B. Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações. Lavras: UFLA, 2005. 192p.
- REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. *Geoderma*, v.110, p.131-146, 2002.
- ROCHA J.S. M.; KURTZ S.M.J.M. Curso de manejo integrado de bacias hidrográficas: aplicações técnicas avançadas em diagnósticos físico conservacionista, sócio-econômico ambiental. Santa Maria: UFSM, 2003.
- RODRIGUES, T.E.; SILVA, J.M.L.; CORDEIRO, D.G.; GOMES, T.C.; CARDOSO JÚNIOR, E.Q.C. Caracterização e classificação dos solos do campo experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, Estado do Acre. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. (Documentos, 122).
- ROTH, C.H. et al. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um latossolo roxo distrófico. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v.15, n.3, p.241-248, 1991.
- SALIMON, C.I. Respiração do solo sob floresta e pastagens na Amazônia sul ocidental, Acre.Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 97p.
- SANCHEZ, P.A. & COCHRANE, T.T. Soil constraints in relation to major farming systems in tropical America. In: _____. Priorities for alleviating soil

- related constraints to food production in the tropics. Los Banos: IRRI, p.107-139, 1980.
- SANTOS, D.; BAHIA, V.G.; TEIXEIRA, W.G. Queimadas e erosão do solo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n.176, p.62-68, 1992.
- SANTOS, P.A. Estudo sobre o comportamento da superfície freática do entorno da Lagoa Salina da Fazenda Manhumirim – EMBRAPA – Pantanal, MS. Três Lagoas, MS: UFMS, Monografia de Pós-graduação em Geografia, 2002.
- SCHNEIDER, R.R.; ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; JÚNIOR, C.S. Amazônia Sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural. Brasília: Banco Mundial, 2000. 58 p.
- SILVA, J.M.L. Caracterização e classificação de solos do terciário do nordeste do Estado do Pará. Seropédica, (Tese de Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1989. 190p.
- SILVA, J.R.T. Solos do Acre: caracterização física, química e mineralógica e adsorção de fosfato. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 117p.
- SILVA, C.L. & KATO, E. Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.2, p.213-220, 1997.
- SILVA, J.E. & RESCK, D.V.S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.) Biologia dos solos dos cerrados. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 467-524, 1997.
- SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, v. 21, p. 677-684, 1997.
- SILVA, A.J.N. & RIBEIRO, M.R. Caracterização de um Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. Rev. Bras. Ci. Solo, v.22, n.2, p.291-299, 1998.
- SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M. Atributos físicos de dois Latossolos afetados pela compactação do solo. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 10, n. 4, Dec. 2006.
- SILVA, A.P. da; IMHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. Soil Tillage and Research, v.70, p.83-90, 2003.
- SILVA, M.A.S.; GRIEBELER, N.P.; BORGES, L.C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 11, n. 1, Feb. 2007.
- SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. Ciência Rural, v.30, p.795-801, 2000.

- SILVEIRA, P.M.; SILVA, J.G.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, F.J.P. Efeito de sistema de preparo na densidade do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro. Resumos... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. CD Rom
- SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1135-1139, 2005.
- SOUZA, L.D. & REICHARDT, K. Estimativas e utilização da capacidade de campo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, 20:183-189, 1996.
- SOUZA, Z.M.; BEUTLER, A.N.; PRADO, R.M.; BENTO, M.J.C. Efeito de sistemas de colheita de cana-de-açúcar nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho. *Científica (São Paulo)*, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p.31-38, 2006.
- SOUZA, Z.M. de; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 3, p. 271-278, 2005.
- STONE, L. F. & SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.
- TAVARES FILHO, J. & TESSIER, D. Influence des pratiques culturales sur le comportement et les propriétés de sols du Paraná (Brésil). *Étude Gestion Sols*, Paris, v.5, n.1, p.61-71, 1998.
- TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.; GUIMARÃES, M.F.; FONSECA, I.C.B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, 25:725-730, 2001.
- TAVARES, A.R. Monitoramento da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul e diagnóstico de conservação. Dissertação de Mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, São José dos Campos, São Paulo. 2005. 176p.
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. *Australian Journal of Soil Research*, v.17, n.3, p.429-441, 1979.
- TORRES, J.L.R.; BARRETO, A.C.; PAULA, J.C. Capacidade de uso das terras como subsídio para o planejamento da microbacia do córrego Lanoso, em Uberaba-MG. *Caminhos da Geografia (UFU. Online)*, v. 8, p. 22-32, 2007.
- TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUÊS, J.C.S.; VICTORIA, R.L.; REICHARDT, K. Utilização por soqueira de cana-de-açúcar de início de safra do nitrogênio da aquamônia-15N e uréia-15N aplicado ao solo em complemento a vinhaça. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.31, 89-99p, 1996.

- TWERDOFF, D.A.; CHANASYK, D.S.; MAPFUMO, E.; NAETH, M.A.; BARON, V.S. Impacts of forage grazing and cultivation on near-surface relative compaction. *Canadian Journal of Soil Sci*, v.79, p.465-471, 1999.
- UHL, Christopher. Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos naturais da Amazônia. Série Amazônia nº 7. Belém: Imazon, 1997.
- UTSET, A.; CID, G. Soil penetrometer resistance spatial variability in a Ferralsol at several soil moisture conditions. *Soil Till. Res.*, 61:193-202, 2001.
- VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. Conservação de nascentes: hidrografia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 210p.
- VASCONCELOS, A.C.M. Desenvolvimento do sistema radicular da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual. (Tese Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.2002. 140p.
- VEIHMEYER, F.J.; HENDRICKSON, A.H. Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. *Soil Sci*, Baltimore, v. 68, n. 2, p. 75-94, Aug. 1931.
- VOLKOFF, B.; MELFI, A. J.; CERRI, C. C. Solos Podzólicos e Cambissolos eutróficos do alto Purus (Estado do Acre). *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa-MG, v. 13, n. 3, p.363-372, 1989.
- VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. *Transactions of the American Soc of Agricultural Engineers*, St Joseph, v.4, p.242-246, 1961.
- WADT, P.G.S. & CRAVO, M.S. Interpretação de resultados de análises de solos. In: WADT, p.g.s. (Editor Técnico). *Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre*. Rio Branco: Embrapa Acre. p.245-252, 2005.
- ZANGARO, L.C.M. A agricultura familiar em Londrina: um olhar sobre a diversidade. Campinas. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Filosofia. 2001, 150p.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem que confluem e formam mananciais com maiores volumes de água (Silveira, 2001).

Nas superfícies vertentes, os principais componentes - solo, água, vegetação e fauna - coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, afetando os ecossistemas como um todo. As bacias hidrográficas constituem indicadores das condições dos ecossistemas, no que se referem aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes (Souza et. al., 2003). Pelo caráter integrador, Guerra et. al. (1996) citam que as bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, nessa óptica, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. Ainda de acordo com esses autores, a bacia hidrográfica também tem sido utilizada como unidade de planejamento e gerenciamento, compatibilizando os diversos usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade.

A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais. Para isso, tem sido comum a utilização de informações de relevo em formato analógico, como mapas e cartas, o que compromete a confiabilidade e a reprodução dos resultados devidos à carga de subjetividade inerente aos métodos manuais. Com o advento e consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e, conseqüentemente, o surgimento de formas digitais consistentes de representação do relevo, como os Modelos Digitais de Elevação (MDE's), a análise morfométrica vem sendo utilizada como uma ferramenta auxiliar em estudos relacionados às bacias hidrográficas através de

métodos automáticos para delimitação de bacias (Garbrecht et. al., 1999) e trouxeram maior agilidade e confiabilidade na obtenção de indicadores associados a modelos e superfícies do terreno.

O SIG é uma significativa ferramenta de análise do uso e ocupação do solo, mapeamento de solos, relações solo-paisagem (Ippoliti et al., 2005), impactos ambientais, ressaltando sua acuidade na produção de informações que permitem a melhor tomada de decisão no que diz respeito às ações de interferência no espaço geográfico. Assim, é evidente a necessidade do emprego de métodos quantitativos para estudos dessa natureza.

Toda interferência que envolva impactos no meio ambiente deve ser realizada com base na resolução CONAMA 001/86, que define: “as áreas de influências correspondem aos limites geográficos dentro dos quais haverá efeitos diretos ou indiretos quando da implantação de um empreendimento, considerando, em todos os casos a bacia hidrográfica em que o mesmo se localiza”. A natureza e efeitos do empreendimento suscitam a diferenciação de sua área de influência em: Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AI).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização morfométrica das bacias hidrográficas que compõem a área de influência da implantação do cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) nos domínios das bacias hidrográficas dos rios Acre, Abunã, Xipamano e Iquiri, a partir da estimativa de algumas características fisiográficas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área

O estudo foi realizado na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro da Usina Álcool Verde Ltda., os limites da área de influência, 259.755 ha, são determinados pela distância máxima economicamente viável para o cultivo e transporte da cana-de-açúcar (raio de 30 km do entorno da Usina) e esta localizada entre as coordenadas UTM (8880.000N – 8820.000N e 610.000E – 670.000E – Zona UTM 19 Sul). A ocupação das terras para o cultivo de cana-de-açúcar na região sudeste do estado do Acre abrange os

municípios de Capixaba, Senador Guimard, Plácido de Castro, Xapuri e Rio Branco (Figura 1), onde as principais vias de acesso rodoviário são as BR-317, BR-364 e AC-040 e a rede de drenagem da área é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Acre, Iquiri, Xipamanu e Abunã, afluentes dos rios Purus e Madeira. Os Latossolos e Argissolos são as principais classes de solos com o domínio de 93% de toda área. São solos bastante intemperizados, distróficos e, na sua maioria, apresentam boas condições para a mecanização. Normalmente ocorrem nos topos em relevo mais suave. As outras classes são pouco expressivas como os Plintossolos (4,9%), Gleissolos (0,60%) e Neossolos Flúvicos (1,16%). O uso do solo na região do empreendimento é caracterizado por extensas pastagens de *Brachiaria sp.* degradadas e por áreas de floresta nativa. As áreas agrícolas e a extração vegetal são representadas por pequenas áreas de produção de subsistência e comercialização de poucos excedentes.

2.2. Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas

Após a delimitação da área das bacias hidrográficas, foram obtidas diferentes características físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, densidade de drenagem, ordem dos cursos d'água, declividade, altitude, declividade média e coeficiente de rugosidade.

2.2.1. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistente

A rede hidrográfica foi obtida através do modelo (NASA/SRTM – escala 1:250.000), elaborado por uma missão de imageamento da superfície terrestre realizada pela NASA no ano de 2000. Este modelo apresenta pixel de 90 por 90 metros. A geração da rede de drenagem das bacias hidrográficas foi determinada através do SIG, utilizando-se os softwares ArcGis 9.2 e pela extensão ArcHydro Tools 9 desenvolvido pela *Environmental System Research Institute – ESRI*.



Figura 1. Localização da Usina Álcool Verde Ltda (centro) no Estado do Acre e delimitação da Área de Influência do empreendimento sucroalcooleiro.

2.2.2. Declividade e altitude

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC) foi utilizado como entrada para a geração do mapa de declividade e da altitude. A imagem de declividade gerada foi do tipo contínua, por apresentar valores reais. As classes de declividade foram separadas em seis intervalos distintos, sugeridos por Santos et al (2005), (Quadro 1).

Quadro 1. Classes de declividade em relação ao relevo

Classes de relevo	Declividade
	----- % -----
Plano	0 – 3
Suave ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

Fonte: Santos et al, 2005.

2.2.3. Coeficiente de compacidade (Kc)

O Kc relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. De acordo com Villela & Mattos (1975), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a 1. Uma bacia será mais suscetível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc for mais próximo da unidade. O Kc foi determinado com base na seguinte equação:

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Sendo:

Kc = Coeficiente de compacidade;

P = Perímetro (km); e

A = Área de drenagem (km²).

2.2.4. Fator de forma (F)

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica.

A forma da bacia, bem como a forma do sistema de drenagem, podem ser influenciadas por algumas características, principalmente pela geologia e o comportamento hidrológico da bacia. Segundo Villela & Mattos (1975), uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. O fator de forma foi determinado utilizando-se a equação:

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Sendo:

F = Fator de forma;

A = Área de drenagem (km²); e

L = Comprimento do eixo da Bacia (km).

2.2.5. Índice de circularidade (IC)

O índice de circularidade, preconizado por Müller (1953) e Schumm (1956) tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma tende a alongada. Para isso, utilizou-se a equação:

$$IC = \frac{12,57 \times A}{P^2}$$

Sendo:

IC = Índice de circularidade;

A = Área de drenagem (km²); e

P = Perímetro (km).

2.2.6. Ordem dos cursos d'água

A ordem dos cursos d'água pode ser determinada seguindo os critérios introduzidos por Horton (1945) e Strahler (1957). Utilizou-se neste trabalho a classificação apresentada por Strahler, em que os canais sem tributários são designados de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes também de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente (Silveira, 2001). A junção de um canal de dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste.

2.2.7. Densidade de drenagem (Dd)

O sistema de drenagem é formado pelo rio principal e seus tributários, e a densidade de drenagem deste sistema reflete a influência da geologia, relevo, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica. Seu estudo indica a maior ou menor velocidade com que a água de escoamento superficial sai da bacia hidrográfica sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede - sejam eles perenes, intermitentes ou temporários - e a área total da bacia. Indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem. A Dd foi determinada utilizando a equação:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Sendo:

Dd = Densidade de drenagem (km km⁻²);

Lt = comprimento total de todos os canais (km); e

A = Área de drenagem (km²).

2.2.8. Declividade média

A declividade média de uma bacia determina a maior ou menor velocidade de escoamento superficial da água e está relacionada à magnitude

dos picos de enchentes e de infiltração, ao maior ou menor grau de erosão associada a cobertura vegetal, ao tipo de solo e ao seu uso e ocupação.

A declividade média das microbacias foi obtida através da ferramenta *Zonal Statistic* disponível no comando Spatial Analyst Tools do ArcTool box.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo digital de elevação (Figuras 2, 3, 4 e 5) e a caracterização das bacias hidrográficas dos rios Acre, Iquiri, Xipamanu e Abunã apresentadas no Quadro 2 representam uma parte dessas bacias, delimitadas pela área de abrangência do empreendimento sucroalcooleiro e os divisores topográficos entre as bacias. As bacias dos rios Acre e Abunã são as de representação extremas, com a maior e menor área de drenagem, 1.456,2 km² e 88,4 km², respectivamente. Apesar das diferenças acentuadas em termos de área ocorrem similaridades como o padrão de drenagem meândrico/paralelo, constatações semelhantes são citadas por Cavalcante (2006) e Albuquerque (2009). A ocorrência comum entre as bacias pode ser explicada pela relativa homogeneidade climática e geológica da região, que são os principais fatores que influenciam na formação da rede de drenagem (Demattê et al., 1995). Comparativamente, a exemplo, a bacia do rio Piranga em Minas Gerais, com área semelhante a do rio Acre e característica morfológica e climática diferente, possui um padrão de drenagem dendrítico e o que reflete em maior comprimento de canal (100,36 km), comprimento total dos canais e densidade de drenagem (1,33 km km⁻²). De acordo com Silva (2000) e Suguio (2000), a geomorfologia e o clima colaboram para a fisionomia e estrutura da paisagem.

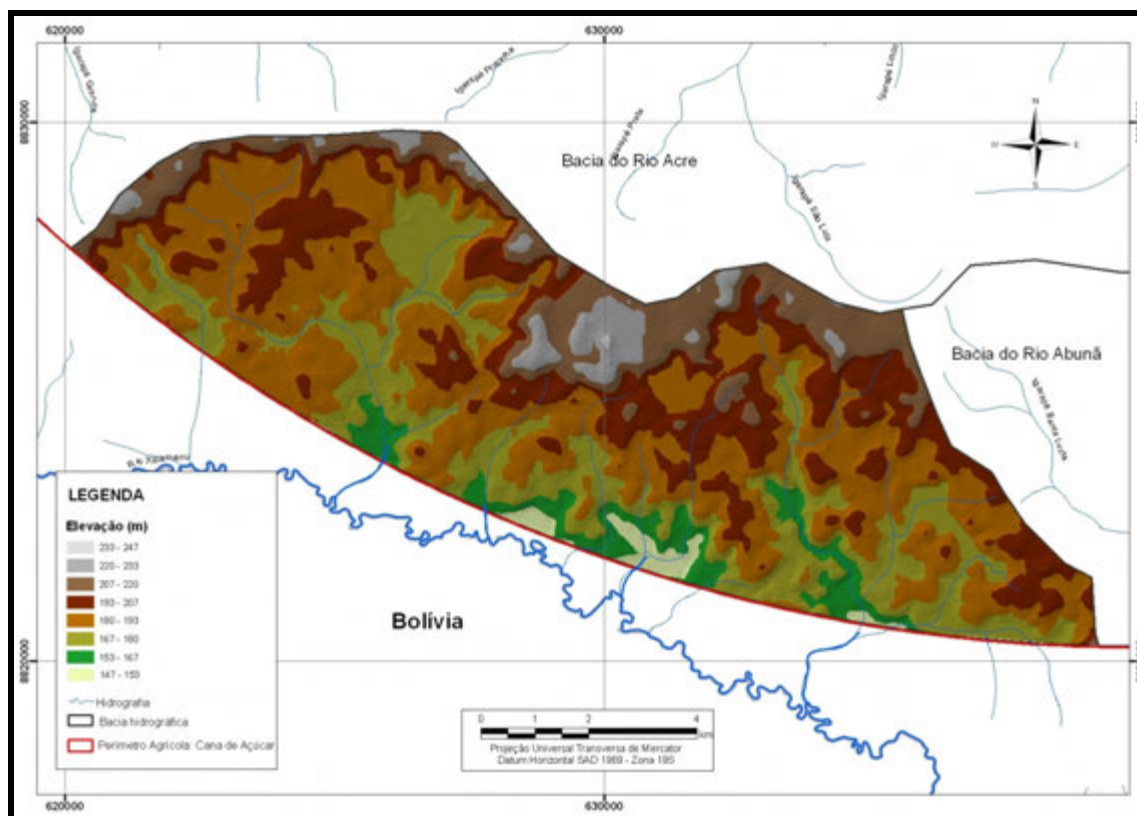


Figura 5. Modelo Digital de Elevação da parte da bacia hidrográfica do rio Xipamanu inserida na área de influência do empreendimento (Anexo 6 – Figura em formato A3).

O padrão de drenagem associado aos valores da densidade de drenagem do rio Acre ($0,72 \text{ km km}^{-2}$), Abunã ($0,56 \text{ km km}^{-2}$), Xipamanu ($0,67 \text{ km km}^{-2}$) e Iquiri ($0,54 \text{ km km}^{-2}$) indica que a saída de água da bacia é lenta o que pode contribuir com o processo de infiltração de água e abastecimento do lençol freático. Segundo Strahler (1952) apud Christofletti (1979) a densidade de drenagem é baixa quando menor que 5 km km^{-2} , o que permite com que a água permaneça no sistema por mais tempo e ocorra o processo de recarga do lençol freático. Para Vilella & Mattos (1975), o índice de densidade de drenagem varia de $0,5 \text{ km km}^{-2}$ para bacias com densidade de drenagem baixa, a $3,5 \text{ km km}^{-2}$ ou mais, para bacias com alta densidade de drenagem. De acordo com Lima (1986), a drenagem de determinada área é influenciada pelas condições climáticas, das formas de relevo, da estrutura geológica, da composição e dos aspectos físicos das rochas, dos solos, da vegetação e da ação antrópica. O clima atua tanto diretamente (regime e vazão dos cursos), como indiretamente (influência sobre a vegetação). Das características físicas, a rocha e o solo desempenham papel fundamental, pois determinam a maior ou menor resistência à erosão.

Em geral, uma bacia dominada por argilitos apresenta alta densidade de drenagem, enquanto que outra com substrato predominante de arenitos apresenta baixa densidade de drenagem (Morisawa, 1968; Lima, 1986). Antoneli et al. (2007) citam valores de densidade de drenagem de $1,83 \text{ km km}^{-2}$ em uma bacia de formação sedimentar em Guamiranga – PR. Baena et al. (2004) citam densidade de drenagem de $3,43 \text{ km km}^{-2}$ para a bacia do rio Paraíba do Sul, embasamento representado por rochas metamórficas e ígneas do Cinturão de Dobramentos Ribeira (Hasui et al., 1975). A geologia das bacias em estudo é formada por sedimentos finos, e os resultados encontrados indicam baixa densidade de drenagem em toda a extensão das bacias, contrapondo os autores. A densidade de drenagem encontrada nos estudos de Costa (2000), e a geologia caracterizada como Formação Solimões, a mais extensa das unidades litoestratigráficas do Acre (Cavalcante, 2005; 2006), corroboram com os resultados encontrados. No entanto, Albuquerque (2009), em estudo da bacia do rio Urucu, para a mesma unidade estratigráfica, encontrou valores de densidade de $5,36 \text{ km km}^{-2}$. Bardales (2009) em estudo na bacia hidrográfica do igarapé Xiburema, baixo Acre, cita densidade de drenagem de $1,04 \text{ km km}^{-2}$.

A menor e maior altitude das bacias hidrográficas são respectivamente, 127 m e 229 m. De acordo com Castro & Lopes (2001), a altitude média influencia a quantidade de radiação que a bacia recebe e, conseqüentemente, influencia a evapotranspiração, temperatura e precipitação.

O sistema de drenagem, de acordo com a hierarquia de Strahler, apresentou graus de ramificação de 3ª e 4ª ordem. Segundo Strahler (1957), ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete a influencia do clima e da geologia local. A área de estudo apresenta características que difere do exposto por Strahler, onde as bacias mesmo classificadas com ordem inferior a 4 são extensas e podem ser caracterizadas como grandes bacias hidrográficas. Sucupira et al. (2006) e Souza et al. (2007) em estudo desenvolvido nas bacias do rio Jamanxim (5.867,50 ha) e Acaraú (3.100 ha) respectivamente, citam densidade de drenagem semelhante e as classificam como de 6ª e 5ª ordem, indicando semelhanças fisiográficas com área maior. Ao que indica a geologia da “Formação Solimões” associado ao relevo, impôs ao ambiente um menor número de canais e ramificações, o que é comprovado pelos baixos valores de densidade de drenagem.

Quadro 2. Características morfométricas da parte das bacias hidrográficas inseridas na área do empreendimento sucroalcooleiro e de outras bacias do território brasileiro

Características	ud	Bacia Hidrográfica									
		Acre	Abunã	Xipamanu	Iquiri	Jamanxin	Acaraú	Tiúba	Piranga	Doce	Paraíba do Sul
Localização		----- AC -----				PA	CE	TO	MG	ES/MG	MG/SP/RJ
Área de drenagem (A)	km ²	1.456,20	506,90	88,40	560,20	5.867,50	3.100	17,13	1.394,31	76.547,44	15.839,24
Perímetro (P)	km	164,70	165,30	46,20	117,70	747,10		15,63			
Coeficiente de compacidade (Kc)		1,210	2,06	1,38	1,39	2,70		1,06			
Fator de forma (F)		0,51	0,18	0,22	0,48	3,50		0,59			
Índice de circularidade (IC)		0,67	0,23	0,52	0,51	-	0,28				
Padrão de drenagem		M/P*	M/P	M/P	M/P	Dendritica	Dendritica	Dendrítica	Dendritica	Dendrítica	Dendritica
Orientação		N	S	NE	N	N	N	S	N	N/NE	N/NE
Altitude mínima	m	127	161	156	156	-		232			
Altitude média	m	178	184	182	179	-					
Altitude máxima	m	229	207	209	203	-		377			
Comprimento total dos canais (Lt)	km	1.625,30	282,50	59,30	301,40	2973,7	91,50	13,61	1868,36	759,63	
Comprimento do canal principal (Lp)	km	53,50	53,20	19,90	34,10	211,1	105,30	3,57	100,36	100.510,51	898,31
Ordem da bacia		4	4	3	3	6	5				
Densidade de drenagem (Dd)	km km ⁻²	0,72	0,56	0,67	0,54	0,5	0,57	0,79	1,33	1,31	3,43

* M/P – meândrico paralelo.

Fonte: Souza et al., 2007; Sucupira et al., 2006; Barros et al., 2004; Souza et al., 2003; Baena et al., 2004.

A forma da bacia é determinada por índices que a relacionam com formas geométricas conhecidas, a forma circular e sua variação mais alongada ou arredondada. Os principais índices são o fator de forma (F), coeficiente de compacidade (Kc) e índice de circularidade (IC). A forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante na determinação do tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que toda a bacia contribua para a sua saída após uma precipitação. Quanto maior o tempo de concentração, menor a vazão máxima de enchente, se mantidas constantes as outras características (Villela & Mattos, 1975).

Em relação ao coeficiente de compacidade (Kc), a bacia hidrográfica dos rios Abunã é a que apresentou o maior tempo de concentração (2,06) e as bacias dos rios Acre (1,21), Xipamanu (1,38) e Iquiri (1,39) apresentaram os menores tempos de concentração com valores de Kc próximos da unidade (1), Bardales (2009) cita valores de Kc de 2,02 para a bacia do Igarapé Xiburema, Acre. Uma bacia será susceptível a enchentes mais acentuadas quando seu Kc atingir uma medida mais próxima da unidade (Christofolletti, 1979). Os valores encontrados para o fator de forma (F) e índice de circularidade (IC) confirmam os resultados de tempo de concentração e indicam que as bacias hidrográficas possuem um formato alongado, o que reflete no comportamento hidrológico das bacias com menor risco de enchentes nas condições normais de precipitação. O escoamento superficial direto em uma bacia mais alongada não se concentra rapidamente como em uma bacia mais arredondada, outro fator é que bacias longas e estreitas são mais difíceis ser atingidas integralmente por chuvas intensas (Schwab et al., 1966).

As classes de declividade (Quadro 3) indicam que aproximadamente 25% (63.940 ha) e 37% (95.467 ha) da área das bacias são, respectivamente, classificadas como plano a suave ondulado e ondulado com formação de extensos interflúvios (Figura 6). A bacia do rio Acre é a de maior inserção dentro da área do empreendimento, 55% (144.371 ha) e, também, a bacia que possui a maior área (95.046,49 ha, 36,6%) na declividade de 0 a 20%. Nessa faixa de declividade, com exceção da bacia do rio Xipamanu, em todas as outras bacias predomina o relevo plano a suave-ondulado. A declividade média de uma bacia hidrográfica é relevante no planejamento, tanto para com o cumprimento da legislação quanto para garantir a eficiência das intervenções do homem no meio e possui importante papel na distribuição da água entre o

escoamento superficial e subterrâneo, dentre outros processos (Villela & Mattos, 1975). O uso do solo, a classe de solo e intensidade de chuvas, dentre outros, associada à maior ou menor declividade influencia na velocidade de escoamento superficial, abastecimento do lençol freático, processos erosivos, enchentes, tempo de concentração etc. Assim, a magnitude dos picos de enchentes ou a menor oportunidade de infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento superficial, que está fortemente relacionado com o relevo (Tonello et al., 2006).

Quadro 3. Classificação da declividade das bacias hidrográficas na área do empreendimento sucroalcooleiro na região de Capixaba, Acre

Decl.	Relevo	Rio									
		Acre		Iquiri		Xipamanu		Abunã		Total	
		-- haá --	-- % --	-- ha --	-- % --	-- ha --	-- % --	-- ha --	-- % --	-- ha --	-- % --
0 - 12		57.766	22,24	2.335	0,90	18.919	7,28	16.759	6,45	95.779	36,88
12 - 100		86.590	33,34	6.482	2,50	37.189	14,32	33.687	12,97	163.948	63,12
0 - 3	Plano	13.348	5,14	685	0,26	4.559	1,76	5.050	1,94	23.642	9,10
3 - 8	Suave ondulado	24.933	9,60	871	0,34	7.702	2,97	6.792	2,61	40.298	15,52
8 - 20	Ondulado	56.765	21,86	2.701	1,04	19.708	7,59	16.292	6,27	95.467	36,76
20 - 45	Forte ondulado	45.635	17,57	3.745	1,44	20.779	8,00	19.137	7,37	89.296	34,38
45 - 75	Montanhoso	3.623	1,40	771	0,30	3.191	1,23	3.091	1,19	10.676	4,11
> 75	Escarpado	67	0,02	30	0,01	161	0,06	90	0,03	348	0,13
Total		144.371	55,59	8.803	3,39	56.101	21,60	50.452	19,42	259.726	100

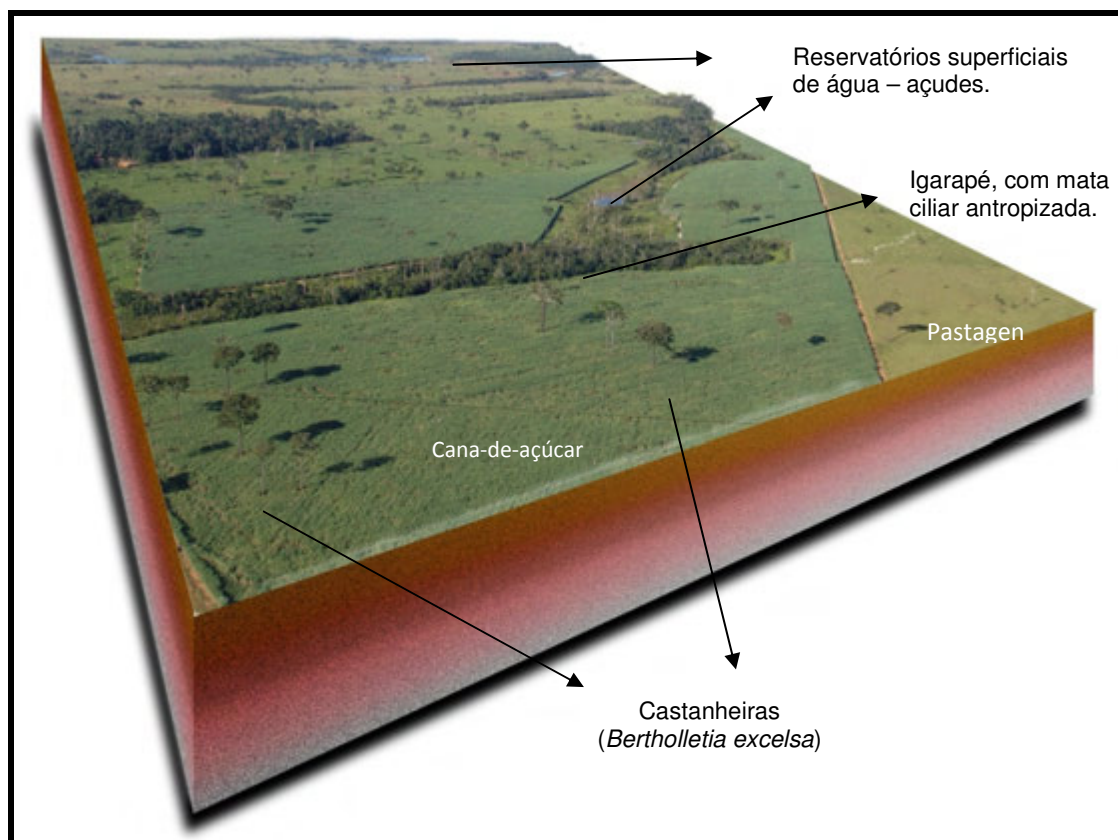


Figura 6. Bloco diagrama destacando a geomorfologia da região com relevo plano, presença de açudes e ocorrência de extensos interflúvios.

A orientação norte das bacias hidrográficas na área do empreendimento, com exceção da bacia do rio Abunã com orientação Sul, possui elevado potencial de evapotranspiração por receberem maior quantidade de energia solar. A orientação da bacia hidrográfica corresponde à sua exposição aos raios solares, sendo que no Hemisfério Sul as bacias com orientação norte recebem maior quantidade de energia do que as de orientação sul. O significado quantitativo em termos de produção de água das nascentes, quanto às diferenças nas orientações norte e sul das bacias, é pouco conhecido. No entanto, nessas diferenças devem ser levados em consideração os diferentes tipos de cobertura vegetal, visto que nas bacias de orientação norte se espera maiores taxas de evapotranspiração (Lima et al., 2006). Também, deve-se atentar para o fato de que é esperada maior produção de água das nascentes de orientação leste do que na de oeste (Castro & Lopes, 2001). Em resumo, as nascentes de orientações sul e leste são conservadoras de umidade, ao passo que as de norte e oeste são dispersoras.

Os resultados encontrados caracterizam as bacias hidrográficas como de baixo potencial energético e erosivo, incipiente dissecação da paisagem, maior retenção de água na bacia e a existência de extensos interflúvios tabulares. Entretanto, todas essas características favoráveis a um ambiente hidrologicamente equilibrado não reflete a realidade das bacias, onde os rios apresentam oscilações acentuadas de volume de água entre os períodos de chuva e estiagem, com a comum ocorrência de igarapés intermitentes (Araújo 2000; Cavalcante, 2006)

Os rios da região apresentam águas com elevada turbidez ao longo do ano, denominada de “águas brancas” – são caracterizadas pela existência de sedimentos caulíníticos em suspensão. A carga de sedimento é devido ao processo de escoamento superficial laminar que ocorre nos solos em detrimento às baixas taxas de infiltração e percolação da água de chuva. A formação desses solos ocorreu em sistema lântico e com sedimentos finos vindo dos Andes. O ambiente de águas calmas permitiu que o processo de deposição das partículas de argila e silte ocorressem de forma lenta e orientada horizontalmente. Essa formação dificulta o processo de intemperismo do solo, refletindo nos processos de infiltração e escoamento superficial.

O uso do solo na região das bacias estudadas deve ser feito com rigoroso critério de conservação de solo e água. Pois a interferência humana pode acentuar os problemas de equilíbrio no sistema hidrológico local. Neste panorama, os parâmetros morfométricos fornecem informações que auxiliam na tomada de decisões visando minimizar os impactos ambientais, durante o processo do cultivo da cana-de-açúcar em substituição às pastagens.

4. CONCLUSÕES

O sistema de informação geográfica pode ser considerado um instrumento para mapear e indicar respostas às várias questões que envolvem a morfometria de uma bacia e suas características geológicas e climáticas. As análises permitem inferir nas intervenções antrópicas com vista a minimizar os impactos ambientais. Neste sentido, a introdução do cultivo da cana-de-açúcar na região de Capixaba, Acre deve ser analisada utilizando-se das ferramentas disponíveis e que permitam relacionar os resultados com as possíveis

mudanças no ambiente pelo uso e ocupação do solo. De acordo com os resultados, pode-se concluir que:

- A caracterização morfométrica das bacias hidrográficas existentes na área do empreendimento estudado indica bacias de forma mais alongada, condição comprovada pelo índice de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma. Isso denota um forte controle estrutural da drenagem, menor riscos de cheias mesmo em condições de intensas precipitações pluviométricas.

- Os resultados de densidade de drenagem caracterizam as bacias como de drenagem deficiente, o que permite com que a água permaneça no sistema por mais tempo e ocorra o processo de recarga do lençol freático.

- O grau de ramificação de 3ª e 4ª ordem encontrado para as bacias difere da hierarquia estabelecida por Strahler, que estabelece a ordem inferior ou igual a 4 a pequenas bacias hidrográficas. Ao que indica o conjunto geológico da “Formação Solimões” associado ao relevo, impôs às essas grandes bacias hidrográficas um menor número de canais e ramificações.

- Os relevos, plano a suave-ondulado e ondulado ocupam, respectivamente 25% (63.940 ha) e 37% (95.467 ha) da área das bacias hidrográficas, formado por extensos interflúvios com predominância de Latossolos.

- O termo “águas brancas”, utilizado para caracterizar os rios da região com elevadas cargas de sedimento, não está associada às características fisiográficas das bacias e sim pelas características das partículas finas dos solos da Formação Solimões que são translocados pelas águas de chuva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.R.C. Análise morfométrica da rede de drenagem da bacia do rio Urucu (Coari-AM): Instrumento de Diagnóstico de Erosão.. In: Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009, Montevidéu. 12º Congresso de Geógrafos da América Latina, 2009, 1-12p.

ALVES, J.M.P. & CASTRO, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. Rev. Bras. de Geociências, São Paulo-SP, v.33, n.2, 2003, 117-127p.

- ANTONELI, V. & THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista - Guamiranga-PR. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia-MG. v.8, n.21, p.46 – 58p, 2007.
- ARAÚJO, E.A. Caracterização de solos e modificações provocadas pelo uso agrícola no assentamento Favo de Mel, na região do Purus-Acre. (Dissertação de Mestrado). Viçosa-MG: UFV, 2000. 122p.
- BAENA, L.G.N.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F.; CALIJURI, M.L. Regionalização de vazões com base em modelo digital de elevação hidrologicamente consistente para o trecho superior da bacia do Rio Paraíba do Sul. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 2, 2004, p. 1-19.
- BARDALES, N.G. Estratificação ambiental, classificação, mineralogia e uso do solo da microbacia do Igarapé Xiburema, Sena Madureira, Acre. 2009. 228p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- BARROS, E.B.; FIGUEIREDO, G.M.; MAIA, G.F.; SCHMIDT, G. Caracterização fisiográfica da microbacia hidrográfica do Córrego Tiúba, Município de Palmas. Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 29, San Juan, 22-27 Ago. 2004.
- CASTRO, P. & LOPES, J.D.S. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.
- CAVALCANTE, L.M. Zoneamento geológico e geomorfológico entre Assis Brasil e Brasília - Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. (Embrapa Acre. Documentos, 100). 21p.
- CAVALCANTE, L.M. Zoneamento geológico e geomorfológico entre Feijó e Mâncio Lima - Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005b. (Embrapa Acre. Documentos, 99). 24p.
- CAVALCANTE, L.M. Aspectos geológicos do estado do Acre e implicações na evolução da paisagem. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2006. 25 p.
- CHRISTOFOLETTI, A.A. Análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas. Geografia, v.4, n.8, 1979, p. 23-41.
- COSTA, S.S.M. Caracterização ambiental da Reserva Extrativista Chico Mendes (Acre-Brasil): subsídios ao plano de manejo. Tese (Doutorado) São Carlos: UFSCar, 2000. 151p.
- DEMATTE, J.A.M. & DEMÉTRIO, V.A. Fotointerpretação de padrões de drenagem de bacias hidrográficas na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas no estado do Paraná. Scientia Agrícola, v.52, 1995, p.569-577.
- GARBRECHT, J.; MARTZ, L.W. Digital elevation model issues in water resources modeling. ESRI, USERS CONFERENCE, 19., 1999, San Diego. Proceedings... San Diego: 1999. CD-ROM.

- GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M.. The Ribeira Folded Belt. Rev. Bras. Geoc., 5(4) 1975, p. 257-266.
- HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. New York: Geological Society of American Bulletin, v.56, 1945, 807-813p.
- IPPOLITI, R.G.A.; COSTA, L.M.; SHAEFER, C.E.G.R.; FERNANDES FILHO, E.I. & GAGGERO, M.R. Análise digital do terreno: Ferramenta na identificação de pedoformas em microbacia na região de "Mar de Morros" (MG). Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa-MG, 2005, v29, 269-276p.
- LIMA, W.P. Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas. São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 1986. 242p.
- LIMA, W.P. & ZÁKIA, M.J.B. As Florestas Plantadas e a Água: Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. 01. ed. São Carlos - SP: RiMa Editora, 2006. v.01, 218p.
- MORISAWA, M., Streams: their Dynamics and Morphology. McGraw-Hill Book Co., New York, 1968. 174p.
- MÜLLER, V.C. A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area. New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology. n.3, 1953, 30p.
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5. Ed. Viçosa: Soc. Bras. Ci. Solo, 2005. 100p.
- SCHWAB, G.O.; FREVERT, A.K.; EDMISTER, T.W.; BARNES, K.K. Soil and Water Conservation Engineering. John-Wiley & Sons. New York. 1966. 683p.
- SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. Geological Society of America Bulletin, n. 67, 1956, p. 597-646.
- SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 35-51.
- SILVA, T.C. Indicadores Geomorfológicos de Sustentabilidade Ambiental – Aplicabilidade no Brasil. In Rev. Bras. de Geomorfologia v. 1, n 1, 2000, p. 73-79.
- SOUZA, M.J.H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P. Balanço hídrico e caracterização climática de Guanhões, Nova Era e Rio Doce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UNIFRA, SBA, UFSM. V.2, 2003, p.131-132.

- SOUZA, A.K.P. de. & BATISTA, G.T. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Alto Rio Jamanxim, Pará, Brasil. *Revista Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 2, 2007, p. 69-87.
- STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transaction of American Geophysical Union*, 1957, p. 913-920.
- SUCUPIRA, P.A.P.; PINHEIRO, L.S.; ROSA, M.F. Caracterização morfométrica do médio e baixo curso do rio Acaraú-Ceará-Brasil. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference og Geomorfology, 2006, Goiania. *Geomorfologia Tropical e subtropical: processos, métodos e técnicas*. Goiania. v.1, 2006, p. 52-58.
- SUGUIO, K. A importância da geomorfologia em geociências e áreas afins. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Rio de Janeiro, RJ, v.1, 2000, p.80-87.
- TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.D.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, 2006, n.5, p. 849-857.
- VILELA, S. M.; MATOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

CONCLUSÃO GERAL

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de tentar prever as possíveis alterações ambientais decorrentes das mudanças no uso do solo na área de influência do empreendimento sucroalcooleiro que abrange os municípios de Capixaba, Rio Branco, Plácido de Castro, Senador Guimard e Xapuri, localizados na região leste do Estado do Acre.

A população dos municípios inseridos na área do empreendimento sucroalcooleiro, Capixaba, Senador Guimard e Plácido de Castro, concentram-se essencialmente no meio rural. A economia regional está centrada no setor primário e representada pela agricultura familiar onde predominam os estabelecimentos com áreas entre 10 a 100 ha. A substituição da produção agrícola para a produção de biocombustível nessas áreas pode ocasionar a intensificação e extensificação, bem como a mobilidade populacional. Não obstante, as estratégias para responderem a eventuais mudanças indesejáveis serão bastante influenciadas pela habilidade dos agentes locais influenciarem as mudanças. Assim, a expansão da cana-de-açúcar no estado do Acre, se conduzida com responsabilidade pelos agentes sociais e políticos, pode refletir em um desenvolvimento sustentável e benéfico à população como um todo.

Na área do empreendimento sucroalcooleiro predominam os Latossolos e Argissolos, com soma das áreas totalizando 242.535,77 ha, em sua grande maioria ocupada por pastagens de braquiária com extensas áreas em estado avançado de degradação. A quantificação das classes de aptidão agrícola das

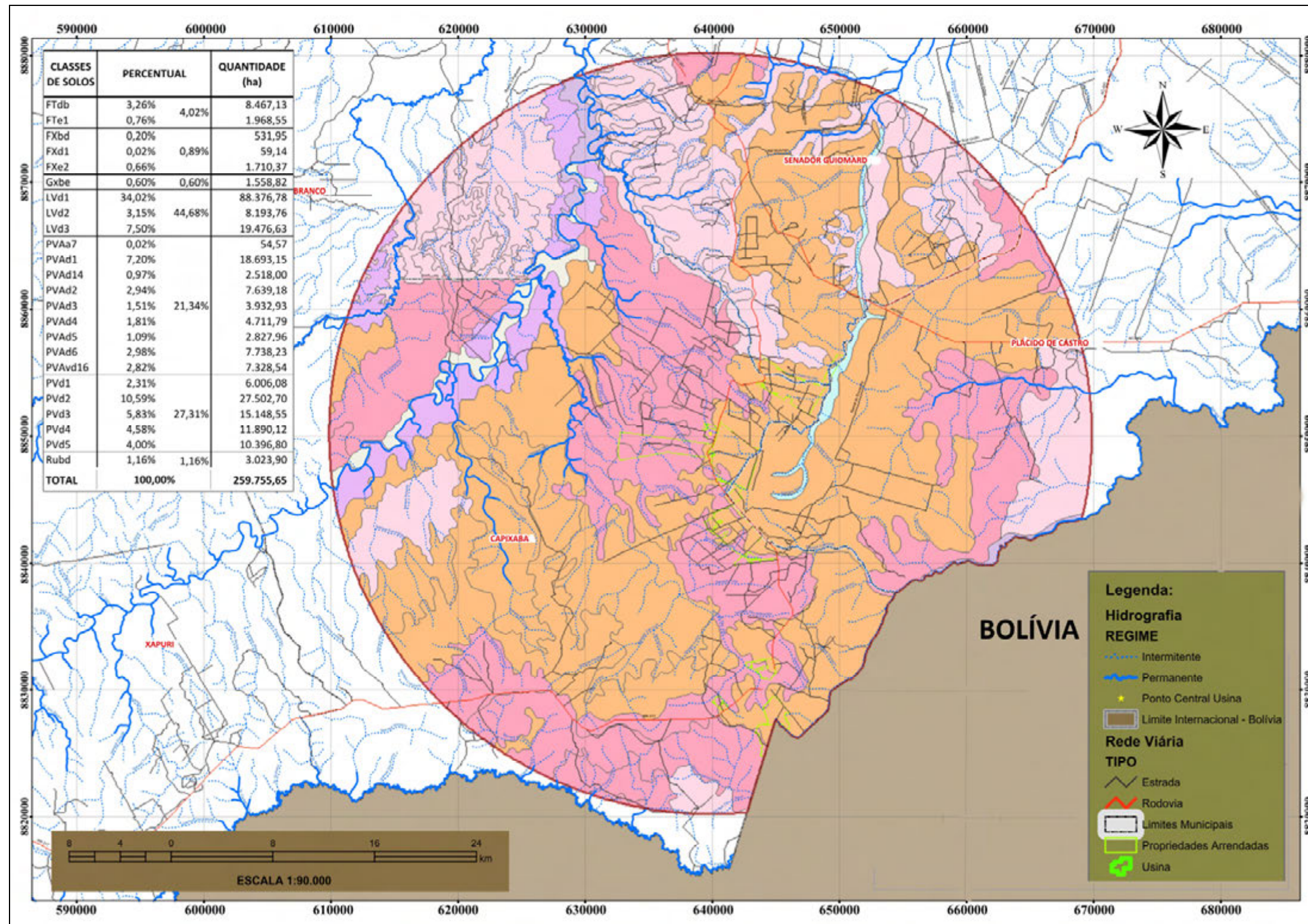
terras indica uma área de 222.978 ha aptos à utilização com lavouras de cana-de-açúcar. Entretanto, a área com declividade até 12%, limitante para a mecanização, é de 95.779 ha e é suficiente para atender a demanda atual da área de cultivo do empreendimento sucroalcooleiro que é de 33.258 ha. Pelas análises químicas dos solos serão necessárias ações corretivas de pH e da fertilidade do solo. O uso da vinhaça como fertilizante, previsto no processo de cultivo, nas áreas de domínio dos Argissolos mais próximos ao talvegue deve ser evitado devido à possibilidade de contaminação do lençol freático.

Em análise geral a introdução do cultivo da cana-de-açúcar em substituição à pastagem degradada na região de Capixaba confere melhores condições de infiltração e percolação de água, favorecendo o abastecimento do lençol freático e disponibilidade superficial. Resguardando as particularidades das pequenas bacias hidrográficas inseridas na área do empreendimento sucroalcooleiro.

ANEXOS

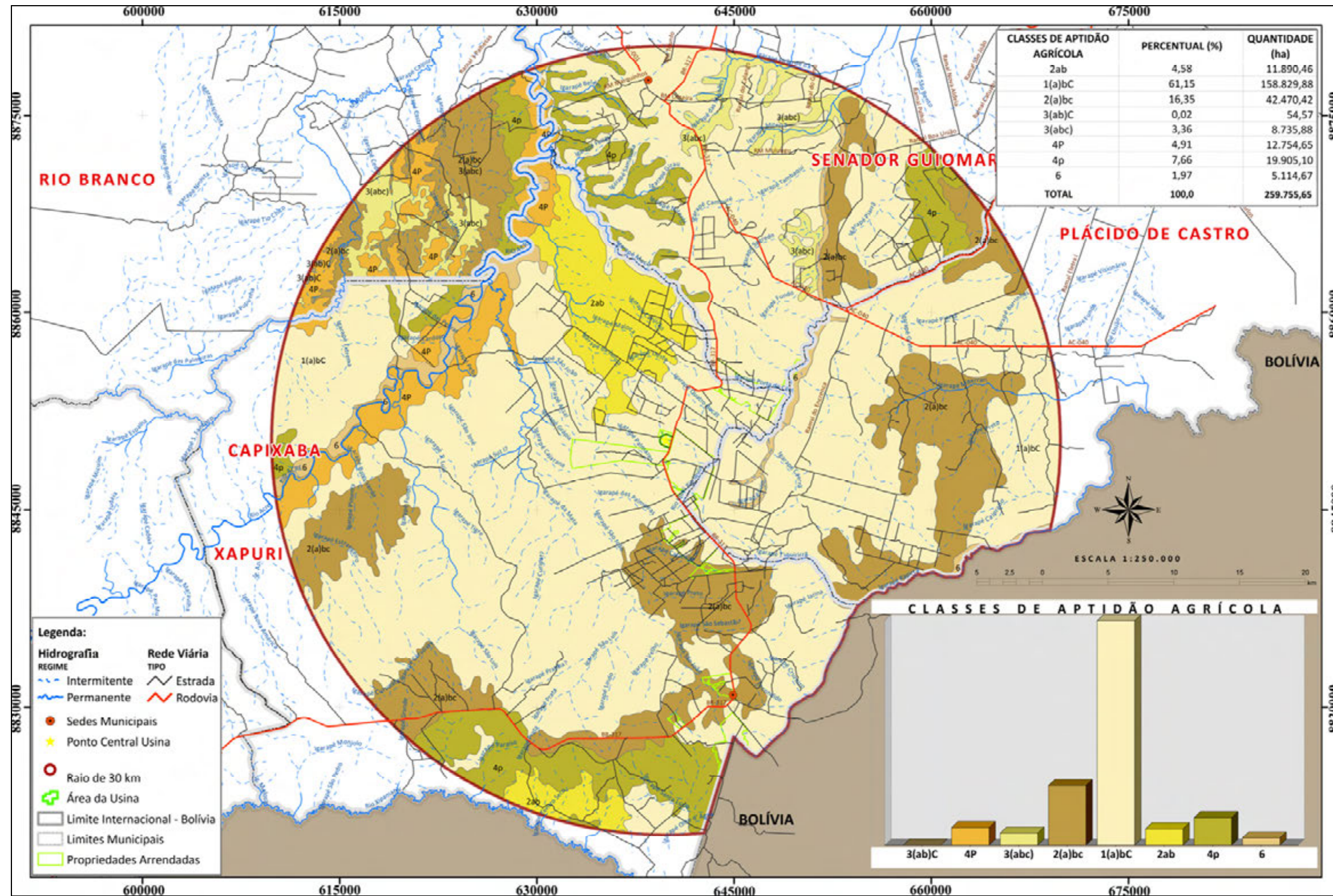
ANEXO 1

DISTRIBUIÇÃO DA OCORRÊNCIA DOS PRINCIPAIS SOLOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO, REGIÃO DE CAPIXABA – ACRE



ANEXO 2

APTIDÃO AGRÍCOLA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO SUCROALCOOLEIRO NA REGIÃO DE CAPIXABA, ACRE



MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ACRE INSERIDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

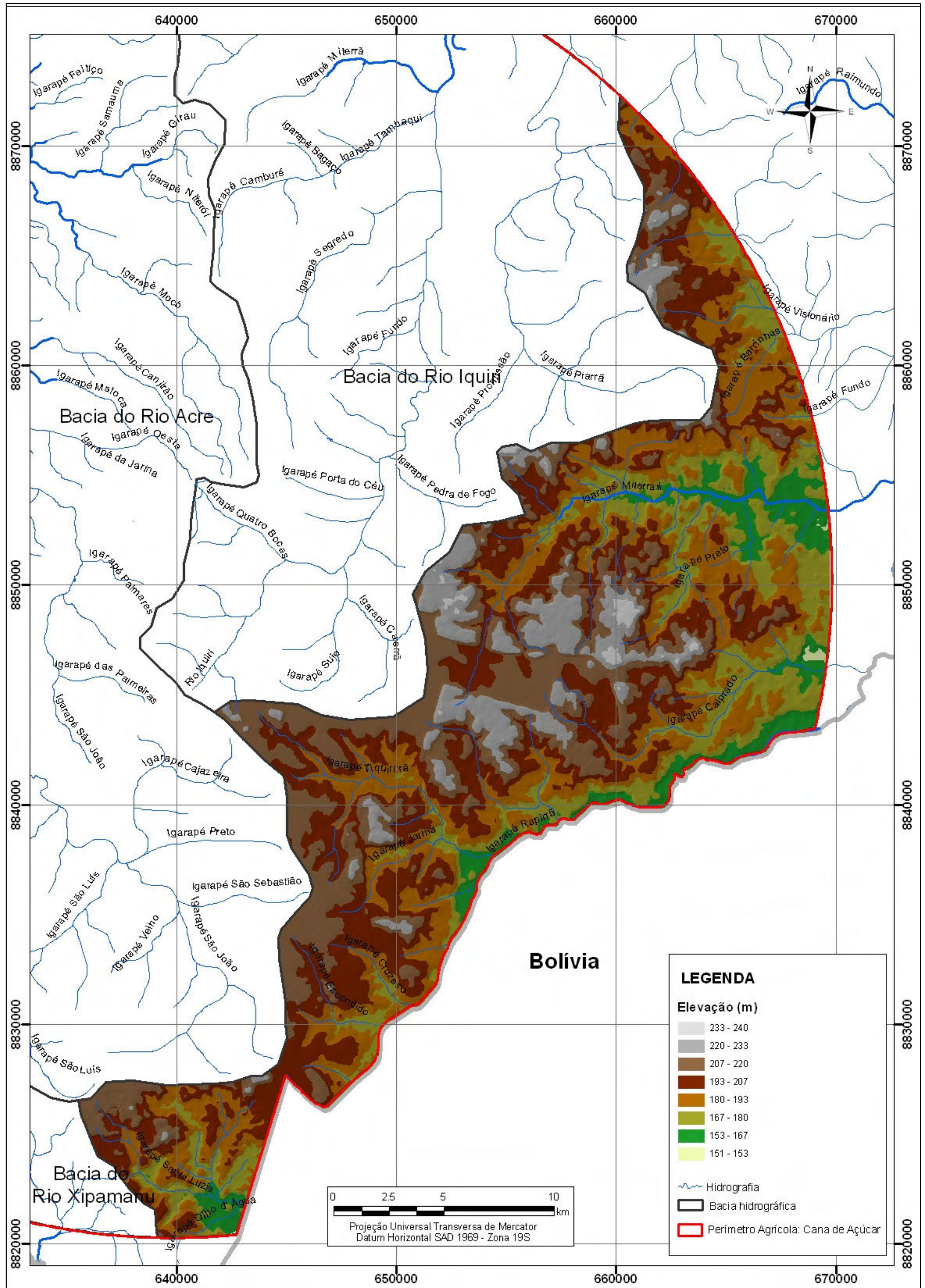


MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IQIRI INSERIDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO



ANEXO 5

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ABUNÃ INSERIDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO



ANEXO 6

MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DA PARTE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO XIPAMANU INSERIDA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

