



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

NEILA RÉGEA ERVILHA SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR  
AGROQUÍMICOS EM ÁREAS DE HORTICULTURA NA PORÇÃO OESTE DE BOA  
VISTA – RR. ESTUDO DE CASO: BAIRRO OPERÁRIO**

BOA VISTA-RR

2015

NEILA RÉGEA ERVILHA SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR  
AGROQUÍMICOS EM ÁREAS DE HORTICULTURA NA PORÇÃO OESTE DE BOA  
VISTA – RR. ESTUDO DE CASO: BAIRRO OPERÁRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG-GEO), da Universidade Federal de Roraima (UFRR), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia. Linha de pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir de Souza.

BOA VISTA-RR

2015

NEILA RÉGEA ERVILHA SANTOS

AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR  
AGROQUÍMICOS EM ÁREAS DE HORTICULTURA NA PORÇÃO OESTE DE BOA  
VISTA – RR. ESTUDO DE CASO: BAIRRO OPERÁRIO

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Geografia (PPG-GEO) da  
Universidade Federal de Roraima  
(UFRR) como parte dos requisitos  
para a obtenção de título de Mestre  
em Geografia. Linha de pesquisa:  
Dinâmica da Paisagem Amazônica.  
Avaliada pela seguinte banca.

---

Prof. Dr. Vladimir de Souza  
Orientador / Curso de Geologia – UFRR

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Luiza Câmara Beserra Neta  
Curso de Geografia - UFRR

---

Prof. Dr. Carlossandro Carvalho de Albuquerque  
Curso de Geografia - UEA

---

Prof. Dr. Fábio Luiz Wankler  
Curso de Geografia - UFRR

Dedico à meu marido Jean Carlos da Silva Santos e à meu filho Douglas Henrique Gularte de Campos, que estiveram presentes sempre, desde a seleção e no decorrer do curso, me incentivando e acreditando na minha vitória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus pela sua presença, onipotência e onisciência em minha vida, louvo a ti Senhor por esta vitória.

Ao Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGGEO, da Universidade Federal de Roraima - UFRR, especialmente à Coordenadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luiza Camara Beserra Neta e vice-coordenador Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior, e a Secretaria do Programa na pessoa dos secretários Otomar e Pedro.

À meu orientador, Prof. Dr. Vladimir de Souza, pela paciência e amabilidade no decorrer da construção deste trabalho.

Às minhas amigas inseparáveis neste caminho, Valdete Costa e Elisabete Nascimento, que foram imprescindíveis.

À meu amigo Daniel Dias, pela presteza e ajuda.

À Franzmiller Almeida Nascimento, pela ajuda valiosa na elaboração dos mapas.

Ao técnico de laboratório, Jailson Gomes do Departamento de Física e Thiago Falcão Soares do Curso de Geologia, ambos da UFRR, pela colaboração valiosa no Laboratório de Difratometria de Raios-X.

À meu marido, Jean Carlos, principalmente nos trabalhos de campo, pela paciência e cuidado.

À Willian André Costa Silva, pela ajuda com o programa Excel.

À Maik Feitosa pela colaboração no início do mestrado com os conhecimentos no programa ArcGis.

Às colegas Sheily Miranda Rodrigues e Talita Suelen Carvalho da Silva pela ajuda no Laboratório de Sedimentologia.

À todos professores do Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Roraima - UFRR, pelos valiosos ensinamentos.

Somente os sábios conseguem explicar as coisas. A sabedoria de uma pessoa brilha no seu rosto e a torna simpática mesmo que seja feia. Eclesiastes 08:01.

## RESUMO

A cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima, está localizada em uma área de vegetação do tipo Savanas, inserida em uma área de relevo suave, com uma densa rede hídrica e domínio dos Latossolos. A expansão urbana da cidade foi observada principalmente em seu setor Oeste, onde se intensificou a produção de hortaliças, através de um sistema convencional com o uso de produtos químicos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o risco de contaminação do solo por agroquímicos, em áreas de horticultura no Bairro Operário localizado na porção Oeste da cidade de Boa Vista – RR. Para isto foram realizados levantamentos bibliográficos, trabalhos de campo e laboratório. Em campo ocorreram registros fotográficos, coleta de pontos em GPS, abertura de seis trincheiras para análise de perfis de solo e coleta de amostras, além de análise de dois perfis em barragens de tanques de peixes e dois perfis em paredes de drenagem pluvial, com a coleta de 29 amostras de solo. O Laboratório de Informática do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO, da Universidade Federal de Roraima – UFRR, foi utilizado para o processamento dos dados digitais, através dos softwares ArcGis 10.0, Spring 5.2 e PCI Geomatics, com a elaboração de mapas de localização, hipsometria, declividade e drenagem, usando Imagem de Satélite (LandSat 8) e Imagem TOPODATA (SRTM). As análises de granulometria/textura, foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do Núcleo de Pesquisas Energéticas – NUPENERG - UFRR, a morfologia dos grãos foi efetuada no Laboratório de Áreas Degradadas – UFRR. Para as análises de pH (potencial hidrogeniônico), e M.O.S (matéria orgânica do solo), as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da EMBRAPA Amazônia Oriental de Belém – PA. As análises mineralógicas ocorreram no Laboratório de Difratometria de Raios – X do Departamento de Física – UFRR. Os resultados das análises granulométricas/textura e de morfologia dos grãos, revelaram que os solos da área de estudo são arenosos, com predomínio da fração areia fina com morfologia angular e subangular. As análises de pH (potencial hidrogeniônico) e M.S.O (matéria orgânica do solo), mostraram que os solos são ácidos e pobres em matéria orgânica. Os mapas de hipsometria e declividade confirmaram para área o domínio de relevo suave. Pelo mapa de drenagem foi possível observar que a área de hortas no Bairro Operário está próxima a uma densa rede hidrográfica. Assim tais resultados mostram a necessidade de ações que visem um melhor manejo do solo, tendo como objetivo a manutenção do equilíbrio ambiental.

Palavras chave: Agroquímicos. Solo. Equilíbrio ambiental.

## ABSTRACT

The city of Boa Vista, capital of the State of Roraima, is located in an area of vegetation of the type Savannas, inserted in an area of soft relief, with a dense water supply and domain of Oxisol. The urban expansion of the city was observed mainly at your section west, where it was intensified the production of vegetables, through a conventional system with the use of chemical products. The objective of this research was to evaluate the risk of contamination of the soil for agrochemicals, in horticulture areas in the District of Operário, located in the portion west of the city. For so much, bibliographical risings, field works and laboratory were accomplished. In field, they happened photographic registrations, collection of points in GPS, opening of six trenches for analysis of soil profiles and collection of samples, besides analysis of two profiles in barrages of tanks of fish and two profiles in walls of pluvial drainage, with collection of 29 soil samples. The Laboratory of Computer Science of the Program of Pós-Graduation in Geography - PPGGEO, of the Federal University of Roraima (UFRR) it was used for the processing of the digital data, through softwares ArcGis 10.0, Spring 5.2 and PCI Geomatics, with the elaboration of location maps, hypsometry, steepness and drainage, using satellite image (LandSat 8) and image TOPODATA (SRTM). The grain size/texture analyses were accomplished at the Laboratory of Sedimentology of the Nucleus of Energy Researches (NUPENERG) of UFRR; the morphology of the grains was made at the Laboratory of Degraded Areas (UFRR). For the pH analyses (hipogenionic potencial) and M.O.S (organic matter of the soil), the samples were directed to the Laboratory of Soils of EMBRAPA Amazonian Oriental of Belém-shovel. The mineralogical analyses happened at the Laboratory of Diffratometry of Raios X of the Department of Physics of UFRR. The results of the analyses of grain size/texture and of morphology of the grains they revealed that the soils of the study area are sandy, with prevalence of the fraction it sands fine with angular and subangular morphology. The pH analyses and M.S.O. they showed that the soils are acid and poor in organic matter. The hypsometry maps and steepness confirmed for the area the domain of soft relief. For the drainage map it was possible to observe that the area of vegetable gardens of the District of Operário is close to a dense water supply. Like this, such results show the need of actions that they seek a better handling of the soil, tends as objective the maintenance of the environmental balance.

Key Words : Soil. Agrochemicals. Environmental balance.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Efeitos previsíveis dos agrotóxicos.....	20
Figura 2 -	Mapa do Brasil e do Estado de Roraima, destacando na carta imagem o Município de Boa Vista-RR.....	25
Figura 3 -	Mapa da cidade de Boa Vista – RR, dividida em zonas urbanas.....	26
Figura 4 -	Mapa da cidade de Boa Vista – RR, zona Oeste e seus respectivos Bairros.....	27
Figura 5 -	Mapa de localização das hortas na zona Oeste de Boa Vista – RR...	28
Figura 6 -	Mapa de localização das hortas no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	29
Figura 7 -	Horta localizada no Bairro Operário –Boa Vista-RR.....	30
Figura 8 -	Mapa de morfoestruturas do Grabén do Tacutu.....	32
Figura 9 -	Imagem da Serra Grande localizada em Boa Vista – RR.....	33
Figura 10 -	Imagem de buritizais nas savanas de Roraima.....	34
Figura 11 -	Imagem do Rio Branco, em Boa Vista – RR.....	35
Figura 12 -	Mapa de solos do Município de Boa Vista – RR.....	37
Figura 13 -	Fluxograma de separação granulométrica.....	42
Figura 14 -	Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	46
Figura 15 -	Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	47
Figura 16 -	Perfil de solo em parede de drenagem pluvial (vala) em área de horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	48
Figura 17-	Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	49
Figura 18 -	Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	50
Figura 19 -	Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	51
Figura 20 -	Perfil de solo em barragem de tanque de peixes em área de horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	52
Figura 21 -	Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	53
Figura 22 -	Perfil de solo em barragem de tanque de peixes em área de horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	54

Figura 23 - Perfil de solo em parede de drenagem pluvial (vala) em área de horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	55
Figura 24 - Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard nos perfis estudados.....	58
Figura 25 - Variação granulométrica nos perfis de solos estudados.....	60
Figura 26 - Morfologia dos grãos de areia.....	63
Figura 27 - Variação no conteúdo de Matéria Orgânica nos perfis.....	65
Figura 28 - Variação do pH em H <sub>2</sub> O e KCL e ΔpH nos perfis de solos estudados.....	68
Figura 29 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 1, determinados por DRX em amostras totais.....	71
Figura 30 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 2, determinados por DRX em amostras totais.....	71
Figura 31 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 3, determinados por DRX em amostras totais.....	72
Figura 32 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 4, determinados por DRX em amostras totais.....	72
Figura 33 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 5, determinados por DRX em amostras totais.....	73
Figura 34 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 6, determinados por DRX em amostras totais.....	73
Figura 35 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 7, determinados por DRX em amostras totais.....	74
Figura 36 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 8, determinados por DRX em amostras totais.....	74
Figura 37 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 9, determinados por DRX em amostras totais.....	75
Figura 38 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 10, determinados por DRX em amostras totais.....	75
Figura 39 - Mapa de hipsometria da cidade de Boa Vista – RR.....	77
Figura 40 - Mapa de hipsometria da cidade de Boa Vista – RR – Visualização 3D.....	78
Figura 41 - Mapa de declividade da cidade de Boa Vista – RR.....	79

Figura 42 - Hortas no Bairro Operário – Boa Vista – RR.....	81
Figura 43 - Horta no Bairro Operário - Boa Vista – RR, com presença de fossa negra.....	82
Figura 44 - Horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR, com uso de irrigação artificial.....	83
Figura 45 - Mapa hidrográfico da cidade de Boa Vista – RR.....	84
Figura 46 - Horta no Bairro Operário – Boa Vista - RR, próximo à lagoa.....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Características radiométricas e espaciais das imagens.....	38
Tabela 2	- Classes de reação do solo.....	43
Tabela 3	- Granulometria dos perfis analisados na área de estudo.....	56
Tabela 4	- Tamanho e área superficial de partículas do solo.....	57
Tabela 5	- Distribuição das frações granulométricas nos perfis estudados.....	59
Tabela 6	- Morfologia dos grãos de areia dos perfis estudados.....	62
Tabela 7	- Matéria Orgânica do solo nos perfis de solos estudados.....	64
Tabela 8	- pH em H <sub>2</sub> O, KCL e ΔpH dos solos na área de estudo.....	67

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1	UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA.....	17
2.2	RISCO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR AGROTÓXICOS.....	18
2.3	CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR AGROQUÍMICOS.....	19
2.4	O USO DE GEOTECNOLOGIAS.....	20
3	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
3.1	OBJETIVO GERAL.....	23
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2	CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA.....	30
4.2.1	<b>Geologia</b> .....	30
4.2.2	<b>Geomorfologia</b> .....	31
4.2.3	<b>Clima</b> .....	33
4.2.4	<b>Vegetação</b> .....	34
4.2.5	<b>Hidrografia</b> .....	34
4.2.6	<b>Pedologia</b> .....	35
4.3	MATERIAIS.....	38
4.4	MÉTODOS.....	39
4.4.1	<b>Atividades de campo</b> .....	39
4.4.1.1	Coleta de amostras de solo.....	39
4.4.1.2	Entrevistas.....	40
4.4.1.3	Registro fotográfico.....	40
4.4.2	<b>Trabalhos de laboratório</b> .....	41
4.4.2.1	Determinações físicas.....	41
4.4.2.2	Análises químicas.....	43
4.4.2.3	Análises mineralógicas.....	43
4.4.3	<b>Elaboração de mapas temáticos</b> .....	44
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
5.1	ESPACIALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS.....	45
5.2	GRANULOMETRIA DOS SOLOS NOS PERFIS.....	55
5.3	MATÉRIA ORGÂNICA.....	63
5.4	PH DOS SOLOS NOS PERFIS ESTUDADOS.....	66
5.5	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA.....	69
5.6	INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NA LIXIVIAÇÃO E NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL.....	76
5.7	A AÇÃO ANTRÓPICA COMO FATOR DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE DRENAGEM.....	80
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	86
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	88

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado de Roraima está dividido em três grandes biomas, o domínio das Florestas, as Campinaranas e o domínio das Savanas.

As Savanas ocupam a porção central do Estado onde está localizada a Capital Boa Vista, inserida em uma área de relevo plano a suave ondulado com grande diversidade pedológica e densidade hídrica, com características climáticas definidas por duas estações, uma seca e outra chuvosa.

A expansão urbana na cidade de Boa Vista-RR, foi sentida principalmente no setor oeste da cidade, isso devido a políticas públicas que incentivaram tais assentamentos, compreendendo áreas intensamente habitadas, com lotes de diferentes tamanhos e uma densa rede de cursos d'água, onde se localizam propriedades hortícolas que visam abastecer de hortaliças o mercado municipal.

Objetivando potencializar a produção hortícola, o poder público municipal passou a incentivar horticultores, localizados principalmente no Bairro Operário, Zona Oeste de Boa Vista-RR, com implantação de programas, doação de estufas e acompanhamento técnico. Atualmente os produtores passaram usar técnicas convencionais com uso de produtos químicos, sem orientação profissional.

Sendo os agrotóxicos um dos grandes poluentes do solo, provenientes das atividades agrícolas, sua utilização sem devida orientação, pode trazer muitos prejuízos ao meio ambiente tornando-se uma preocupação presente e crescente nos dias atuais.

A agricultura no Brasil, é historicamente, uma das principais bases da economia no país, desde os primórdios da colonização até os dias atuais. As atividades agrícolas estão em constante processo de inovação visando assim uma maior produtividade no campo.

O Brasil um país que visa a produção extensiva de commodities agrícolas, passou assim a partir da década de 1950 incentivar o uso em larga escala de agrotóxicos, com a chamada Revolução Verde.

Os estudos científicos e os investimentos voltados ao desenvolvimento de produtos químicos ganharam força na Segunda Guerra Mundial, pois eram utilizados como arma para destruir, por via aérea, as colheitas dos inimigos. Desde de então, uma variedade de fórmulas foi desenvolvida pela indústria química, as quais até hoje são difundidas no mercado mundial como insumos para a agricultura moderna.

As políticas públicas influenciaram significativamente o uso de agrotóxicos na produção de alimentos no Brasil, utilizados inclusive em programas de saúde pública, combate e controle de parasitas. Em 1975, o Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), incentivava o agricultor a comprar veneno, através do crédito rural, ao instituir a inclusão de uma cota definida de agrotóxicos para cada financiamento requerido (ROCHA, 1998).

Os novos conhecimentos químicos, que aliados à indústria, possibilitaram a produção de agroquímicos que impuseram à agricultura novas necessidades e formas de produzir.

A agricultura de clima tropical e subtropical, como no caso brasileiro, apresenta uma série de características que favorecem a incidência de pragas e doenças, devido a isso o processo de utilização de agroquímicos é intenso. Após sua utilização a primeira chuva leva a descarga química para os rios, poluindo as águas e o solo ao redor (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Melo, Gianluppi e Uchôa (2004), existe a necessidade do conhecimento detalhado das características e propriedades químicas e físicas dos solos do Estado de Roraima, objetivando o seu manejo adequado e o uso mais apropriado de insumos, pois, o uso agrícola destes solos depende de um enfoque multidisciplinar na avaliação dos problemas e no estudo de soluções, para o uso racional destas terras.

O uso de substâncias químicas no controle de pragas, doenças e plantas daninhas em cultivo de plantas, pode ser identificado em registros que remontam a antiguidade.

Relatos de Homero de mais de 3000 anos, mencionam que os gregos e romanos já utilizavam o arsênico no controle de diversos tipos de insetos. Compostos orgânicos naturais como a piretrina, obtida das flores de crisântemos (*chrysanthemumsp*), eram usadas como inseticidas pelos chineses cerca de 2000 anos atrás. Povos do deserto protegiam suas tendas de armazenamento de cereais adicionando pó de piretro sobre os grãos, e ainda penduravam feixes dessas flores na entrada das tendas para repelir moscas e mosquitos. (POLTRONIERE; TRINDADE; SANTOS,2005, p.314).

O solo é um meio imóvel, enquanto a água e o ar são fluídos muito perturbáveis onde as substâncias se dispersam com facilidade. O solo é o local de reações complicadas que lhe impõe uma dinâmica física, química e biológica pouco clara. Os estudos para revelar essa complicada dinâmica são recentes nas diferentes regiões do mundo e são muito raros no nosso meio. Sua reação lenta às

ações dos agentes externos muitas vezes esconde o iminente perigo de substâncias e elementos nocivos que podem, frequentemente, acarretar consequências para os seres vivos como para a poluição das águas de maneira geral (CAMARGO, 2007).

Com o crescimento populacional oriundo principalmente da migração, houve um aumento expressivo na produção agrícola roraimense.

Segundo Benedetti (2007), esse crescimento é sentido na expansão das áreas plantadas com grãos (soja e arroz), fruticultura e silvicultura principalmente em áreas de savanas, cujo planejamento de uso e manejo dos solos carece de dados mais detalhados.

A contaminação de solos constitui-se atualmente em uma das grandes preocupações dos profissionais envolvidos com o meio ambiente. Diversas atividades humanas, entre elas a agricultura com o uso de agroquímicos, representam fontes potenciais de contaminação. (SCHMIDT, 2010).

O excesso de água aplicada na irrigação retorna aos rios, por meio do escoamento superficial e subsuperficial ou vai para os depósitos subterrâneos, por percolação profunda, arrastando consigo resíduos de fertilizantes, de defensivos, de herbicidas e de outros elementos tóxicos, denominados de sais solúveis. Os recursos hídricos assim contaminados requerem tratamento apropriado quando destinados ao suprimento de água potável (CHAGAS, 2010).

O solo e a água são recursos naturais essenciais à manutenção da vida no planeta Terra, sendo a produção de alimentos dependente destes recursos (STEFFEN; STEFFEN; ANTONIOLLI, 2011).

Apesar de existir legislação específica sobre uso, registro e comércio dos agrotóxicos, entre outras medidas voltadas a preocupação com a qualidade de vida, dos alimentos e do ambiente, ela não é eficaz para evitar o uso irregular e até mesmo ilegal de insumos agrícolas. Os processos de deterioração dos serviços oficiais de fiscalização, assistência técnica e pesquisa pública, entre outros problemas sociais e culturais, infelizmente vem contribuindo para o agravamento dos problemas decorrentes do uso indiscriminado dos agroquímicos (GEREMIA, 2011).

Como a contaminação de solos constitui-se hoje em uma das grandes preocupações dos profissionais envolvidos com o meio ambiente, e a atividade agrícola com o uso de agroquímicos representam fontes potenciais de contaminação, torna-se importante avaliar os riscos de contaminação do solo decorrente da atividade horticultora no entorno da cidade de Boa Vista-RR,



principalmente onde ela ocorre de forma mais intensa, como no Bairro Operário – Zona Oeste da cidade.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico é base que sustenta qualquer pesquisa científica, assim o estudo de trabalhos anteriores é fator primordial para um bom trabalho científico.

### 2.1 UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Segundo Brasil (1981), em seu art. 14, § 1º, que trata dos danos causados ao meio ambiente, estabelece a responsabilidade objetiva do causador do dano ambiental nos seguintes termos:

Art. 14, § 1º: Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

A Constituição Federal em seu art. 225 estabelece: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”.

O uso indiscriminado de agrotóxicos produz uma série de problemas como: destroem os micronutrientes do solo, contaminam a água subterrânea, evaporam e voltam com as chuvas, flora e fauna ficam comprometidas, entre outros.

O uso de agrotóxicos é amplamente disseminado para maioria dos produtores. Ao longo de quatro décadas de incentivo e uso intensivo os agroquímicos constituíram-se em sinônimo de agricultura. Isso se dá num contexto em que se desconhecem e/ou relativizam as implicações ambientais do uso dos agrotóxicos (ALMEIDA, 2006, p. 42).

Para Waichman (2008), a situação de analfabetismo ou baixa escolaridade predominante entre os agricultores, torna as informações contidas nas etiquetas dos agroquímicos difíceis de serem entendidas.

Os agricultores possuem várias dificuldades para conduzir as áreas horticoltoras do entorno de Boa Vista-RR, problemas financeiros pela limitação de oferta de produto, uma vez que há pouca diversificação de cultivos, problemas com contaminação de agrotóxicos e uma baixa qualidade de vida (QUERINO et al., 2008).

De acordo com Monquero, Inácio e Silva (2009), a utilização de agroquímicos no meio rural brasileiro tem trazido uma série de consequências, tanto para o ambiente quanto para a saúde do trabalhador rural. Em geral, essas consequências são condicionadas por fatores intrinsecamente relacionados, tais como: o uso inadequado dessas substâncias; a pressão exercida pela indústria e o comércio para esta utilização; a alta toxicidade de certos produtos; a ausência de certas informações sobre saúde e segurança de fácil apropriação por parte deste grupo de trabalhadores e a precariedade dos mecanismos de vigilância.

Segundo Nechet et al. (2010), foi constatado que a maioria dos olericultores de pequenas propriedades no entorno de Boa Vista-RR não realizam análise de solo e não diferenciam praga de doença, nem sintomas oriundos de deficiências nutricionais.

A maioria dos produtores de hortaliças em Boa Vista-RR, utiliza o sistema convencional de produção, marcado pelo uso de agrotóxicos, onde 98,7%, dos produtores usam tais produtos químicos (LIMA et al., 2011).

O uso contínuo de agroquímicos pode acarretar problemas, como o desenvolvimento de organismos resistentes, o que pode exigir em consequência o uso de dosagens maiores ou mesmo o desenvolvimento de novas fórmulas. Alguns pesticidas não são biodegradáveis e tendem permanecer durante muito tempo no meio ambiente, além dos efeitos prejudiciais em outros organismos que não são alvos, pois grande parte dos pesticidas poderão movimentar-se para o interior do solo, afetando a flora, a fauna e toda cadeia alimentar (BOTELHO; SILVA, 2012).

## 2.2 RISCO DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR AGROTÓXICOS

Um ambiente é considerado contaminado por algum elemento, quando houver aumento de suas concentrações em relação às concentrações naturais, enquanto que um ambiente é considerado poluído quando as concentrações de um determinado elemento encontram-se em níveis que afetam os componentes bióticos do ecossistema, comprometendo sua funcionalidade e sustentabilidade (ALLOWAY, 1995).

Neste trabalho risco será entendido como a probabilidade de que um evento esperado ou não esperado, se torne realidade. A ideia de que algo pode vir a ocorrer já então configura um risco (PELLETIER, 2007).

## 2.3 CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR AGROQUÍMICOS

Segundo Frigheto (1997), os principais processos que determinam o destino dos agrotóxicos no ambiente são: retenção, transformação química e bioquímica e transporte para a atmosfera, água subterrânea e água superficial. Cabe ressaltar que muitas vezes o agrotóxico original é transformado em outras moléculas químicas que apresentam características distintas da molécula original, podendo ser, inclusive, mais tóxicos. Cada um desses processos não é exclusivo, ou seja, há sempre mais de um ocorrendo ao mesmo tempo e que conferem a cada agrotóxico características específicas de comportamento em cada situação particular, ou ecossistema. Por exemplo, o processo de adsorção ao solo, quando associado ao processo de erosão, pode resultar em um maior dano aos recursos hídricos, pois as partículas de solo carregam consigo os agrotóxicos que a elas estejam adsorvidos.

Segundo Ramalho, Sobrinho e Veloso (2000), quanto menor a declividade e mais frequentes as aplicações de determinado produto, maior será o acúmulo deste produto no solo.

As atividades de origem agrícola oferecem riscos à qualidade das águas superficiais e subterrâneas sendo os agrotóxicos responsáveis principalmente pela forma de poluição difusa, onde o transporte destes poluentes do solo para a água pode ocorrer por lixiviação e por escoamento superficial, sendo que os principais fatores determinantes da lixiviação de agroquímicos no solo são a solubilidade da molécula em água, a textura e a estrutura do solo (PIERZYNSKI; SIMS; VANCE, 2000).

As características do solo interferem de maneira direta e indireta no comportamento dos pesticidas no solo, a quantidade de matéria orgânica, a textura e a estrutura, que resultam na porosidade de um solo, são fatores de extrema importância na determinação do comportamento dos agentes contaminantes no ambiente, grande parte dos pesticidas são sorvidos pela matéria orgânica do solo impedindo sua chegada ao lençol freático via percolação (FILIZOLA et al., 2002).

Os fatores que governam o comportamento dos herbicidas são: os atributos do solo (textura, estrutura, teor de matéria orgânica, pH, capacidade de troca catiônica (CTC), conteúdo de água, relevo, comunidade microbiana e equilíbrio nutricional); as condições ambientais (umidade relativa do ar, temperatura, luminosidade, vento e chuvas); as propriedades físico-químicas das moléculas de

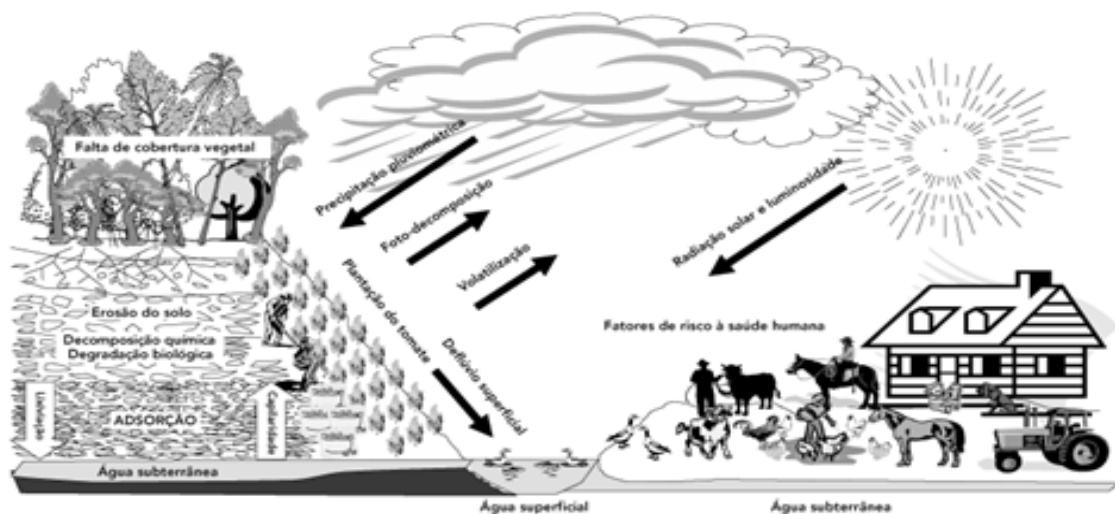
herbicidas, a interação destes fatores, as formas de manejo da cultura, a tecnologia de aplicação dos herbicidas e a presença ou ausência de plantas (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

Ao entrar em contato com o solo, os herbicidas podem sofrer diversos processos, que são comumente agrupados em três categorias: processos de sorção, com a retenção de herbicidas pela fase sólida do solo; transformação ou degradação, diz respeito a alteração da estrutura molecular dos herbicidas por meio bióticos e abióticos e transporte, que é definido como a movimentação do herbicida no solo, podendo ocorrer por lixiviação, escoamento superficial e volatilização (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

A contaminação da água subterrânea está vinculada ao movimento da água no solo, ou seja, uma vez ocorrendo o uso de agroquímicos a água funcionará como veículo até a água subterrânea (Fig. 1).

Figura 1 – Efeitos previsíveis dos agrotóxicos

Efeitos previsíveis dos agrotóxicos.



Fonte: Veiga et al. (2006)

## 2.4 O USO DAS GEOTECNOLOGIAS

Para Lazzarotto (1999) o “GPS (Global Positioning System) é um sofisticado sistema eletrônico de navegação, baseado em uma rede de satélites que

permite localização instantânea, em qualquer ponto da Terra, com uma precisão quase perfeita”.

A quantidade e a natureza das condições que variam no tempo e no espaço indicam que a utilização de Sig's (Sistemas de Informações Geográficas), como ferramenta básica pode auxiliar na análise dos impactos ambientais provocados pelos agroquímicos (NEVES et al., 1998).

Conforme Burrough e McDonnel (1998), os Sig's correspondem a um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e visualização de dados espaciais do mundo real para um conjunto de propósitos específicos.

Os Sig's, são comumente aceitos como sendo uma tecnologia que possui as ferramentas necessárias para realizar análises com dados espaciais e, assim, oferece, ao ser implementada, opções para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia, ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística (SILVA, 2003).

Conforme Mota (2003), o uso do geoprocessamento como ferramenta nas ações para conservação e preservação ambiental tem aumentado cada vez mais, pois ele permite as atualizações de mudanças ocorridas no meio, sejam elas decorrentes da ação antrópica ou não.

As geotecnologias, também conhecidas como "geoprocessamento", representam um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões. Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global (GPS) e a topografia (ROSA, 2005).

Segundo Lillesand, Kiefer e Chipman (2007), sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter informações sobre uma área objeto do fenômeno através da análise de dados adquiridos por um dispositivo que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação.

O sensoriamento remoto, conforme Novo (2008), é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia eletromagnética que é refletida ou emitida pela superfície, sem que haja contato direto com o alvo.

Para Fitz (2008), as geotecnologias podem ser compreendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e similares, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas em ações de planejamento em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

Em dias atuais os Sig's estão cada vez mais presentes em estudos ambientais, e revelam-se como ferramentas imprescindíveis para tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 GERAL

Avaliar o risco de contaminação do solo, água superficial e subterrânea por agroquímicos, em áreas de horticultura no Bairro Operário localizado na porção oeste de Boa Vista – RR.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

Caracterizar os solos existentes na área de estudo, quanto à granulometria, textura, morfologia dos grãos, matéria orgânica do solo (M.O.S.), pH em H<sub>2</sub>O e KCL e mineralogia;

Elaborar um mapa de declividade do terreno, visando analisar o relevo local;

Elaborar um mapa de drenagem, a fim de verificar a presença e espacialização de corpos hídricos e;

Verificar a ação antrópica como fator de risco de contaminação de drenagem.



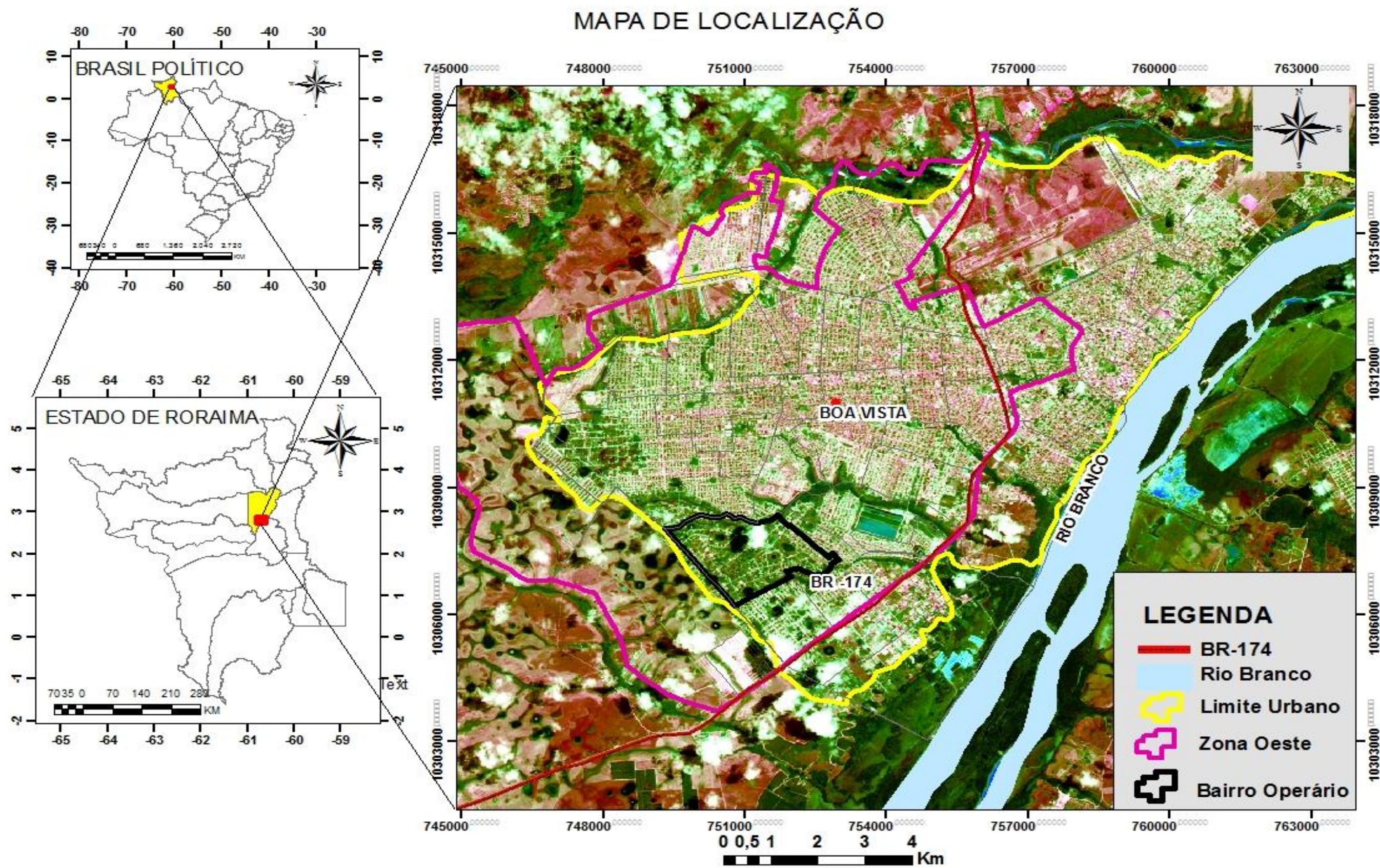
## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia desenvolvida estará centrada na pesquisa bibliográfica, campo e análise laboratorial, as quais darão base à pesquisa científica.

### **4.1 ÁREA DE ESTUDO**

A área estudada está situada no perímetro urbano da cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima no Bairro Operário, localizado na porção Oeste da cidade (Fig. 2).

Figura 2 – Mapa do Brasil e do Estado de Roraima, destacando na Carta Imagem o município de Boa Vista, a Zona Oeste e o Bairro Operário.

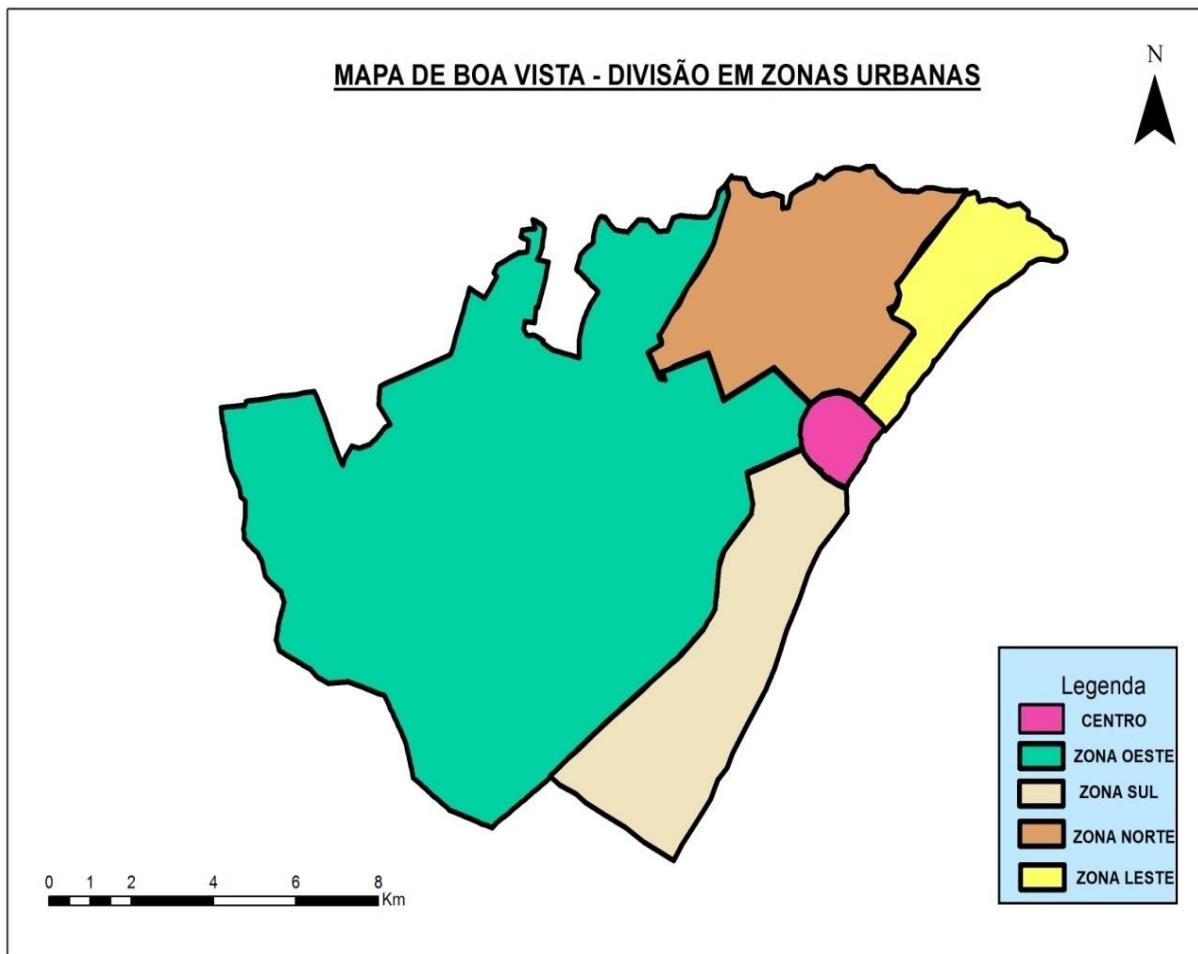


Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Boa Vista – RR, é composta 53 bairros, sendo dividida em cinco zonas urbanas a saber: Norte, Sul, Leste, Oeste e Centro.

Na Zona Oeste concentram-se a maioria absoluta dos bairros, sendo eles: Asa Branca, Alvorada, Equatorial, Nova Canaã, Bela Vista, Buritis, Caimbé, Cambará, Caranã, União, Centenário, Cinturão Verde, Jôquei Clube, Jardim Equatorial, Santa Luzia, Senador Hélio Campos, Jardim Primavera, Tancredo Neves, Piscicultura, Santa Tereza, Jardim Floresta, Jardim Tropical, Jôquei Clube, Liberdade, Mecejana, Pintolândia, Pricumã, Raiar do Sol, Dr. Silvio Botelho, São Bento, Cidade Satélite, Olímpico, Operário, Doutor Airton Rocha, Laura Moreira, Murilo Teixeira, Nova Cidade, Bela Vista e Raiar do Sol. (FARIAS; VERAS; PAIXÃO, 2013) (Fig. 3).

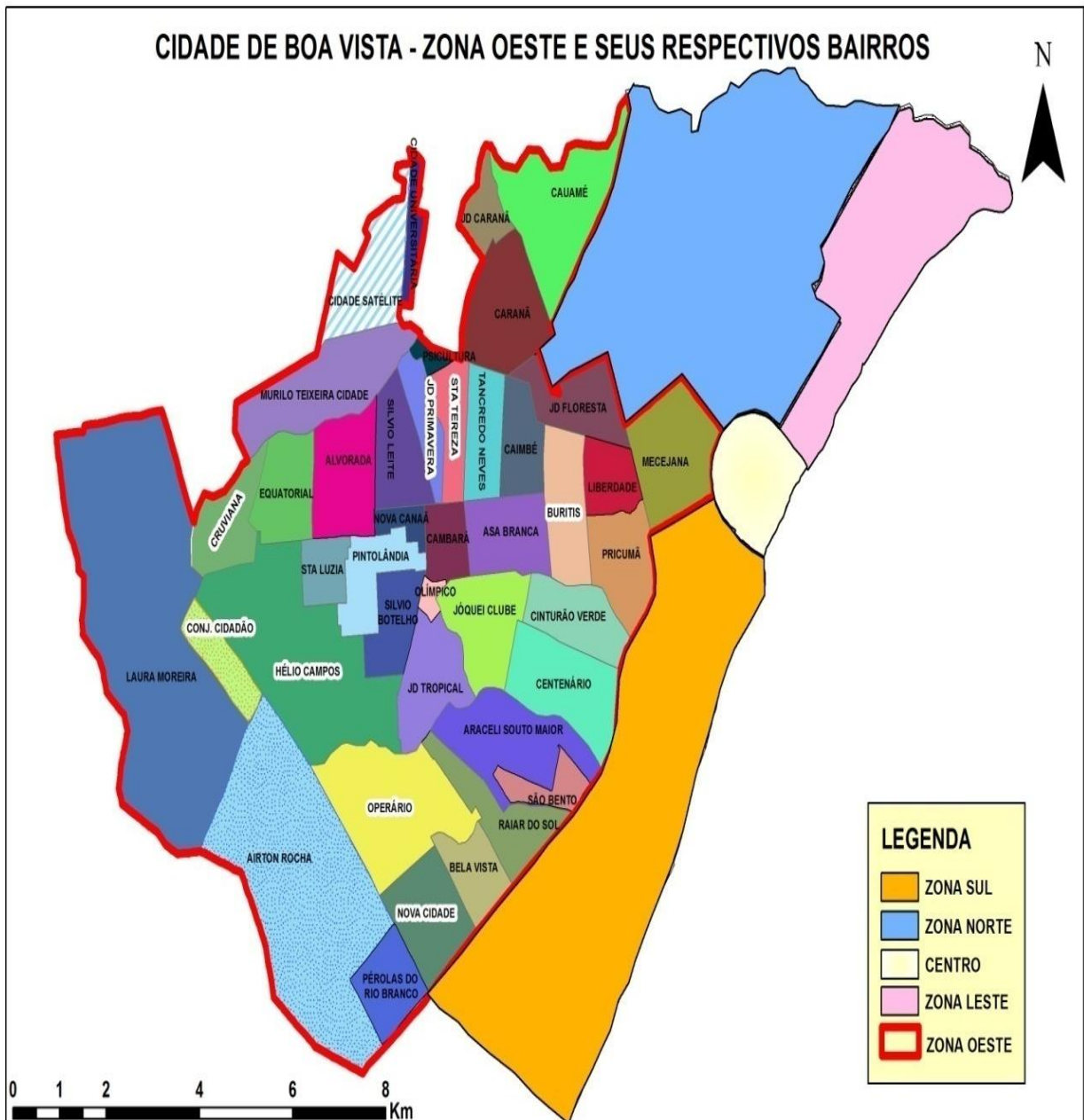
Figura 3 - Mapa da cidade de Boa Vista – RR, dividida em zonas urbanas



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Segundo Silva, Almeida e Rocha (2009), na Zona Oeste, reside a população assentada, assim como aquela que realizou a ocupação por invasões, tendo como justificativa de permanência nessa zona as políticas do governo que promoveram os assentamentos exatamente nesses territórios passando a ser denominados como dos segregados (Fig.4, 5, 6 e 7).

Figura 4 – Mapa de Boa Vista – RR, zona Oeste e seus respectivos bairros



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 5 – Mapa de localização das hortas na zona Oeste de Boa Vista – RR.

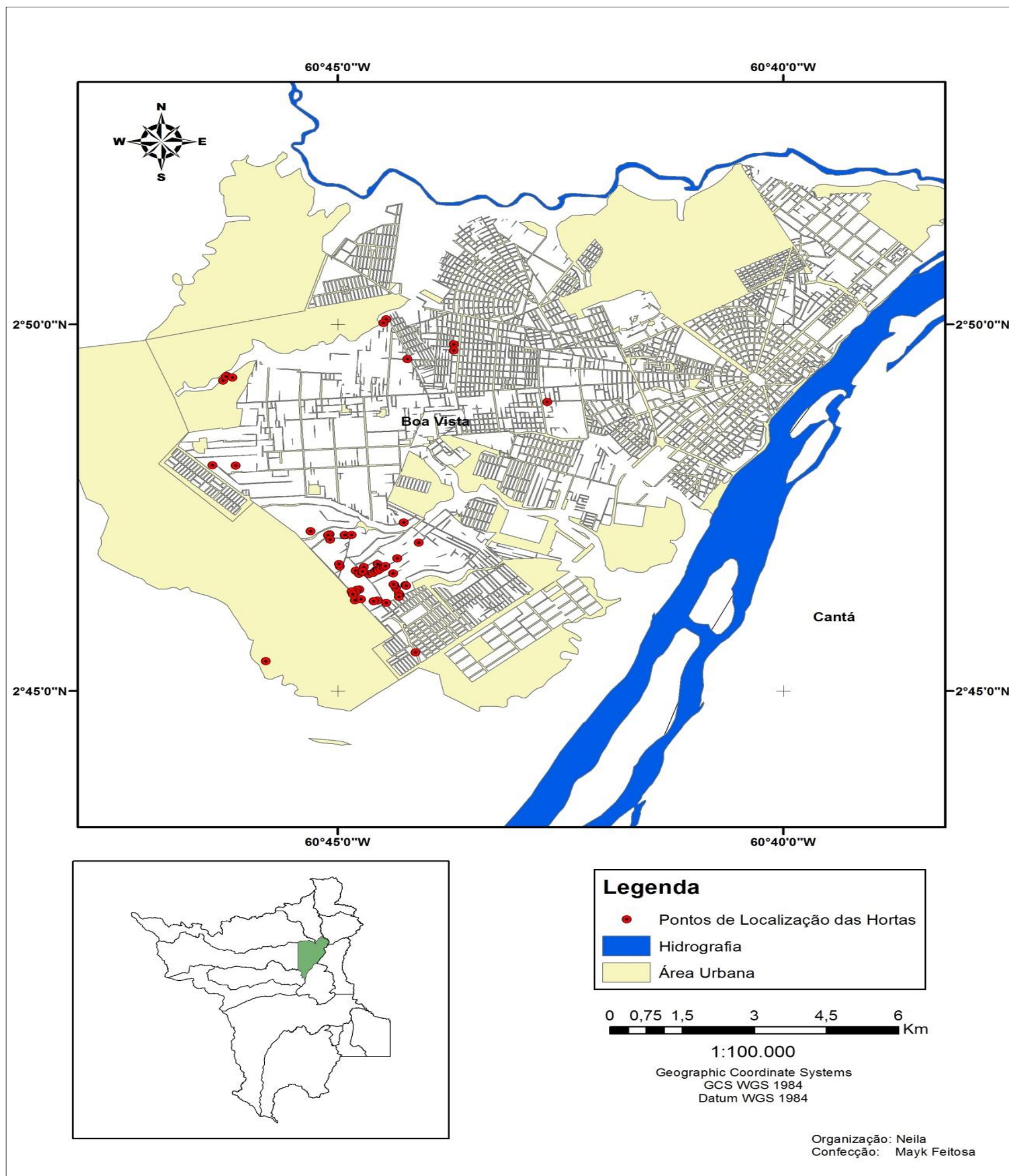


Figura 6 – Mapa de localização das hortas no Bairro Operário de Boa Vista – RR.

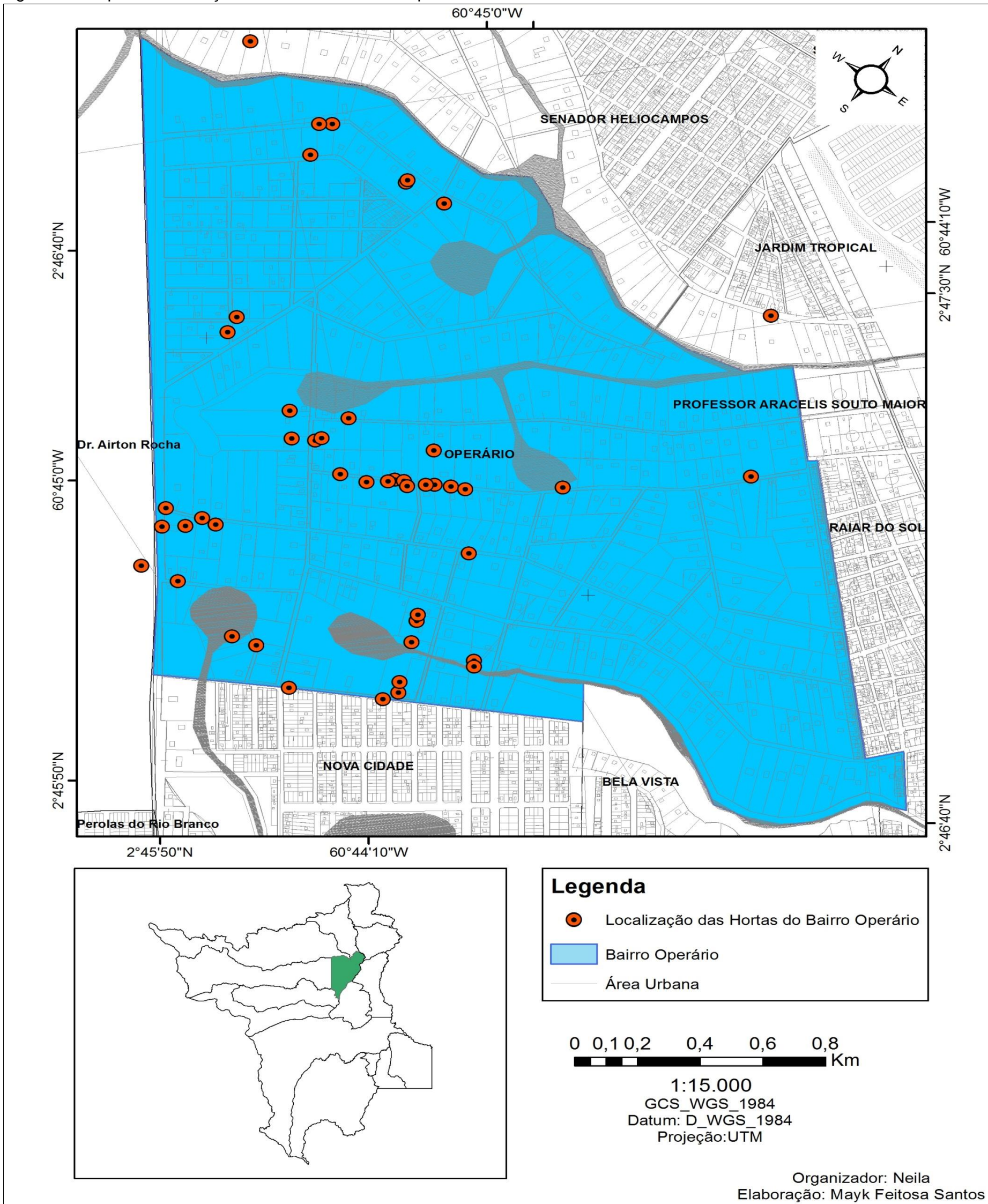


Figura 7 – Horta localizada no Bairro Operário – Boa Vista - RR



Fotografia: Neila Régea Ervilha Santos.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

### 4.2.1 Geologia

A geologia da área é constituída por sedimentos predominantemente arenosos, mal selecionados, com argilas arenosas e níveis de cascalhos intercalados (BRASIL, 1975).

A cidade de Boa Vista assenta-se sobre a bacia do Tacutu, cujas litologias dominantes constituem-se em rochas vulcânicas do juro-cretáceo da Formação Apoteri, sedimentos cenozoicos areno-argilosos relacionados às Formações Boa Vista, Areias Brancas e Depósitos detritos – lateríticos recentes (EIRAS ; KINOSHITA, 1988).

O quadro geológico da região de Boa Vista está inserido no Domínio Guiana Central (DGC), estruturado segundo direção NE-SW (REIS et al., 2003).

#### 4.2.2 Geomorfologia

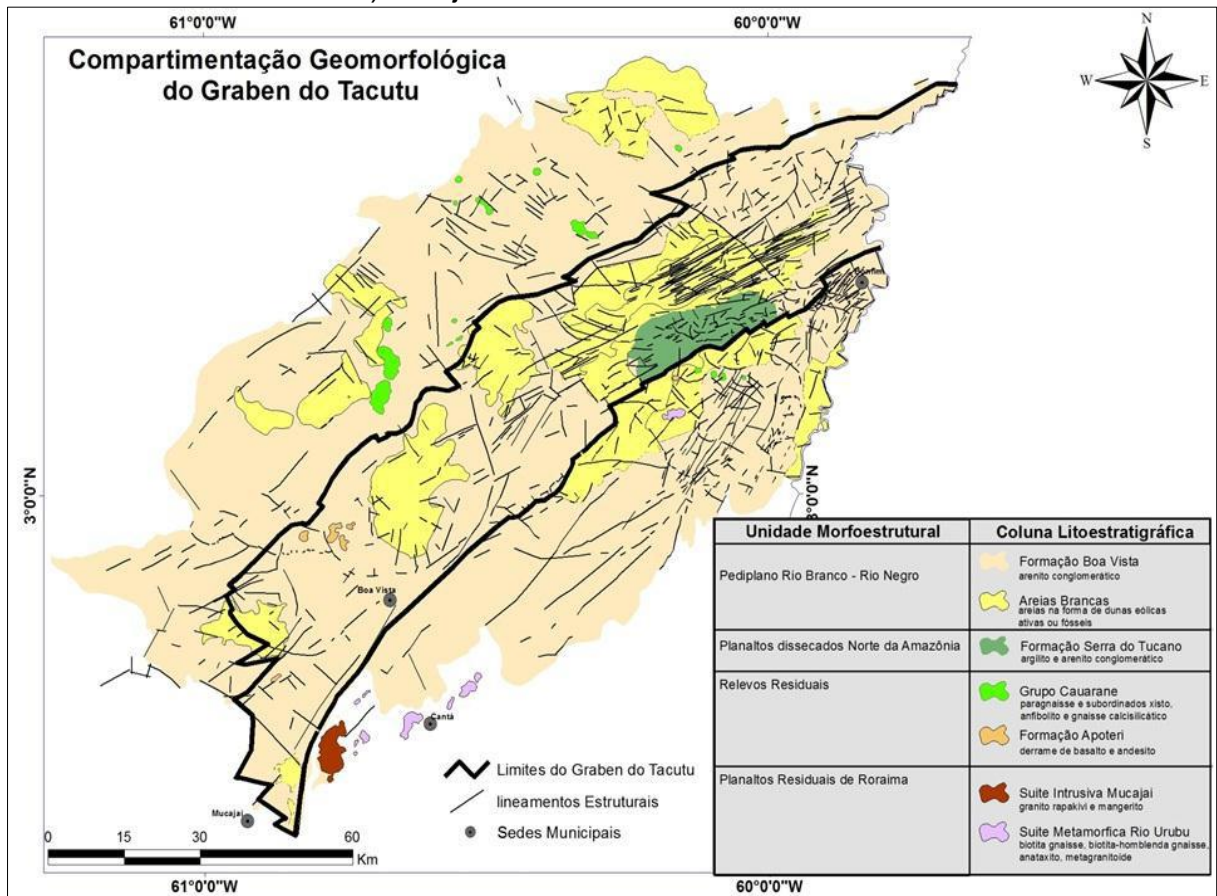
Conforme Brasil (1975), as Formas Erosivas no município de Boa Vista apresenta características geomorfológicas e suas simbologias, a saber: (Esp) - Superfície Pediplanada: superfície de aplainamento conservada, elaborada em litologias Pré-Cambriana e Cenozóicas; (Ei) - “Inselberg”: forma de relevo residual, resultante de processo de pediplanação isolada em superfície de aplainamento conservada. Quanto aos tipos de Dissecação, são os seguintes: (kp) – Cristas e Pontões: dissecação efetuada por drenagem muito aprofundada, resultando formas de relevo de declive forte, unidas em linha contínua no topo, associadas às formas com vertentes de declive forte e topos convexos, eventualmente com a rocha exposta. Nas formas de acumulação segundo Brasil (1975), a característica e simbologia é específica para (Apfi) – Planície fluvial inundável: áreas aplainadas resultantes de acumulação fluvial sujeitas a inundações.

De acordo com Beserra Neta e Tavares Júnior (2008), as unidades morfoestruturais de relevo que compõem a porção central de Roraima, são representadas por:

1- Planalto residual de Roraima – apresentando relevo colinosos, constituída por uma morfologia de erosão diferencial, responsável pela modelagem do relevo e devido à diferenciação geológica é representada por serras e maciços montanhosos isolados por vertentes composta por ravinas, formando ainda cristas e pontões; 2 - Planalto dissecado Norte da Amazônia – representada por colinas apresentando encostas ravinadas, vales encaixados e 3 - Pediplano Rio Branco-Rio Negro – área específica para a cidade de Boa Vista é representada por áreas aplainadas. Beserra Neta e Tavares Júnior (2008), destacam que essa unidade geomorfológica é expressa por extensa superfície de aplainamento correspondendo desta forma ao nível mais baixo da área (Fig. 8).



Figura 8 – Mapa de morfoestruturas do grabén do Tacutu (onde está localizada a cidade de Boa Vista – RR) e adjacências



Fonte: Tavares Júnior et al., (2013)

Ao noroeste da cidade de Boa Vista os planaltos Residuais de Roraima apresentam um conjunto de relevos residuais denominadas Serra Nova Olinda, de formações basálticas da base do Gráben do Tacutu (COSTA, 2008).

Beserra Neta e Tavares Júnior (2008), apontam que os relevos residuais roraimenses compreendem os inselbergs que constituem relevos residuais isolados ou agrupados elaborados em rochas vulcânicas ácidas e granitos de tendência mais alcalina de idade Pré-cambriana. A presença destas feições a exemplo da Serra Grande (fig.9), quebra a monotonia da extensa planície de aplainamento.

Figura 9 – Imagem da Serra Grande, localizada em Boa Vista – RR.



Fotografia: R. C. Callefi (2007).

#### 4.2.3 Clima

Boa Vista é caracterizada por apresentar clima tropical úmido, enquadrando-se, portanto no tipo “A” subtipo Awi na classificação de Köppen. O verão chuvoso tem duração de seis meses (abril a setembro) e o período seco estende-se do mês de outubro ao mês de março, o mês mais seco (janeiro) apresenta precipitação inferior a 60 mm, com a precipitação média anual girando em torno de 1.750 mm. Os valores médios de temperatura mensais variam entre 23 e 31 °C, com uma média anual de 27,4 °C (BRASIL, 2002).

O período de maior precipitação pluviométrica em Boa Vista, RR, segundo Araújo et al. (2001), tem início em abril e se prolonga até setembro. Nos meses de junho e julho ocorrem as maiores precipitações do ano com médias superiores a 330 mm, decrescendo mês a mês até o mínimo de 20 mm em fevereiro e, considerando-se 80% de probabilidade de precipitação, há somente quatro meses (maio, junho, julho e agosto). A precipitação anual média é de 1688,4 mm, sendo 1945 o ano mais chuvoso, com 2554,6 mm, e 1983 o ano menos chuvoso.

#### 4.2.4 Vegetação

Boa Vista apresenta cobertura vegetal de savanas, desenvolvida sobre extensa superfície plana a levemente ondulada (BRASIL, 2002).

Em Roraima as áreas de savanas estão localizadas no norte e nordeste do Estado, e somam aproximadamente 39.000 Km<sup>2</sup>, constituindo planície com mosaico de suaves colinas e tabuleiros entremeadas de depressões com Buritizais e manchas esparsas de florestas, como ilhas (VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2010). (Fig. 10).

Figura 10 – Imagem de buritizais nas Savanas de Roraima



Fotografia: T. Orihuela (2011).

#### 4.2.5 Hidrografia

A bacia do Rio Branco é dominante em quase todo Estado, sendo o Rio Branco o principal componente do sistema hidrográfico de Boa Vista, segundo Brasil (1975), além do Rio Branco outros cursos fluviais importantes destacam-se neste cenário como o rio Cauamé, seu principal afluente, pela margem direita, o Rio

Mucajaí na parte sudoeste da região, e ainda os igarapés: do Paca, da Água Boa de Univini, Auaí Grande, Waizinho (Fig. 11).

Figura 11 – Imagem do Rio Branco, em Boa Vista – RR



Fotografia: T. Orihuela ( 2010).

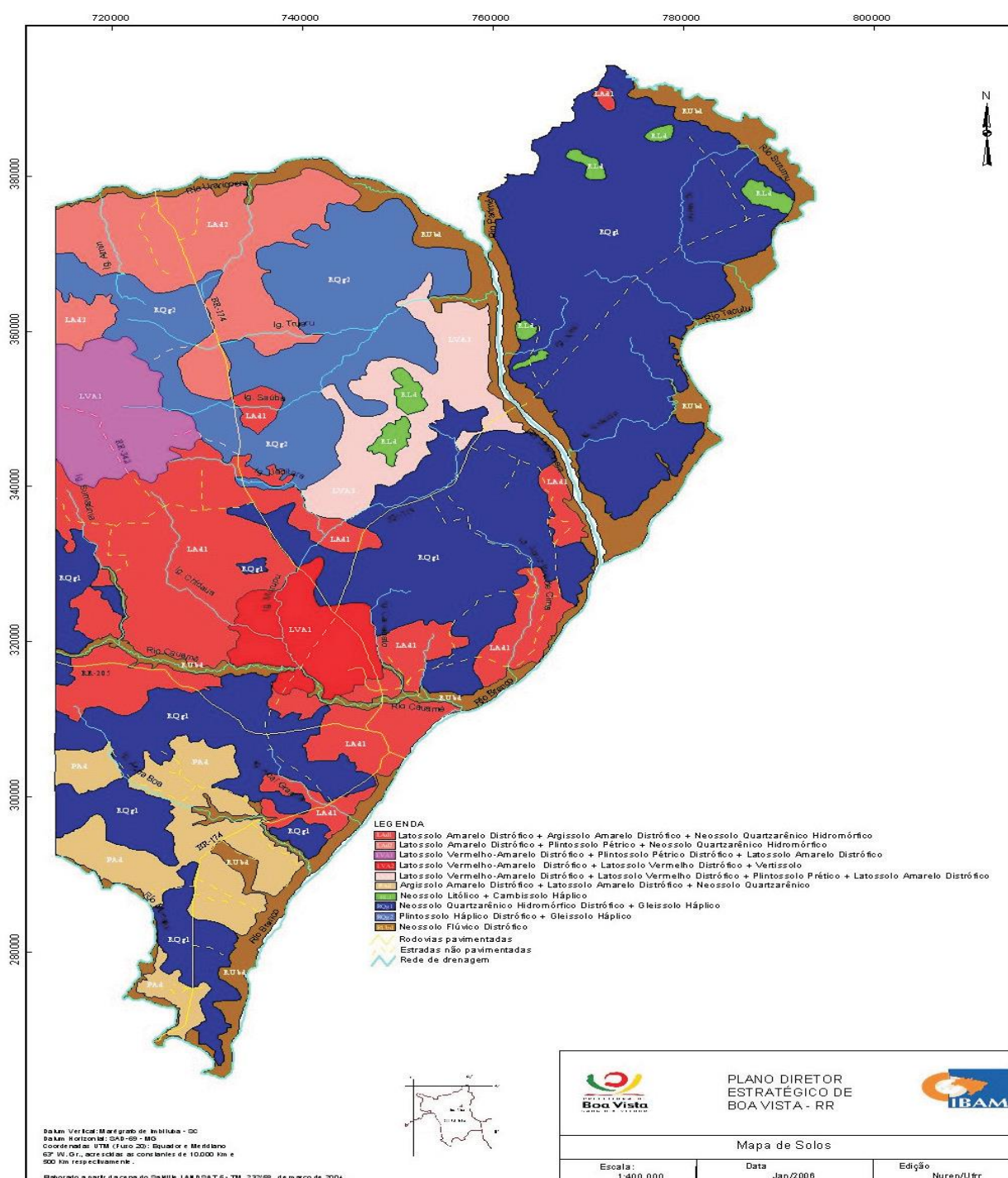
#### 4.2.6 Pedologia

Em estudo realizado por Vale Júnior (2007), citado em Vale Júnior (2010), na região de savana de Roraima, foram identificadas e mapeadas as seguintes classes de solos até o quarto nível categórico: LAd - LATOSSOLO AMARELO Distrófico/Distrocoeso textura média a argilosa, relevo plano a suave ondulado, vegetação de savana. LVAd - LATOSSOLO VERMELHO – AMARELO A moderado Distrófico textura média a argilosa, relevo plano a suave ondulado, vegetação de savana. LVd - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico textura argilosa, relevo suave ondulado a ondulado, vegetação de savana. PAd - ARGISSOLO AMARELO Distrófico/Distrocoeso textura arenosa/média, relevo plano a suave ondulado, vegetação de savana. PVAd - ARGISSOLO VERMELHO – AMARELO A moderado Distrófico textura média/argilosa, relevo plano a suave ondulado, vegetação de

savana. RLd – NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, relevo ondulado a montanhoso, vegetação de transição savana/Floresta. RYbd - NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico, relevo plano, vegetação de floresta. RQo - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico, relevo plano, vegetação de savana. RQg - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico, relevo abaciado, vegetação de savana. GXbd - GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico textura média/argilosa, relevo abaciado, vegetação de savana. CXbd - CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, relevo ondulado a montanhoso, vegetação de transição savana/Floresta. SNo - PLANOSSOLO NÁTRICO Órticogleissólico, relevo plano a abaciado, vegetação de savana. FFc - PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário, relevo plano a suave ondulado, vegetação de savana. FXd - PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico Sódico/Solódico, relevo plano, vegetação de savana.

Segundo Vale Júnior et al. (2010), foram identificadas e mapeadas as classes de solos até o quarto nível categórico, na região de savana de Roraima, no Município de Boa Vista – RR, a distribuição dessas classes de solos está representada na figura 12.

Figura 12– Mapa de solo do Município de Boa Vista – RR, proposto por Vale Júnior (2006)



Fonte: Vale Júnior et al. (2010).

### 4.3 MATERIAIS

Para realização da pesquisa foi necessário a obtenção de dados bibliográficos, cartográficos, de sensoriamento remoto e campo.

Os dados bibliográficos foram obtidos através de artigos científicos, livros e capítulos de livros, que serviram para o embasamento do referencial teórico e metodológico.

As imagens de satélite, foram obtidas pelos seguintes sites: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Serviço Geológico Americano- USGS e Google Earth (Tabela 1).

Tabela 1 – Características radiométricas e espaciais das imagens.

Satélite	Sensores	Data de aquisição	Orbita /ponto	Bandas	Resolução espacial	Azimute iluminação/elevação do sol
LandSat 8	OLI_TIRS	2013/08/27	232 058	1,2,3,4, 5,6,7,9,  10,11,  8	30 x 30  100 X 100  15 x 15	73.81/62.91

Organização: Neila Régea Ervilha Santos.

O trabalho de campo foi realizado com o auxílio dos seguintes materiais: GPS (Global Positioning System) Garmim, indispensável para determinar as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), câmera fotográfica digital, para registro fotográfico compreendido como fator de relevância na pesquisa, gravador de áudio, imprescindível nas entrevistas que foram realizadas, colher de pedreiro, boca de lobo e pás de corte para coleta de amostras de solo, sacos plásticos, para o acondicionamento das amostras de solo, etiquetas para identificar as amostras.

Para os trabalhos de laboratório foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos: gral de porcelana para destorroar as amostras de solo, Becker para análise granulométrica, bastão de vidro pra agitar as amostras no processo da separação da areia, silte e argila, lavadora ultrassônica, para separar a areia, silte e argila, agitador de peneiras, usado para separar as frações de areia, centrífuga usada na separação do silte e argila, recipientes plásticos para acondicionar as amostras de areia e silte para secagem, balança de alta precisão para pesagem das amostras, gral de ágata para pulverizar as amostras, lâminas de alumínio e difratômetro para análise mineralógica.

Para o processamento dos dados digitais os softwares utilizados foram: ArcGis 10.0, Spring 5.2 e PCI Geomatics, usando para esta finalidade o Laboratório de Informática do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO, da Universidade Federal de Roraima - UFRR.

Para produção de gráficos e tabelas o software utilizado foi o Excel.

O Software Sysgran v 3.0, foi usado para tratar os dados granulométricos.

Os dados de mineralogia foram processados usando os software X'pert Highscore Plus e Gnuplot na confecção dos gráficos.

Para edição final das imagens e fotografias o CorelDRAW X5 e X7 foi o programa usado.

#### 4.4 MÉTODOS

Abaixo relacionados estão discriminados os métodos que foram utilizados no decorrer da pesquisa.

##### **4.4.1 Atividades de campo**

###### 4.4.1.1 Coleta de amostras de solo

A coleta de amostras de solo, seguiu os procedimentos do manual de descrição e coleta de solos em campo (SANTOS et al., 2013).

A malha de amostragem foi aleatória, com distribuição dos pontos para a abertura de trincheiras de forma casual (LANDIM, 2003). Foram abertas 06 trincheiras com área de 1m<sup>2</sup> e 1,5 m de profundidade, para coleta de amostras de



solo em cada um dos horizontes individualizados, e foi coletado amostras em barragens de 02 tanques de peixes e 02 valas abertas para sistema de drenagem da prefeitura municipal, sendo coletadas um total de 29 amostras, onde cada uma delas tinha peso aproximado de 2kg.

Uma vez coletadas, as amostras foram analisadas no Laboratório de Sedimentologia do Núcleo de Pesquisas Energéticas da Universidade Federal de Roraima – NUPENERG/UFRR, para análises de granulometria e textura, segundo orientação da EMBRAPA (1997). Para as análises de matéria orgânica do solo (M.O.S.), potencial hidrogeniônico (pH) em água (H<sub>2</sub>O) e solução de cloreto de potássio (KCl), as amostras foram encaminhadas para o Laboratório da EMBRAPA Oriental – Belém - PA.

#### 4.4.1.2 Entrevistas

As entrevistas foram realizadas informalmente, a fim de obter dados relevantes a pesquisa. Para que nenhuma informação fosse perdida, foi utilizado, mediante prévia autorização dos entrevistados, um aparelho gravador.

Tais entrevistas ocorreram com o coordenador de agrotóxicos da Agência de Defesa Agropecuária de Roraima – ADERR, obtendo informações sobre a legislação estadual de agrotóxicos e sua aplicabilidade no meio horticultor da zona oeste de Boa Vista – RR e entrevistas com os próprios horticultores, coletando informações sobre o uso dos agroquímicos e como ocorrem as fiscalizações por parte das entidades competentes.

#### 4.4.1.3 Registro fotográfico

O registro fotográfico foi feito em todas as etapas dos trabalhos de campo. Tal registro foi fundamental à pesquisa pois através dele pode se adquirir imagens de todo o processo de coleta de dados. Para fotografar foi utilizada uma câmera fotográfica digital, e as imagens constam no arquivo fotográfico da pesquisa.

## 4.4.2 Trabalhos de laboratório

### 4.4.2.1 Determinações físicas

As amostras de solos foram inicialmente secas em temperatura ambiente, e então peneiradas em malha de 2 mm para obter a terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida, foi feita a separação das frações areia, silte e argila. A separação das frações areia, silte e argila se deu por via úmida, enquanto as frações granulométricas da areia (areia grossa, areia média e areia fina), por via seca.

Os procedimentos executados no Laboratório de Sedimentologia do Núcleo de Pesquisas Energéticas – NUPENERG, da Universidade Federal de Roraima – UFRR, seguiram orientação da EMBRAPA (1997).

#### a) Separação das frações areia, silte e argila

Para a separação das frações areia, silte e argila as amostras primeiramente foram destorroadas utilizando-se um gral de porcelana, pesando um volume de 100g.

A amostra de 100g foi colocada em um Becker e adicionado água até completar um volume de 400 ml. Assim o Becker foi colocado na lavadora ultrassônica de marca UNIQUE, mexendo a mistura por 10 min. e passando pela peneira de 125 µm com a finalidade de separar a areia e matéria orgânica da porção de silte e argila. Tal procedimento foi repetido quantas vezes foi necessário até o clareamento da água da mistura.

As frações silte e argila foram separadas por suspensão aquosa, obtida por centrifugação utilizando uma centrífuga de marca CENTRIBIO 80-2B, na velocidade de 1000 rpm e durante 2 min. Assim foi descartada em pia a porção líquida contendo a argila e o conteúdo restante no tubo sendo o silte, que foi retirado acondicionado em um recipiente para posterior secagem e pesagem.

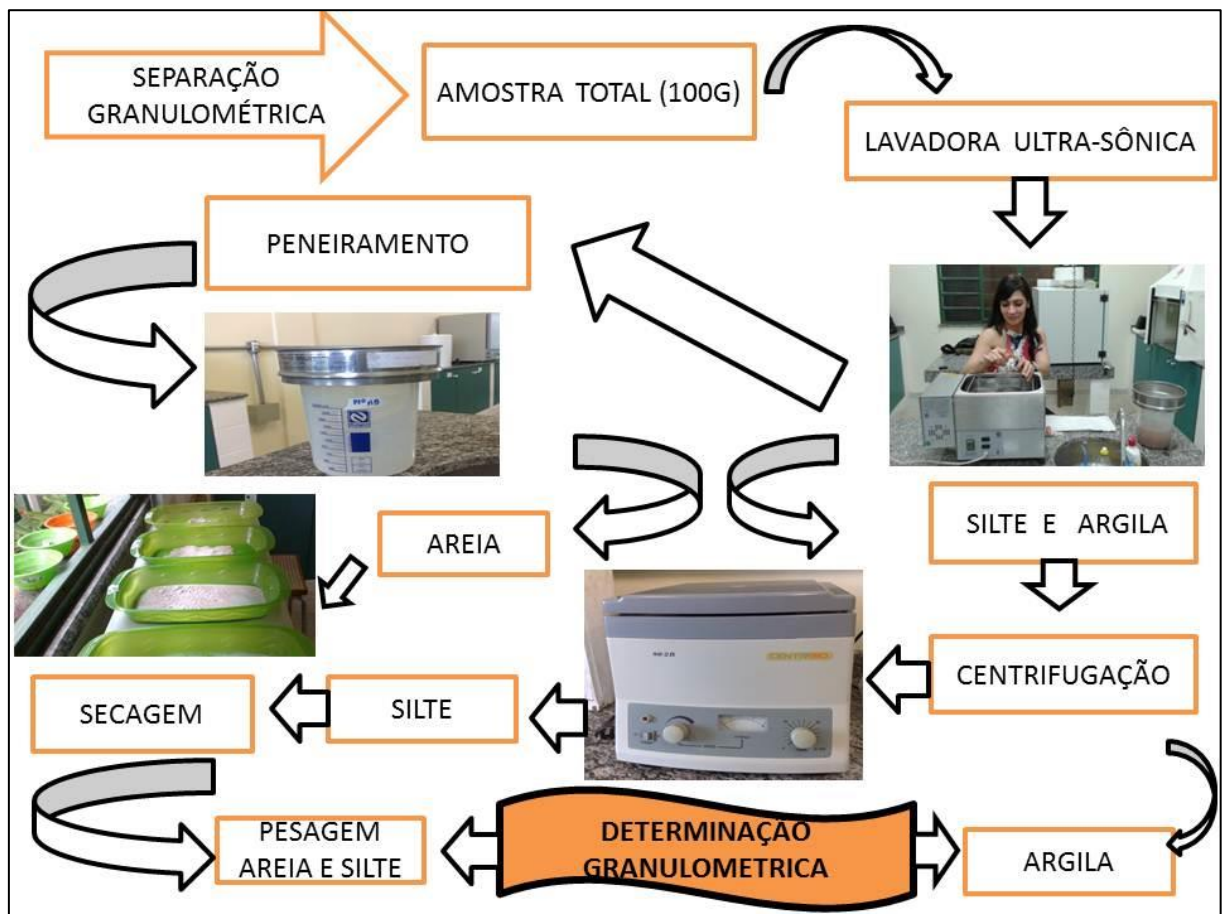
As frações areia e silte após secagem, foram pesadas e somadas os totais (areia + silte). Do peso total da amostra inicial de 100g foi subtraído o somatório areia e silte, obtendo assim a fração argila.

#### b) Separação da fração areia (peneiramento)

Após a secagem a fração areia foi separada por peneiramento, usando um conjunto de peneiras de 4,00 mm., 2,00 mm., 1,00 mm., 0,500mm., 0,250 mm.,

0,125 mm. e 0,063 mm., colocadas em um agitador mecânico por um tempo de 10 min., sendo posteriormente pesadas as porções retidas nas peneiras. A escala de Atterberg (SUGUIO, 1973) foi adotada para determinação dos valores percentuais nas frações de areia grossa (2,00 mm), areia média (1,00 a 0,500 mm), areia fina (0,250 a 0,125 mm), silte e argila (>0,125) (Fig. 13)

Figura 13 – Fluxograma de separação granulométrica



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os dados granulométricos foram armazenados no software Excel e posteriormente tratados no software Sysgran v. 3.0 para produção de tabelas e diagramas triangulares tipo Shepard (1954).

A partir dos resultados da análise granulométrica, foi determinada a textura segundo Vale Júnior et al. (2010), em: Textura arenosa – são considerados de textura arenosa os solos que apresentam teor de argila entre 0 e 15 %. Textura média – são considerados de textura média os solos que apresentam teor de argila

entre 15 e 35%. Textura Argilosa – são considerados argilosos os solos que apresentam teor de argila maior que 35%.

A análise da morfologia dos grãos, foi realizada no Laboratório de Mapeamento de Áreas Degradadas, usando para isto uma lupa binocular de marca OPTON, com zoom 2XWD 45mm e lente WF 10X/22 e máquina fotográfica de marca SONY 18 Mega pixels. A análise partiu de uma amostragem de 100 grãos selecionados da fração areia separadas por peneira de 0,500mm, usando a tabela de Russel e Taylor (1937, apud SUGUIO, 1973), para classificar os grãos em: angular, subangular, subarredondado, arredondado e bem arredondado. Os dados foram armazenados no software Excel para produção de tabelas e gráficos.

#### 4.4.2.2 Análises químicas

As análises de pH em H<sub>2</sub>O e KCl, assim como o total de matéria orgânica do solo (M.O.S), foram realizadas no Laboratório de Solos da EMBRAPA Oriental em Belém – PA., seguindo as orientações da EMBRAPA (1997). Os dados obtidos foram armazenados no software Excel para produção de tabelas e gráficos.

Os valores de referência para a determinação das classes de reação do solo, utilizados por EMBRAPA (2006), estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Classes de reação do solo.

Classes	pH (solo/água 1:2,5)
Extremamente ácido	< 4,3
Fortemente ácido	4,3 – 5,3
Moderadamente ácido	5,4 – 6,5
Praticamente neutro	6,6 – 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 – 8,3
Fortemente alcalino	> 8,3

Fonte: EMBRAPA, 2006.

#### 4.4.2.3 Análise mineralógica

Para a análise mineralógica, primeiramente ocorreu à pulverização das amostras com uso 30g da fração de amostra total, utilizando para esta finalidade um gral de ágata, tal procedimento foi realizado no Laboratório de Mapeamento de Áreas Degradadas da Universidade Federal de Roraima – UFRR. Posteriormente as

amostras pulverizadas foram encaminhadas para o Laboratório de Difração de raios-X do Departamento de Física da UFRR, onde foram confeccionadas as lâminas para as identificações minerais, utilizando o Difratômetro de marca Shimadzu, modelo XRD 5000, na velocidade de varredura de 2.0 deg/min, com ângulo de varredura de 10 a 80 graus e tempo de varredura de 0,60 segundos. O difratômetro, equipado com ânodo de Cobre (Cu), com voltagem no tubo de raio X de 40 kV e corrente de 30 mA. Os dados foram tratados utilizando o software X'pert High Score Plus, para elaboração de difratogramas e o software Gnuplot para produção dos gráficos, com banco de dados ICDD (International Center for Diffraction Data) na versão PDF22003.

#### **4.4.3 Elaboração dos mapas temáticos**

A pré-localização das hortas existentes foi feita através do Google Earth. Assim com auxílio de um aparelho de GPS, os pontos foram registrados e posteriormente elaborado o mapa de localização, através do software Arcgis 10.0.

O mapa de hipsometria e declividade da área, foram produzido em ambiente de Sig's (Sistema de Informação Geográfica), através de imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) para a obtenção de um Modelo Numérico do Terreno (MNT), e usando o software ArcGis 10.0 para realização da classificação quanto as classes hipsométricas e de declividade. Foi gerado também uma visualização 3D, utilizando a ferramenta arcsene.

O mapa de drenagem foi executado usando imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) para a obtenção de um Modelo Numérico do Terreno (MNT), o software utilizado para extração da drenagem foi o ArcGis 10.0, usando a ferramenta Hydrology disponível na extensão Spatial Analyst Tools.

Tanto o sensoriamento remoto como o geoprocessamento, foram utilizados como subsídio para interação dos dados e produção dos mapas. Tais procedimentos foram executados no laboratório de Informática do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima (PPG-GEO).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ESPACIALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

De acordo com os trabalhos de campo, foi possível caracterizar os solos de 10 perfis na área de estudo, quanto à identificação dos horizontes, granulometria, textura, morfologia dos grãos, matéria orgânica do solo (M.O.S.), potencial hidrogeniônico (pH), em água (H<sub>2</sub>O) e solução de Cloreto de Potássio (KCl) e mineralogia.

#### 5.1.1 Perfis de solos na área de estudo

- Perfil 01: Coordenadas UTM – 0750276N e 0308740E

Foram identificados neste perfil três horizontes: O, A e B em uma profundidade de 150 cm. A textura predominante em todos horizontes foi arenosa. Presença de raízes principalmente nos horizontes mais superficiais (Fig.14).

Figura 14 – Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A); Croqui da trincheira (B)



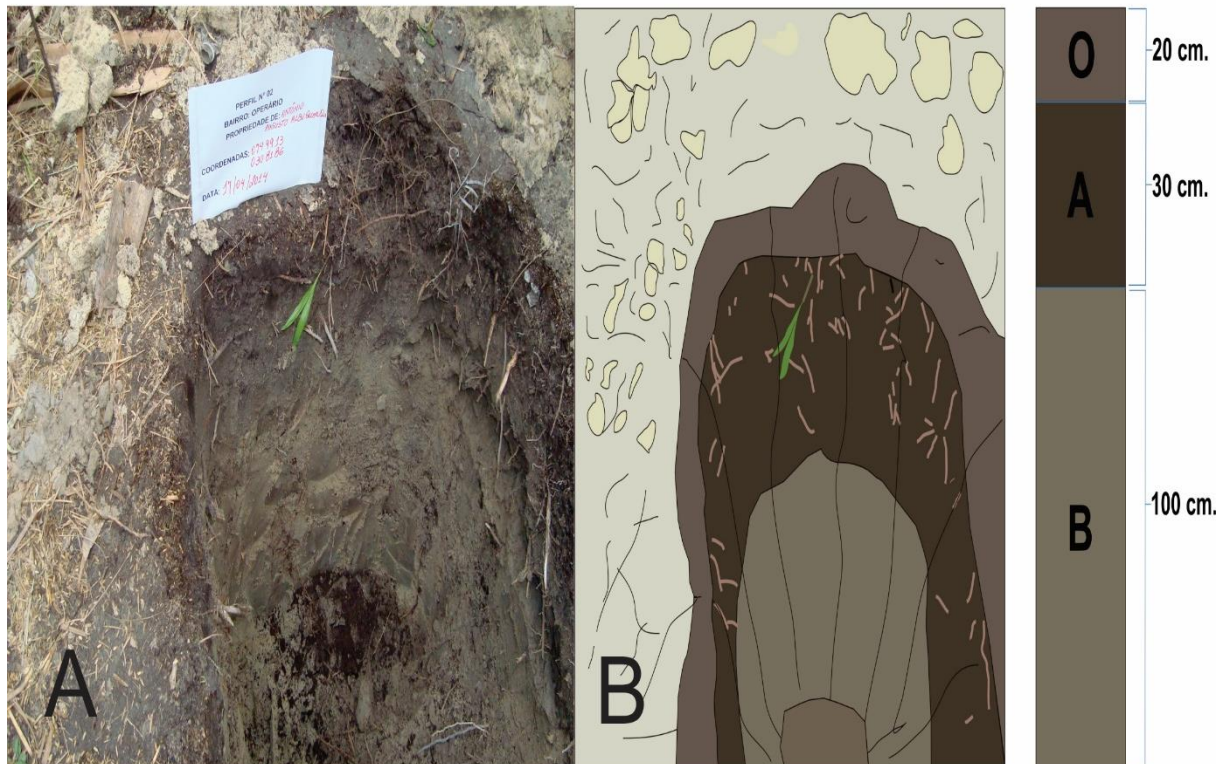
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

A morfologia dos grãos revelou que no horizonte O e A, houve predomínio de grãos subarredondados e no horizonte B grãos angulares.

- Perfil 02 – Coordenadas UTM – 0749913N e 0308186E

Os horizontes identificados para este perfil foram: O, A e B em 150 cm. Em todos eles ocorreu predominância de teores de areia, mantendo-se constante nos horizontes O e A (64%), decrescendo no horizonte B (53 %) (Fig. 15).

Figura 15 – Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A). Croqui da trincheira (B).



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

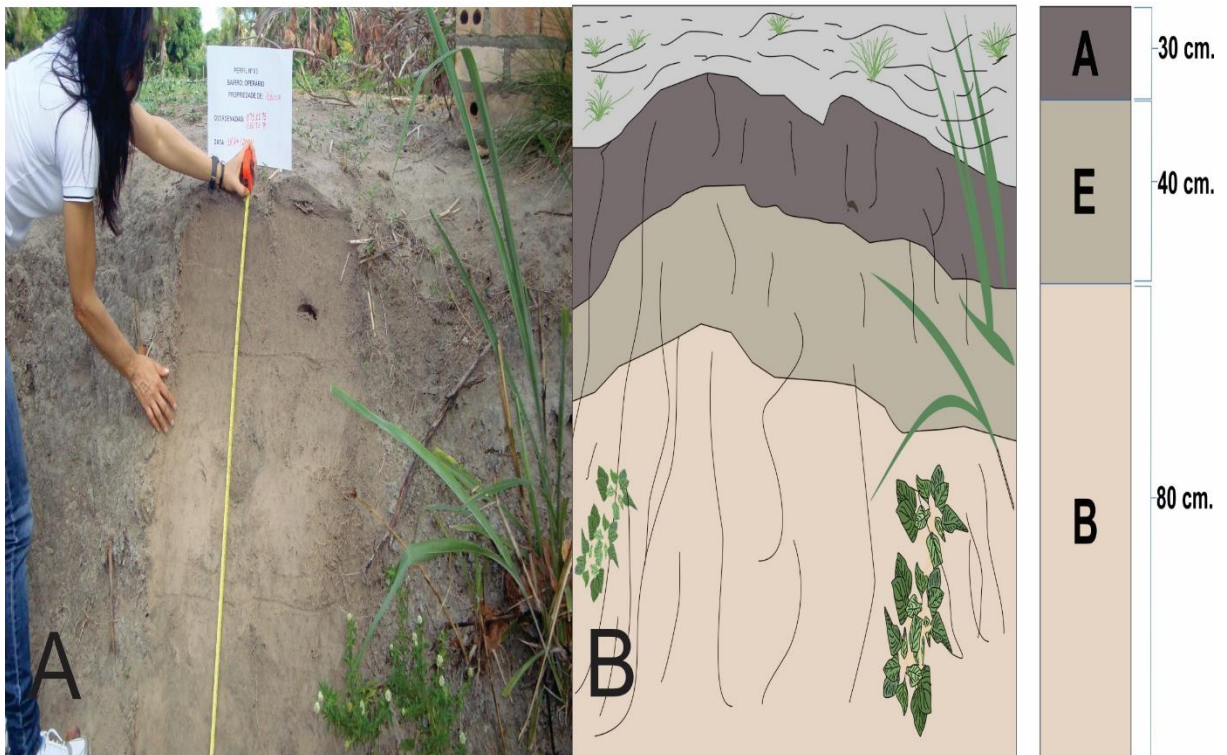
A morfologia dos grãos houve um predomínio de grãos angulares nos horizontes O e A, no horizonte B dominou a morfologia subangular.

- Perfil 03 – Coordenadas UTM 0751175N e 0307374E

Identificou-se neste perfil a existência de três horizontes: A, E e B no intervalo de 150 cm. Houve predomínio da porção areia, variando de 65 à 75% (Fig. 16).



Figura 16 – Perfil de solo em parede de drenagem pluvial (vala) em área de horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A). Croqui do perfil (B).



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Quanto à morfologia dos grãos observou-se um predomínio de grãos angulares nos três horizontes identificados.

- Perfil 04 – Coordenadas UTM: 0751876N e 0307873E

Neste perfil houve a ocorrência de três horizontes: O, A e B, onde a fração areia variou de 56 à 67%, garantindo característica de solo arenoso (Fig. 17).

Figura 17 - Trincheira em horta localizada no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A). Croqui da trincheira (B).



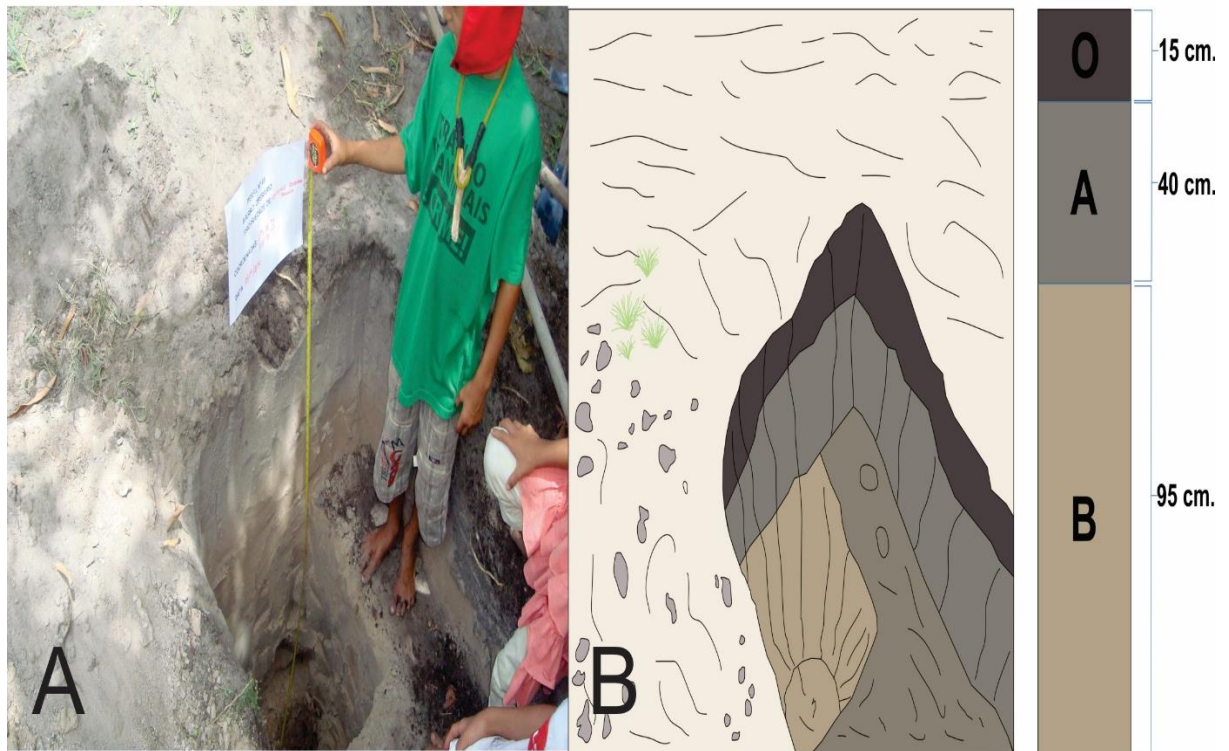
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

A morfologia dos grãos apresentou domínio de grãos angulares em todos os horizontes.

-Perfil 05 – Coordenada UTM: 0750675N e 0307177E

No intervalo de 150 cm. foram identificados neste perfil os horizontes O, A e B. Em todos horizontes os teores de areia predominaram, entre 68 e 77% (Fig. 18).

Figura 18 – Trincheira em Horta localizada no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A). Croqui da trincheira (B).



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Na morfologia dos grãos observou-se o domínio de grãos angulares, brilhantes e com presença de sulcos.

-Perfil 06 – Coordenadas UTM: 0750535N e 0306489E

Em uma profundidade de 150 cm., foram identificados neste perfil três horizontes: O, A e B. Em todos os horizontes houve predomínio de textura arenosa, variando entre 61 à 77 % (Fig.19).

Figura 19 - Trincheira em horta localizada no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A). Croqui da trincheira (B).



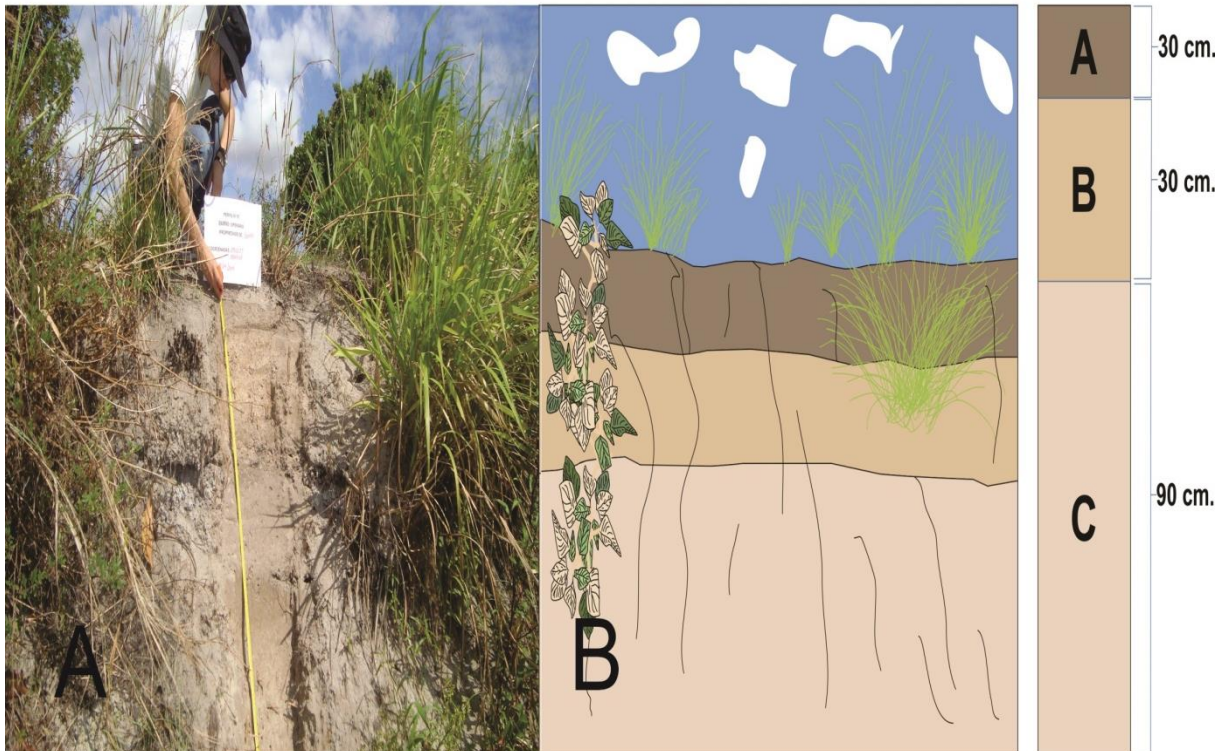
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os grãos apresentaram morfologia angular, com grãos transparentes e castanhos, foscos e a maioria brilhantes com presença de marcas superficiais.

Perfil 07 – Coordenadas UTM: 0750217N e 0306968E

Os horizontes identificados neste perfil em uma profundidade de 150 cm foram: A, B e C. A textura predominante foi a arenosa em todos os horizontes, variando entre 57 e 85%, com a presença de dutos de formigueiros aumentando assim a porosidade do solo (Fig. 20).

Figura 20 – Perfil de solo em barragem de tanque de peixes em área de horta no Bairro Operário - Boa Vista – RR (A). Croqui do perfil (B).



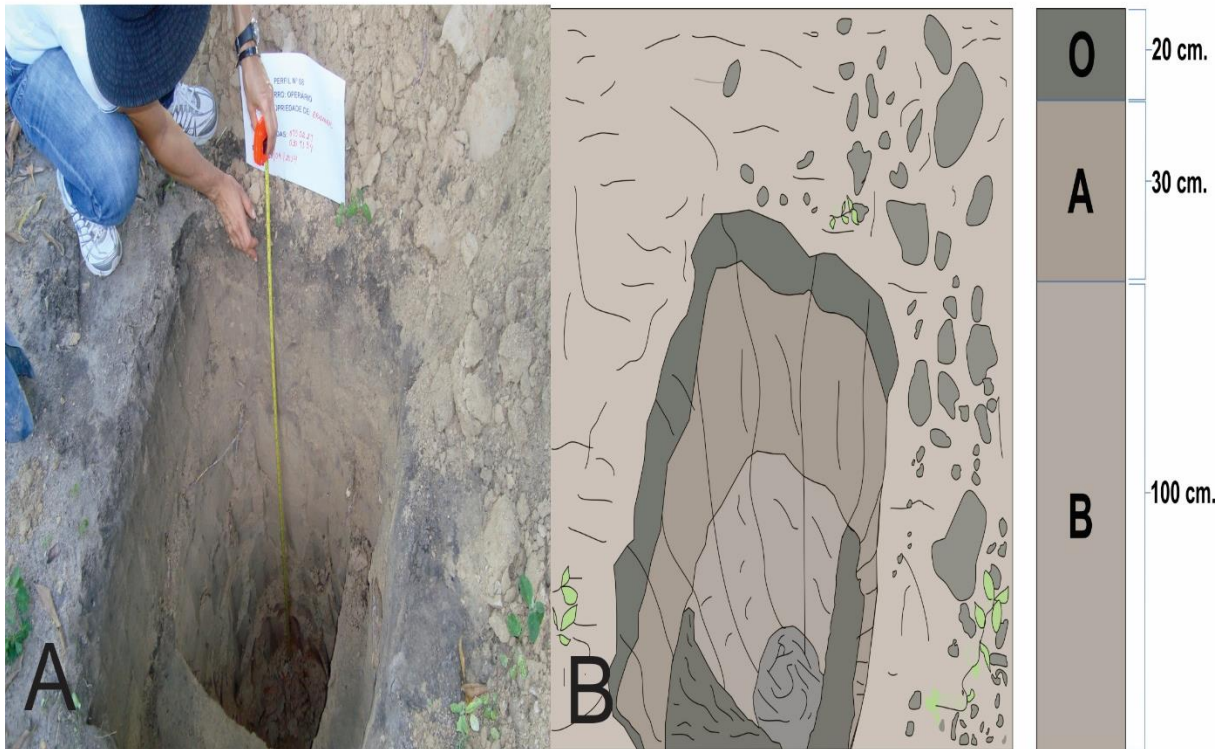
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os grãos de areia apresentaram predominantemente morfologia angular, com coloração transparente à castanho claro brilhante e fissuras.

-Perfil 08 – Coordenadas UTM: 0750227N e 0307194E

Em profundidade de 150 cm foi possível identificar três horizontes: O, A e B. Onde ocorreu predomínio da porção areia em todos eles, variando de 63 à 81% (Fig. 21).

Figura 21 – Trincheira em horta no Bairro Operário – Boa Vista - RR (A). Croqui da trincheira (B).



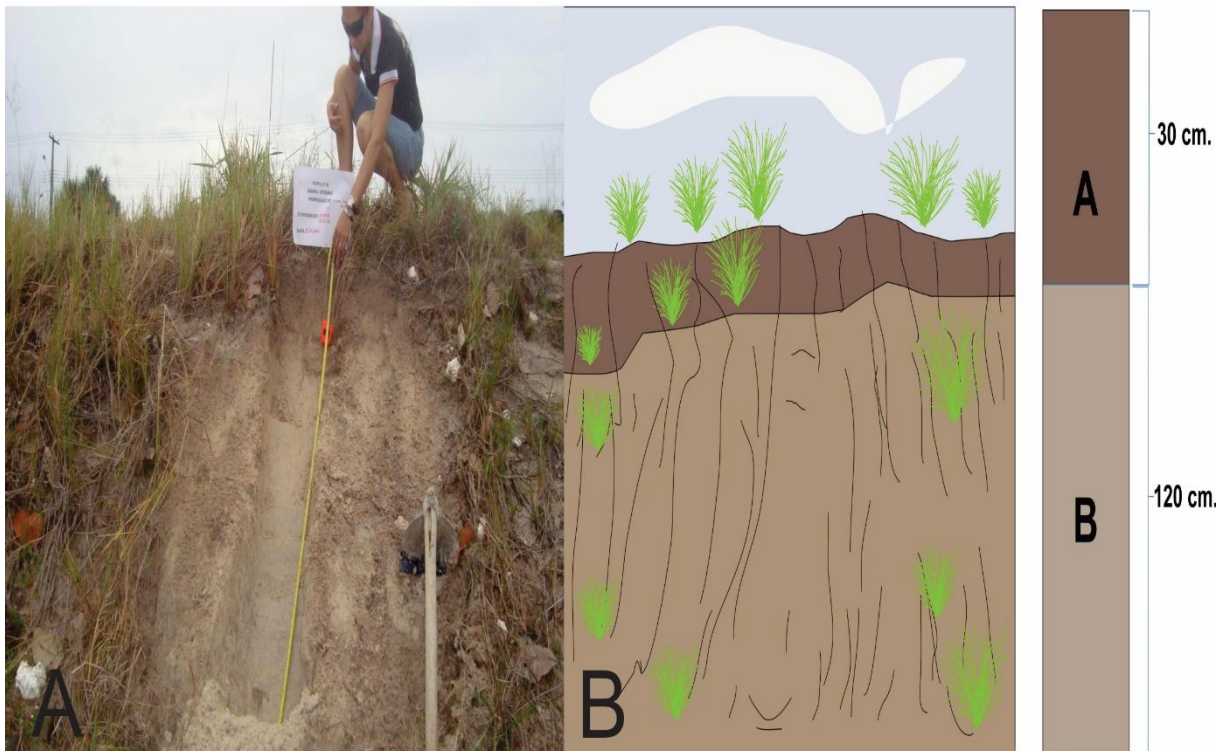
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os grãos de areia apresentam na sua maioria morfologia angular, com coloração predominante transparente e presença de fissuras.

Perfil 09 – Coordenadas UTM:0750416N e 0307431E

Foram identificados neste perfil em profundidade de 150 cm, dois horizontes: A e B. Observou-se o predomínio da porção areia principalmente no horizonte A com 78% e horizonte B com 65% (Fig. 22).

Figura 22 – Perfil de solo em barragem de tanque de peixes em área de horta no Bairro Operário - Boa Vista – RR (A). Croqui do perfil (B).



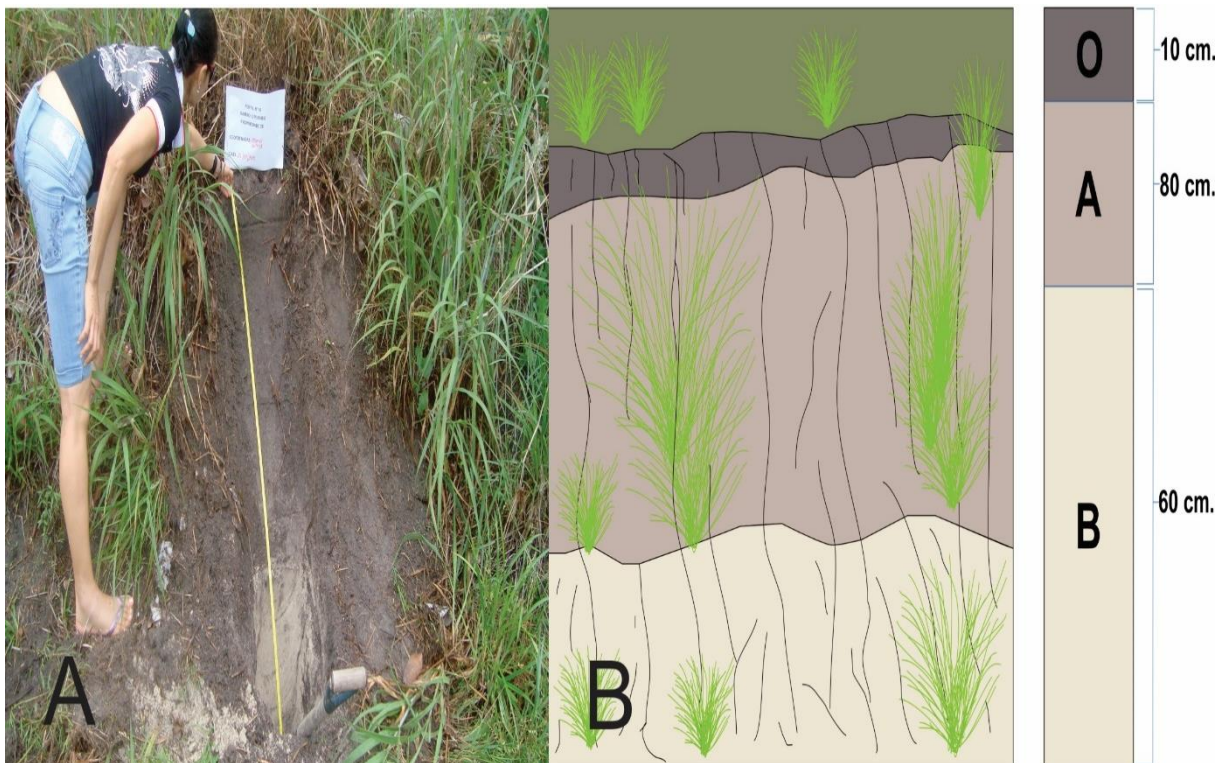
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Prevaleceu neste perfil a morfologia angular e subangular dos grãos de areia.

Perfil 10 – Coordenadas UTM: 0750895N e 0307203E

Através da observação do perfil se individualizou três horizontes em profundidade de 150 cm: O, A e B. Ocorreu domínio da fração areia em todos os horizontes. Nos horizontes O e A, 78% e no horizonte B 72% (Fig.23).

Figura 23 – Perfil de solo em parede de drenagem pluvial (vala) em área de horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR (A). Croqui do perfil (B).



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os grãos de areia deste perfil em sua maioria apresentaram morfologia angular, tendo coloração entre transparentes e castanhos claros.

## 5.2 Granulometria dos solos nos perfis

A análise granulométrica revelou que estes solos apresentam alto teor de areia, variando entre 53 e 85%. Quanto à presença de silte os teores identificados foram entre 35 e 8%. e a fração argila, teores entre 4 e 34% (Tabela 3).



Tabela 3 – Granulometria dos perfis analisados na área de estudo

PERFIL	HORIZONTE	PROFUNDIDADE	GRANULOMETRIA DA TFSA %		
			AREIA	SILTE	ARGILA
P 01	O	0 – 15 cm	83	9	8
P 01	A	15 – 45 cm	69	9	22
P 01	B	45 – 1,50 m	73	11	16
P 02	O	0 – 20 cm	64	27	9
P 02	A	20 – 50 cm	64	13	23
P 02	B	50 – 150 cm	53	13	34
P 03	A	0 – 30 cm	75	13	12
P 03	E	30 – 70 cm	68	25	7
P 03	B	70 – 150 cm	65	28	7
P 04	O	0 – 15 cm	67	20	13
P 04	A	15 – 50 cm	65	22	13
P 04	B	50 – 150 cm	56	35	9
P 05	O	0 – 15 cm	68	10	22
P 05	A	15 – 55 cm	77	12	11
P 05	B	55 – 150 cm	74	21	5
P 06	O	0 – 10 cm	61	11	28
P 06	A	10 – 40 cm	77	10	13
P 06	B	40 – 150 cm	74	22	4
P 07	A	0 – 30 cm	85	8	7
P 07	B	30 – 60 cm	75	12	13
P 07	C	60 – 150 cm	57	30	13
P 08	O	0 – 20 cm	81	10	9
P 08	A	20 – 50 cm	77	14	9
P 08	B	50 – 150 cm	63	28	9
P 09	A	0 – 30 cm	78	13	9
P 09	B	30 – 150 cm	65	29	6
P 10	O	0 – 10 cm	78	14	8
P 10	A	10 – 90 cm	78	13	9
P 10	B	90 – 150 cm	72	22	6

Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Segundo Christoffoleti et al. (2008), devido à alta superfície específica (SE), que corresponde à área exposta de determinado material por unidade de massa, a argila é a fração mineral que mais contribui para a capacidade sorbiva do solo. Por este motivo, o conteúdo de argila tem sido associado à capacidade do solo de reter nutrientes, moléculas orgânicas e água (Tabela 4).

Tabela 4 - Tamanho e área superficial de partículas do solo segundo a Sociedade Internacional da Ciência do Solo.

Tipo de partícula	Diâmetro (mm.)	Número ( $n^0g^{-1}$ )	Área superficial ( $cm^2g^{-1}$ )
Cascalho	> 2	90	11
Areia Grossa	2,0 – 0,2	3.200	34
Areia fina	0,2 – 0,05	384.000	159
Silte	0,05 – 0,002	5.780.000	454
Argila	< 0,002	$9 \times 10^9$	$8 \times 10^6$

Fonte: Christoffoleti et al. (2008).

De forma geral, os principais fatores determinantes da lixiviação de pesticidas no solo são a solubilidade da molécula em água, a textura e a estrutura do solo e o índice pluviométrico da área em questão. Assim moléculas com alta solubilidade em solo arenoso e região com elevado índice pluviométrico, apresentam considerável potencial de lixiviação. (LAVORENTI; PRATA; REGINATTO, 2003).

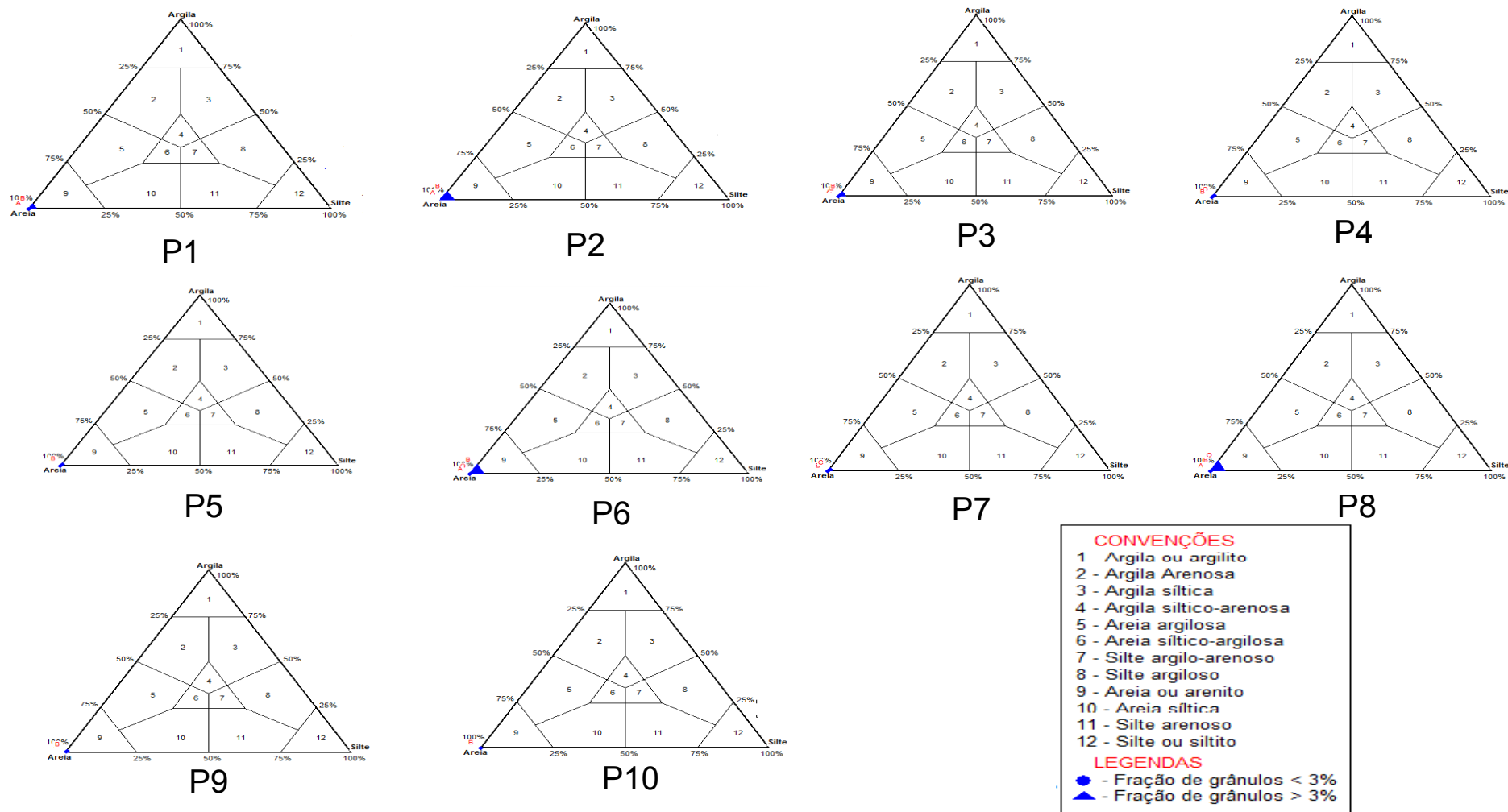
A distribuição granulométrica nos perfis estudados estão representados em gráficos triangulares tipo Shepard (Fig. 24).

#### - Distribuição das frações granulométricas nos perfis estudados

A distribuição granulométrica dos perfis de solos estudados revelou-se semelhante em todos os horizontes dos perfis, com predominância de areia fina, principalmente no horizonte A, variando de 23 à 72%.

A fração silte variou de 8 a 35%, enquanto a argila variou de 4 à 34%. Revelando assim que são solos pobres em silte e argila (Tabela 5).

Figura 24 – Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard nos perfis estudados. Legenda: P1-P10 – Perfis de solo de 1 à 10.



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

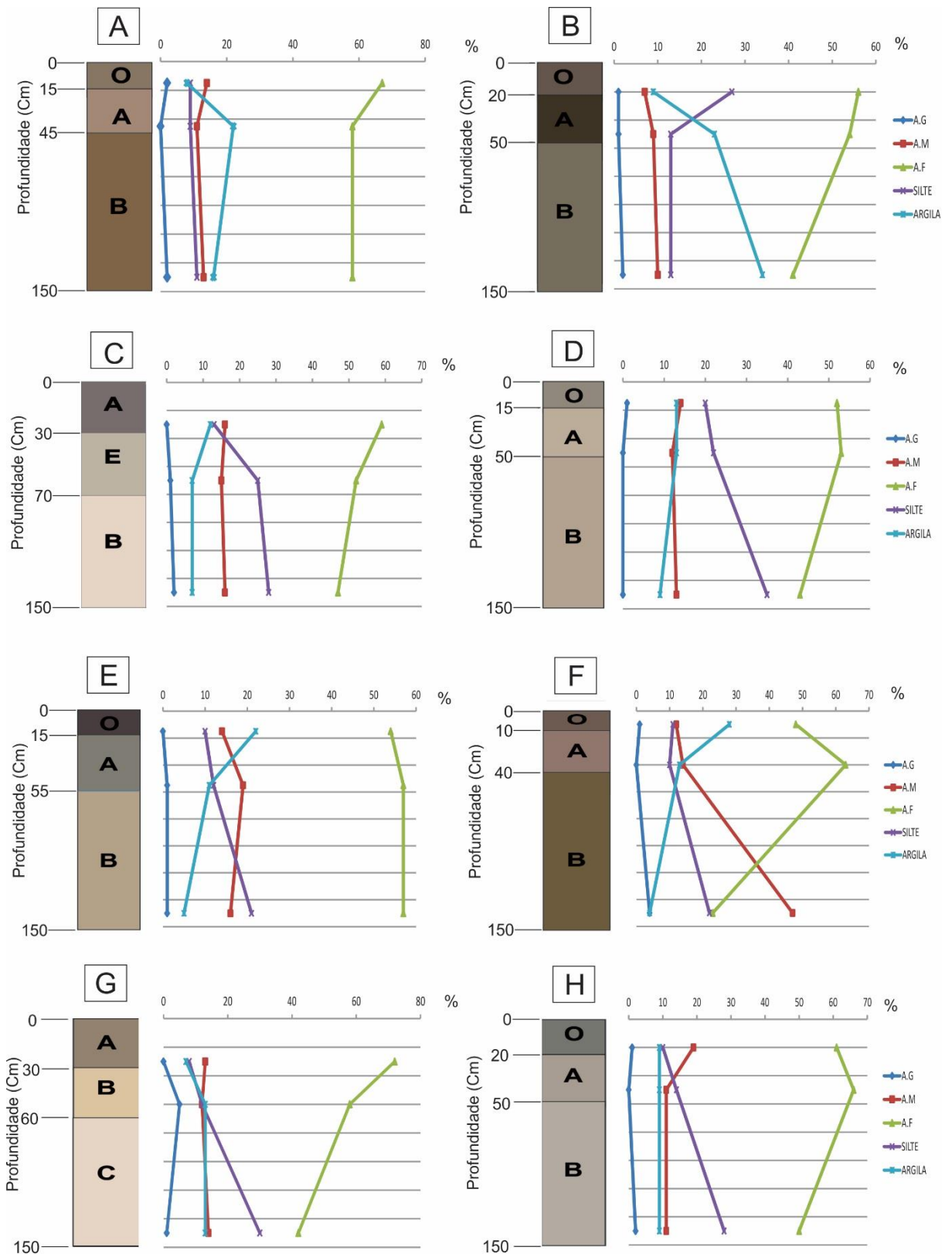
Tabela 5 - Distribuição das frações granulométricas nos perfis estudados

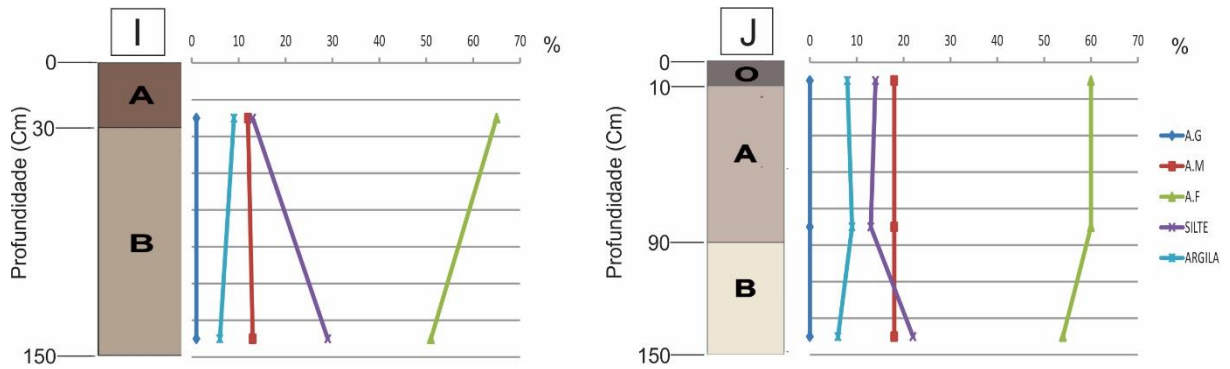
PERFIL	HORIZONTE	AREIA GROSSA	AREIA MÉDIA	AREIA FINA	SILTE	ARGILA
P1	O	2	14	67	9	8
P1	A	0	11	58	9	22
P1	B	2	13	58	11	16
P2	O	1	7	56	27	9
P2	A	1	9	54	13	23
P2	B	2	10	41	13	34
P3	A	0	16	59	13	12
P3	E	1	15	52	25	7
P3	B	2	16	47	28	7
P4	O	1	14	52	20	13
P4	A	0	12	53	22	13
P4	B	0	13	43	35	9
P5	O	0	14	54	10	22
P5	A	1	19	57	12	11
P5	B	1	16	57	21	5
P6	O	1	12	48	11	28
P6	A	0	14	63	10	13
P6	B	4	47	23	22	4
P7	A	0	13	72	8	7
P7	B	5	12	58	12	13
P7	C	1	14	42	30	13
P8	O	1	19	61	10	9
P8	A	0	11	66	14	9
P8	B	2	11	50	28	9
P9	A	1	12	65	13	9
P9	B	1	13	51	29	6
P10	O	0	18	60	14	8
P10	A	0	18	60	13	9
P10	B	0	18	54	22	6

Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

A predominância da fração areia fina é explicada pela geologia local, formada por sedimentos cenozoicos areno-argilosos relacionados à Formação Boa Vista (Fig. 25).

Figura 25 - Variação granulométrica nos perfis de solos estudados. Perfil 1 (A). Perfil 2 (B). Perfil 3 (C). Perfil 4 (D). Perfil 5 (E). Perfil 6 (F). Perfil 7 (G). Perfil 8 (H). Perfil 9 (I). Perfil 10 (J). Legenda: A.G - Areia Grossa; A.M - Areia Média; A.F - Areia Fina.





Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

### -Textura

Das vinte e nove amostras de solo analisadas, vinte e três delas apresentaram textura arenosa, ou seja, com teor de argila entre 0 e 15%, e as seis restantes textura média, apresentando teor de argila entre 15 e 35%.

### - Morfologia dos Grãos

Observou-se que a morfologia dos grãos de areia predominante nos perfis estudados foi a angular e subangular. O que sugere que os grãos não sofreram transporte à longa distância, característica marcante de solos autóctones (Tabela 6).

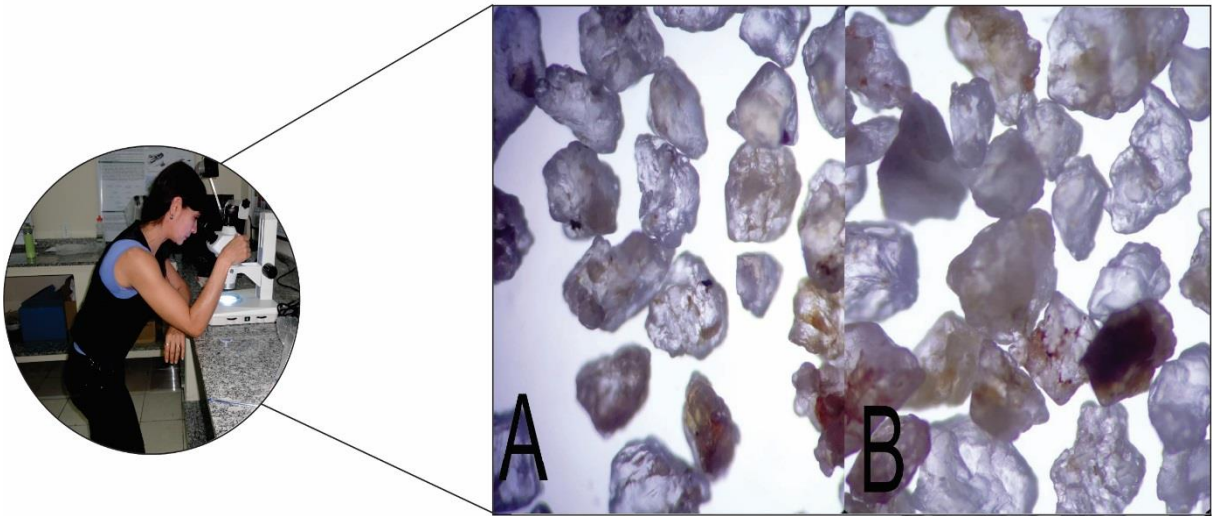
Tabela 6 – Morfologia dos grãos de areia dos perfis estudados

PERFIL	HORIZONTE	MORFOLOGIA DOS GRÃOS (%)					
		ANGULAR	SUBANGU LAR	SUBARRE DONDA DO	ARREDON DADO	BEM ARREDON DADO	
P1	O	23	24	34	17	2	
P1	A	14	23	63	0	0	
P1	B	50	20	26	4	0	
P2	O	67	23	8	2	0	
P2	A	74	11	12	3	0	
P2	B	24	68	8	0	0	
P3	A	77	20	3	0	0	
P3	E	75	20	5	0	0	
P3	B	64	34	2	0	0	
P4	O	64	29	7	0	0	
P4	A	78	18	4	0	0	
P4	B	68	27	5	0	0	
P5	O	89	8	3	0	0	
P5	A	88	12	0	0	0	
P5	B	81	19	0	0	0	
P6	O	80	16	4	0	0	
P6	A	87	11	2	0	0	
P6	B	79	18	3	0	0	
P7	A	81	16	3	0	0	
P7	B	84	16	0	0	0	
P7	C	76	20	3	1	0	
P8	O	81	13	5	1	0	
P8	A	87	7	6	0	0	
P8	B	87	10	3	0	0	
P9	A	51	45	4	0	0	
P9	B	64	27	9	0	0	
P10	O	84	11	5	0	0	
P10	A	89	6	5	0	0	
P10	B	83	13	4	0	0	

Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os grãos de areia observados apresentavam ranhuras e fissuras, em muitos casos preenchidas por óxidos e hidróxidos de ferro e coloração variando desde transparentes brilhantes e foscas à castanho claro e escuro brilhantes e foscas (Fig 26).

Figura 26 – Morfologia dos grãos de areia. Perfil 08 horizonte B (A), perfil 09 horizonte A (B).



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

### 5.3 Matéria Orgânica

A maior concentração de matéria orgânica foi observada nos horizontes mais superficiais na grande maioria dos perfis analisados, como já era esperado.

No caso dos perfis 2, 3 e 7, observou-se que a matéria orgânica está sendo translocada para horizontes mais profundos e em todos perfis variando entre 0,2% à 3,8% (Tabela 7).

A matéria orgânica tende a dar, aos horizontes superficiais, cores escuras variando entre marrom-escuro e preto.

A maior quantidade de matéria orgânica no solo, garante à ele uma maior capacidade de sorção e retenção de água, logo, solos arenosos e com baixo conteúdo de matéria orgânica, sugere-se um solo com alta capacidade de percolação e migração de elementos por solução.

Normalmente a matéria orgânica, é responsável por 50 a 90 % da capacidade de adsorção de cátions que são nutrientes como o potássio, cálcio entre outros, no horizonte mais superficial, além de aumento da capacidade de retenção de água, produção de macroporos, em solos ácidos alivia a toxicidade do íon alumínio através das ligações desse cátion em complexos não tóxicos, moderação das temperaturas no solo, entre outros (BRADY; WEIL, 2013).



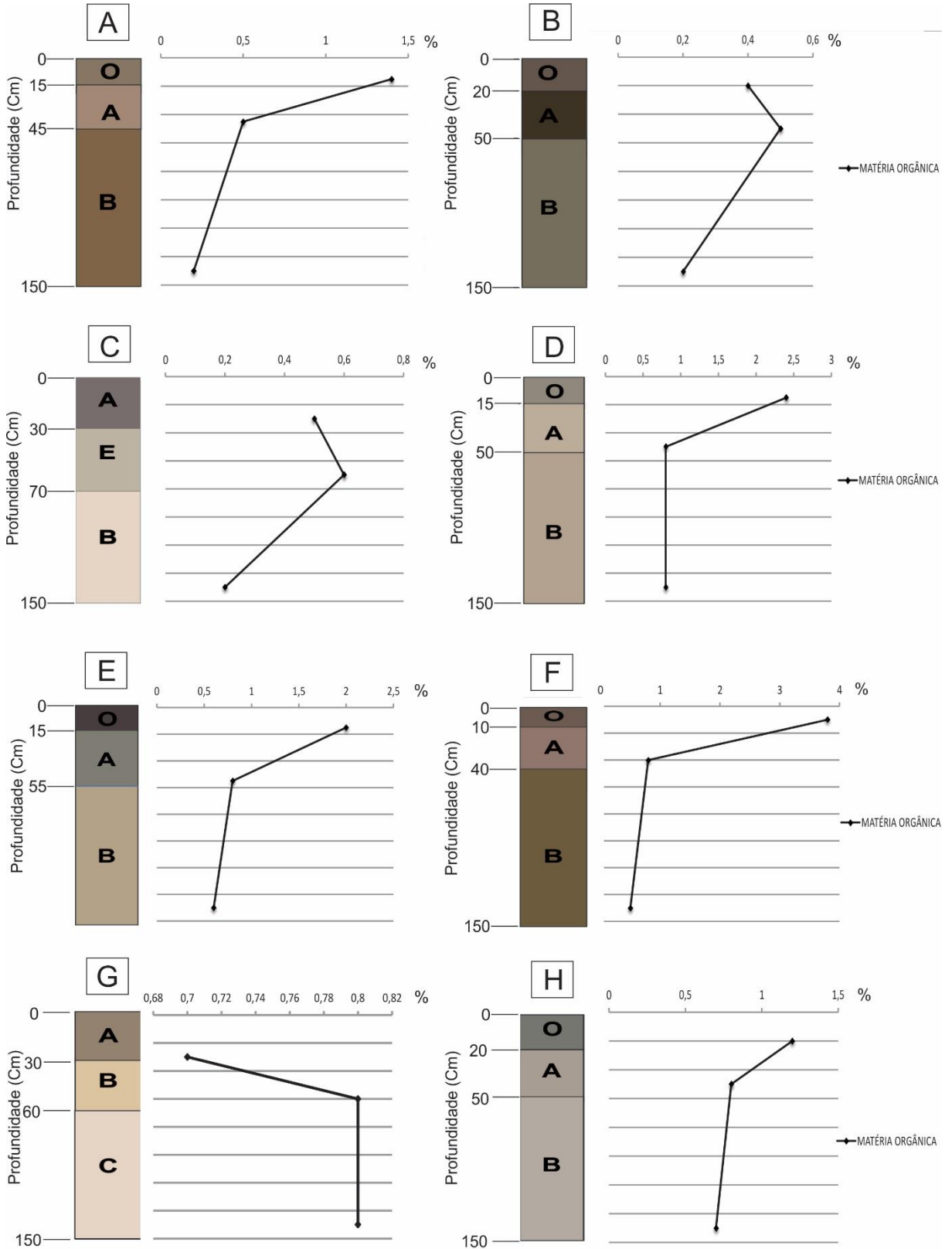
Tabela 7 – Matéria orgânica do solo nos perfis de solos estudados

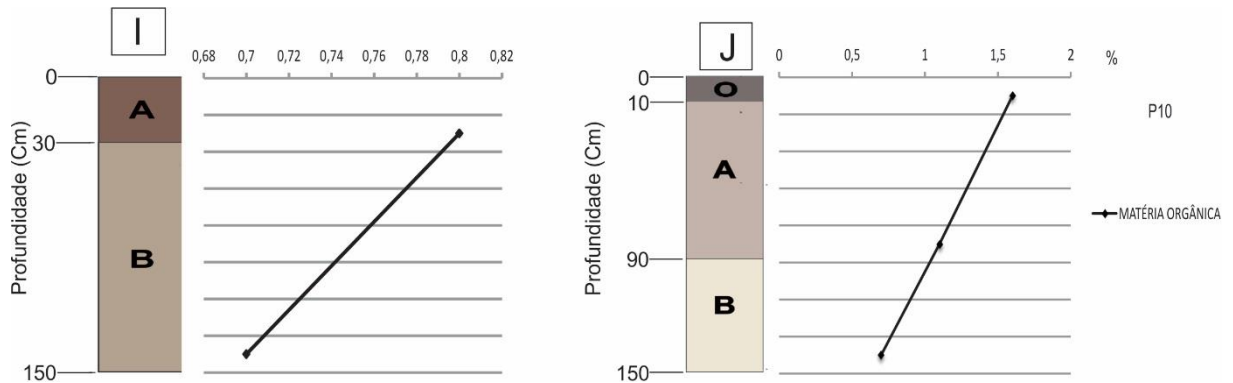
Amostras			M.O (%)
Perfil	Horizonte	Cm	
P1	O	0-15	1,4
P1	A	15-45	0,5
P1	B	45-150	0,2
P2	O	0-20	0,4
P2	A	20-50	0,5
P2	B	50-150	0,2
P3	A	0-30	0,5
P3	E	30-70	0,6
P3	B	70-150	0,2
P4	O	0-15	2,4
P4	A	15-50	0,8
P4	B	50-150	0,8
P5	O	0-15	2,0
P5	A	15-55	0,8
P5	B	55-150	0,6
P6	O	0-10	3,8
P6	A	10-40	0,8
P6	B	40-150	0,5
P7	A	0-30	0,7
P7	B	30-60	0,8
P7	C	60-150	0,8
P8	O	0-20	1,2
P8	A	20-50	0,8
P8	B	50-150	0,7
P9	A	0-30	0,8
P9	B	30-150	0,7
P10	O	0-10	1,6
P10	A	10-90	1,1
P10	B	90-150	0,7

Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Estudos realizados pela EMBRAPA (1982a; 1983; 1990a; 1990b) e Benedetti (2007), apresentam valores semelhantes a estes. Valores baixos de matéria orgânica são indicativo de necessidade de manejo adequado dos solos com incremento de matéria orgânica (Fig. 27).

Figura 27 – Variação no conteúdo de Matéria Orgânica nos perfis. Perfil 1 (A). Perfil 2 (B). Perfil 3 (C). Perfil 4 (D). Perfil 5 (E). Perfil 6 (F). Perfil 7 (G). Perfil 8 (H). Perfil 9 (I). Perfil 10 (J).





Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

#### 5.4 pH dos solos nos perfis de estudo

De acordo com os resultados mostrados na tabela 8, são solos fortemente ácidos à moderadamente ácidos, com pH em água variando entre 4,3 à 6,0% e pH em KCl variando entre 4,0 à 5,4%. Valores aproximados foram encontrados por Benedetti (2007), em estudo realizado nos solos Campus do Cauamé – UFRR. Uma constatação, que os solos ácidos predominantes na área de estudo, se deve ao fato de que eles são derivados do intemperismo de rochas ácidas como gnaisses e granitoides. Destacando também que a acidez do solo decorre da lixiviação dos cátions (Ca, Mg, K), ficando no perfil resíduos do processo de intemperização bem como dos processos pedogenéticos.

Solos ácidos apresentam uma baixa Capacidade de Troca Catiônica efetiva (CTC), ocasionando uma lixiviação de cátions, resultando em problemas na fertilidade do solo e conseqüentemente problemas para agricultura. Assim muitos horticultores usam produtos químicos, como fertilizantes, que não são aproveitados pelas plantas e sim lixiviados podendo atingir depósitos de água subterrânea e superficial.

A diferença entre pH em KCl e água ( $\Delta$ pH), indica carga líquida negativa, o que segundo Benedetti (2007), significa capacidade do solo em reter cátions em sua superfície coloidal, prontamente disponíveis para plantas, no entanto, de acordo com Mello (2002) valores assim tão baixos, revelam a pobreza química do material de origem e o avançado grau de intemperismo desses solos (Tabela 8).

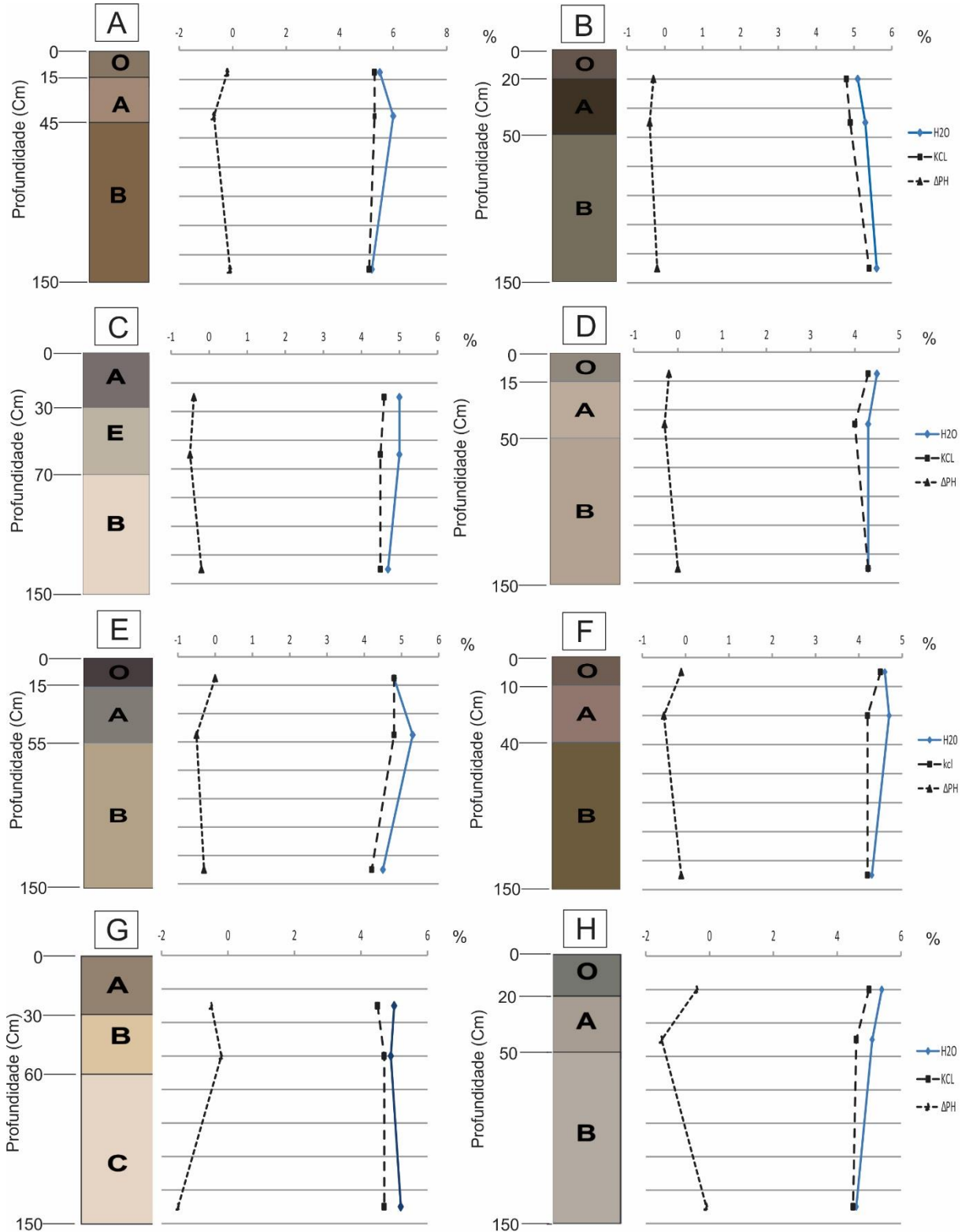
Tabela 8 – pH em H<sub>2</sub>O, KCl e ( $\Delta$ pH) dos solos na área de estudo.

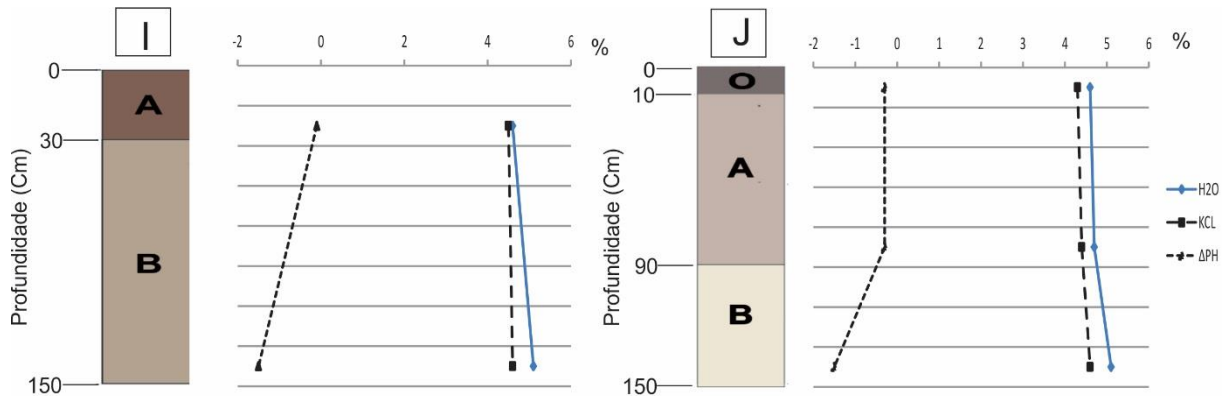
Amostra		Profund. Cm	Ph - %		( $\Delta$ pH)
PERFIL	HORIZONTE		Água	KCl	
P1	O	0-15	5,5	5,3	-0,2
P1	A	15-45	6,0	5,3	-0,7
P1	B	45-150	5,2	5,1	-0,1
P2	O	0-20	5,1	4,8	-0,3
P2	A	20-50	5,3	4,9	-0,4
P2	B	50-150	5,6	5,4	-0,2
P3	A	0-30	5,0	4,6	-0,4
P3	E	30-70	5,0	4,5	-0,5
P3	B	70-150	4,7	4,5	-0,2
P4	O	0-15	4,5	4,3	-0,2
P4	A	15-50	4,3	4,0	-0,3
P4	B	50-150	4,3	4,3	0
P5	O	0-15	4,8	4,8	0
P5	A	15-55	5,3	4,8	-0,5
P5	B	55-150	4,5	4,2	-0,3
P6	O	0-10	4,6	4,5	-0,1
P6	A	10-40	4,7	4,2	-0,5
P6	B	40-150	4,3	4,2	-0,1
P7	A	0-30	5,0	4,5	-0,5
P7	B	30-60	4,9	4,7	-0,2
P7	C	60-150	5,2	4,7	-0,5
P8	O	0-20	5,4	5,0	-0,4
P8	A	20-50	5,1	4,6	-0,5
P8	B	50-150	4,6	4,5	-0,1
P9	A	0-30	4,8	4,5	-0,3
P9	B	30-150	4,6	4,5	-0,1
P10	O	0-10	4,6	4,3	-0,3
P10	A	10-90	4,7	4,4	-0,3
P10	B	90-150	5,1	4,6	-0,5

Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Os resultados do pH em H<sub>2</sub>O e KCL e também do  $\Delta$ pH, podem ser visualizados nos gráficos abaixo (Fig. 28).

Figura 28 – Variação do pH em H<sub>2</sub>O, KCL e  $\Delta$ pH nos perfis de solos estudados. Perfil 1 (A). Perfil 2 (B). Perfil 3 (C). Perfil 4 (D). Perfil 5 (E). Perfil 6 (F). Perfil 7 (G). Perfil 8 (H). Perfil 9 (I). Perfil 10 (J).





Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

## 5.5 Composição mineralógica

Nas condições climáticas da Amazônia, os solos, de maneira geral, revelam mineralogia típica de alterações monossilíca, com a predominância de caulinita e oxi-hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al). Além das condições climáticas tem marcante influência o material de origem (VALE JUNIOR et al.,2010).

A análise mineralógica revelou a existência de quartzo, caulinita e muscovita nas amostras dos perfis estudados.

A maioria dos grãos de areia consiste em um único mineral, geralmente o quartzo (SiO<sub>2</sub>). A dominância do quartzo significa que a fração areia geralmente contém poucos nutrientes para as plantas, além da porção areia apresentar baixa superfície específica, pouca capacidade de reter água ou nutrientes, não aderem uma às outras em uma massa coerente, sendo solos porosos, bem-arejados e soltos (BRADY; WEIL, 2013).

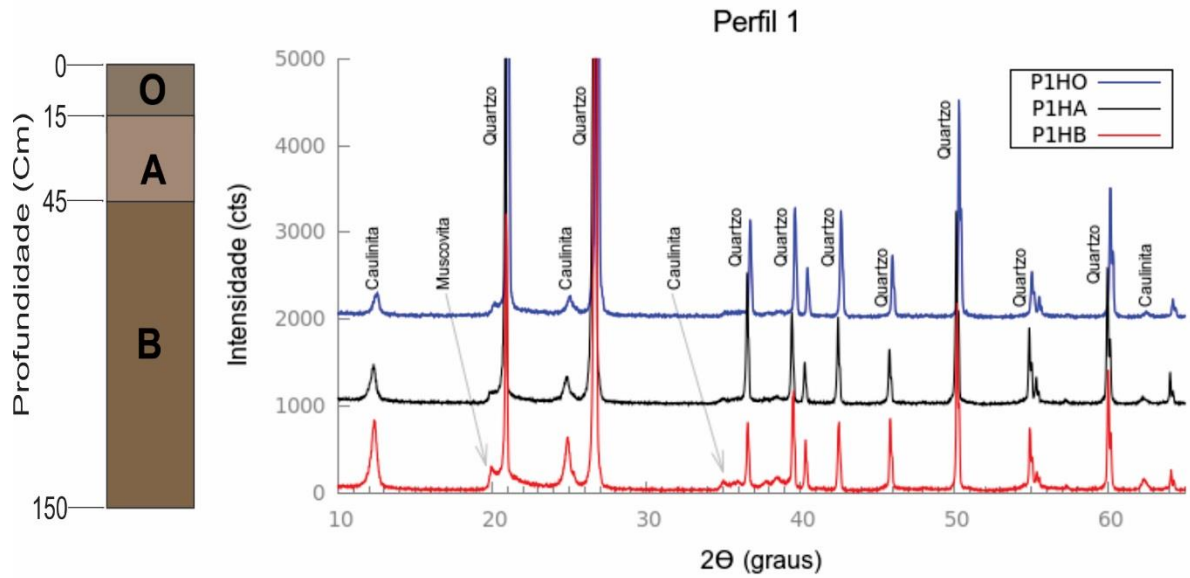
A caulinita é portanto um argilomineral que apresenta baixa adsorção de cátions trocáveis, menor plasticidade, viscosidade, coesão, expansão e contração e também retém menos água do que outras argilas (BRADY; WEIL, 2013).

Os perfis estudados apresentam em sua composição mineralógica, caulinita, que é um argilomineral de baixa atividade devido sua baixa superfície específica, muscovita, que apesar de ser um argilomineral bissialítico, também é caracterizado como de baixa atividade, pois não é expansível e quartzo, presentes em todos os horizontes, diferenciando apenas na intensidade dos picos, como por exemplo, a muscovita que apresentou maiores picos nos horizontes mais profundos.

Tal fator revela indício que tais perfis derivam da alteração de rocha comum, tipo arenitos da Formação Boa Vista.

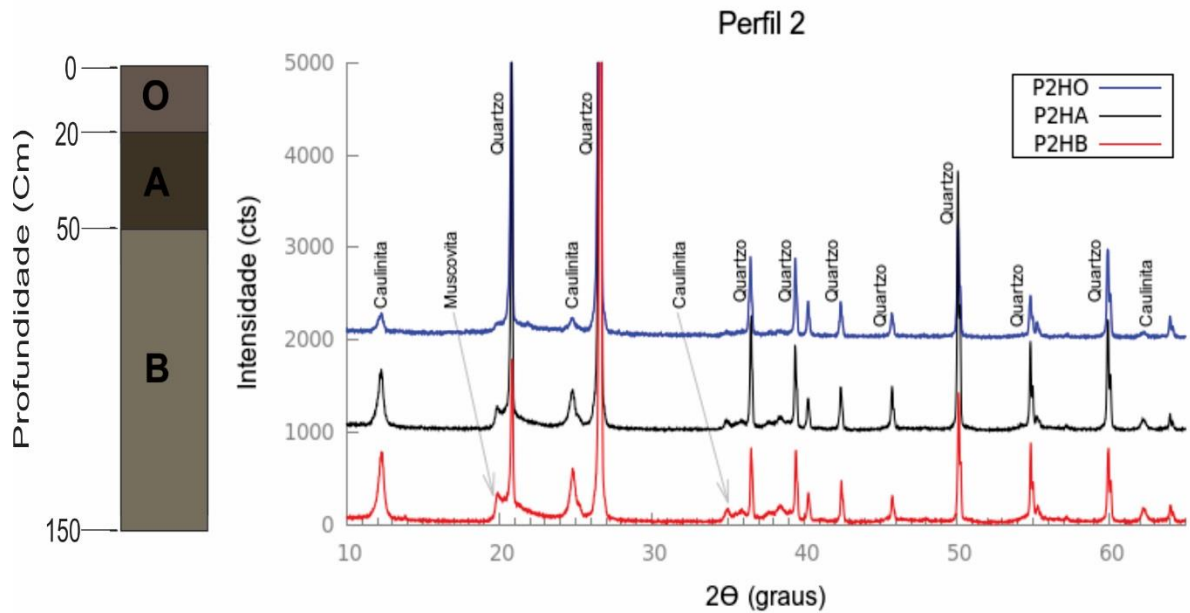
Tais características mineralógicas revelam que, os solos da área de estudo apresentam maior proporcionalidade das águas carregadas de solutos provenientes dos insumos agrícolas, percolarem no solo e atingirem as águas subsuperficiais, pois a atuação dos coloides do solo (caulinita, muscovita) dificulta sua atuação como filtro, armazém e trocador de íons, expondo às águas subterrâneas à muitos poluentes ( Fig. 29 à 38).

Figura 29 – Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 1, determinados por DRX em amostras totais.



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

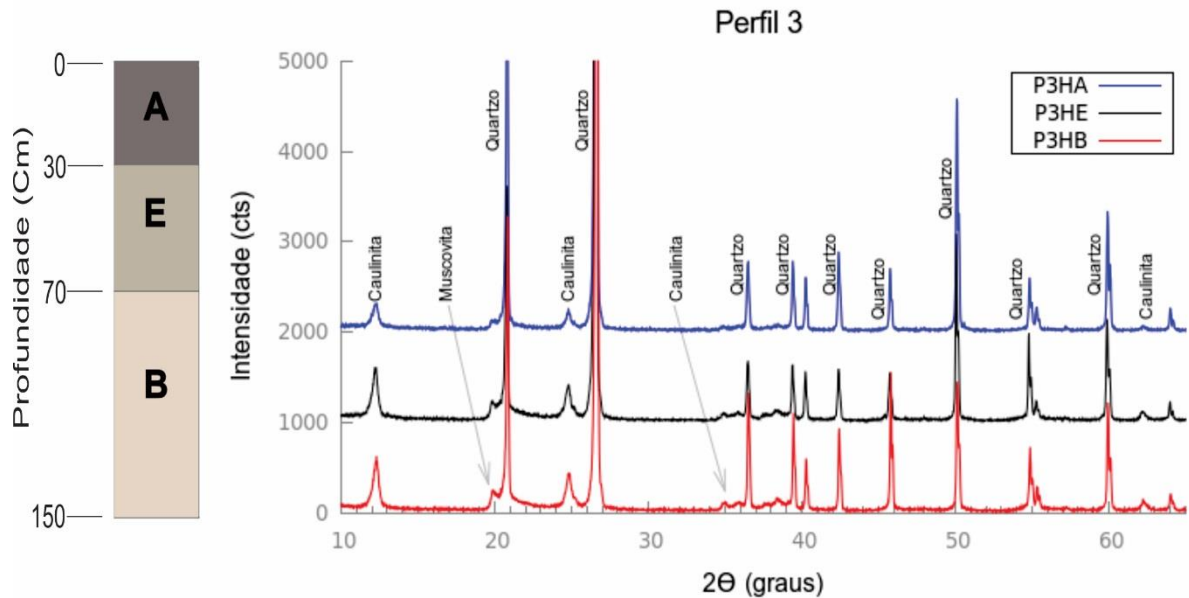
Figura 30 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 2 determinados por DRX em amostras totais.



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

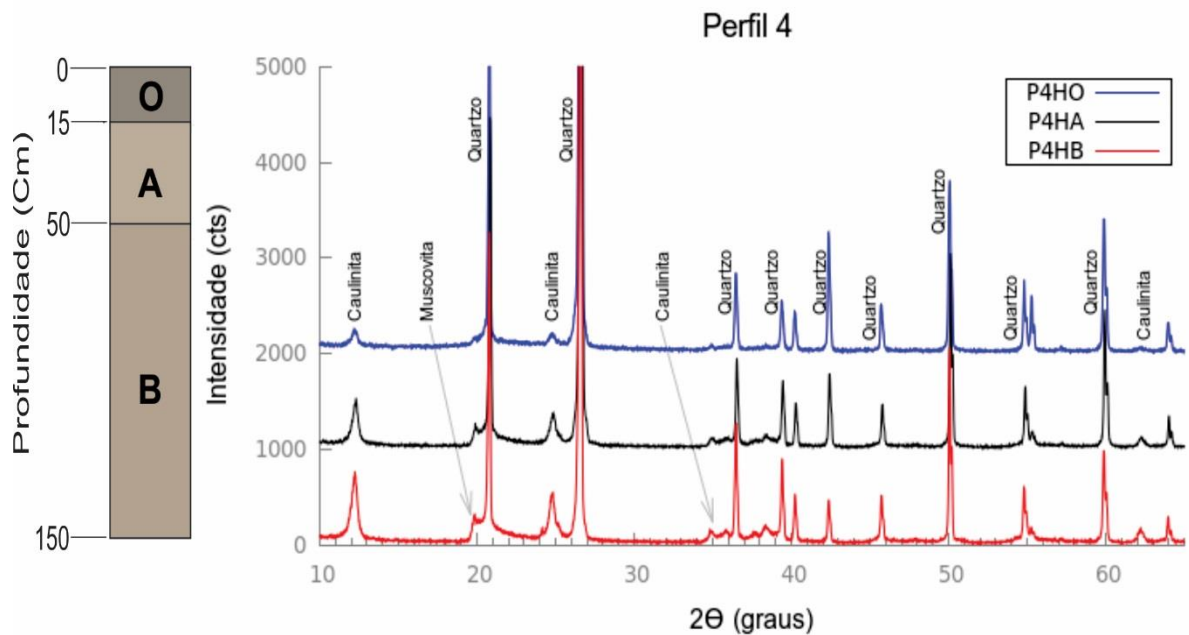


Figura 31 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 3 determinados por DRX em amostras totais.



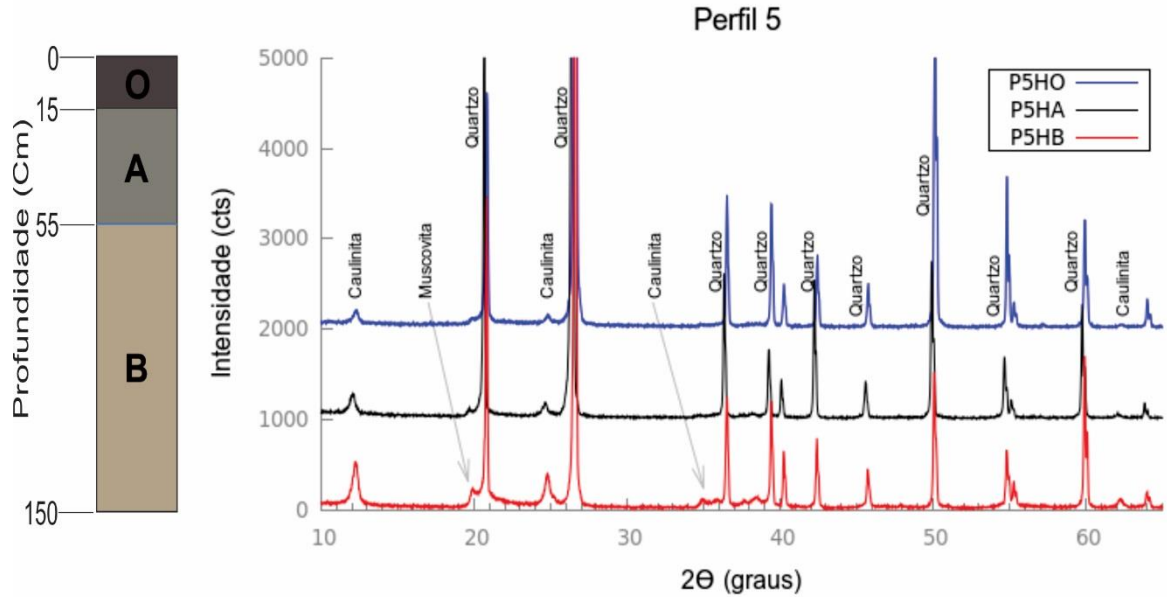
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 32 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 4 determinados por DRX em amostras totais.



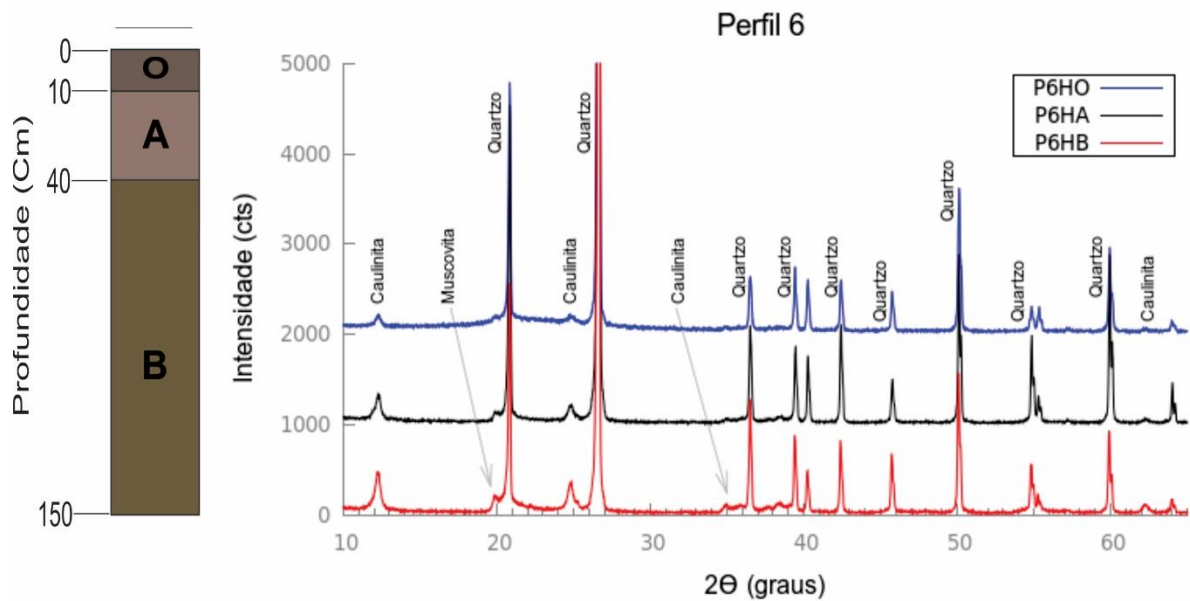
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 33 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 5 determinados por DRX em amostras totais.



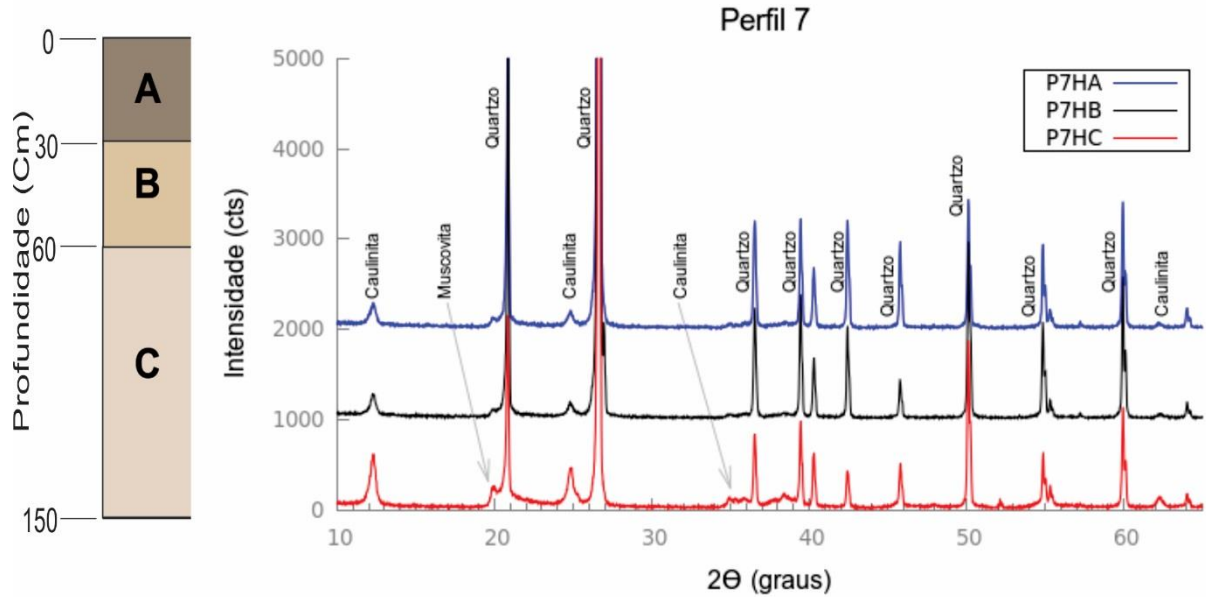
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 34 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 6 determinados por DRX em amostras totais.



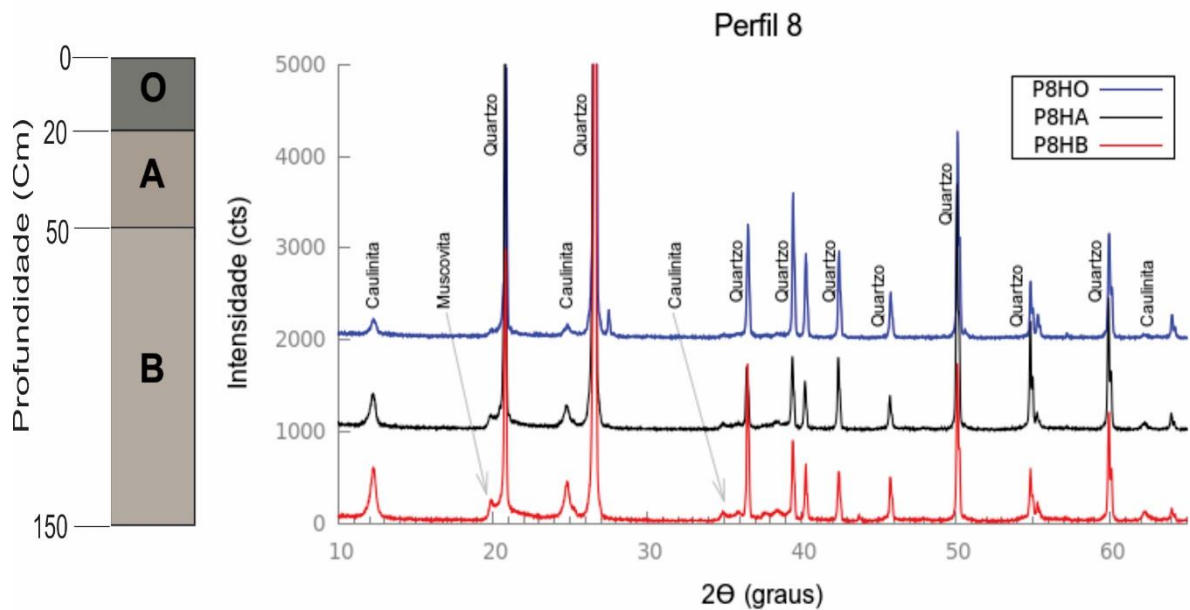
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 35 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 7 determinados por DRX em amostras totais.



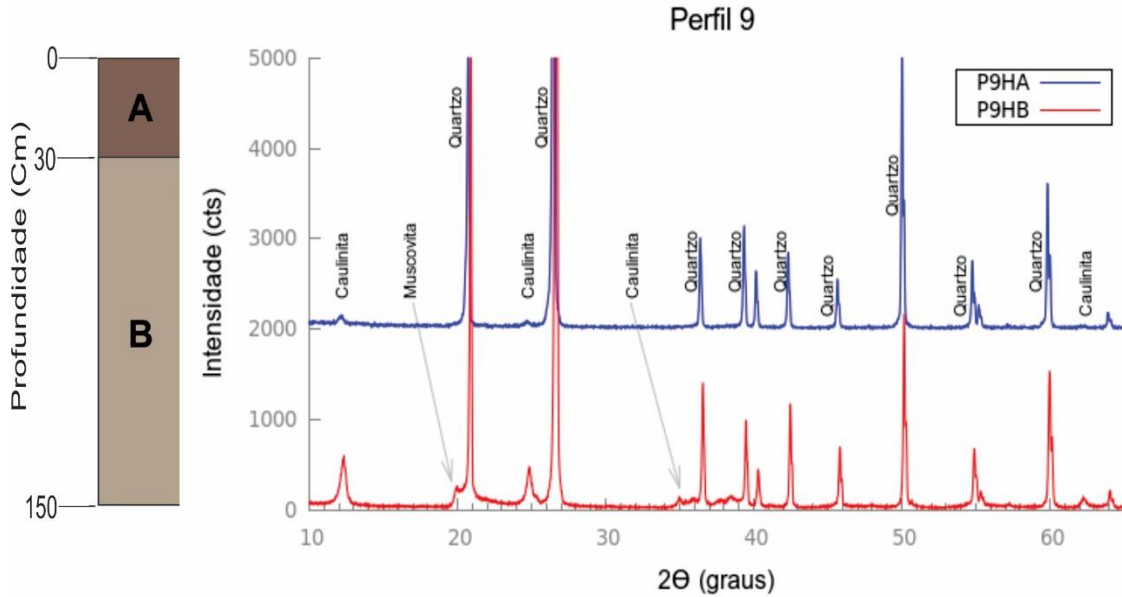
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 36 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 8 determinados por DRX em amostras totais.



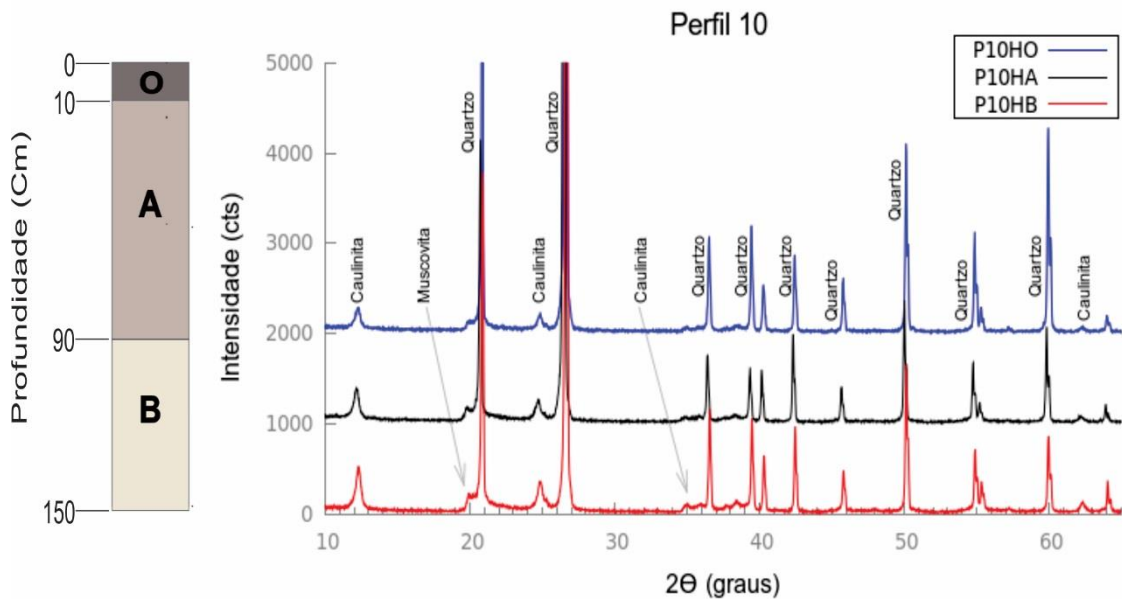
Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 37 - Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 9 determinados por DRX em amostras totais.



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos

Figura 38 – Caulinita, muscovita e quartzo presentes no solo do perfil 10 determinados por DRX em amostras totais.



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

## 5.6 INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NA LIXIVIAÇÃO E NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O município de Boa Vista – RR, está inserido em uma área de relevo suave o que pode ser observado através dos mapas de hipsometria e declividade da área de estudo, o que segundo Vale Júnior e Schaefer (2010), confere aos solos maior ação relativa da lixiviação com destaque para solos profundos, maduros e bastante intemperizados.

Assim é evidenciado que na área de estudo, devido às condições de relevo existentes, a ação do escoamento superficial é menor comparando-se com a ação da lixiviação, pois a declividade do terreno relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial (Fig.39, 40 e 41).

Figura 39 – Mapa de hipsometria da cidade de Boa Vista – RR.

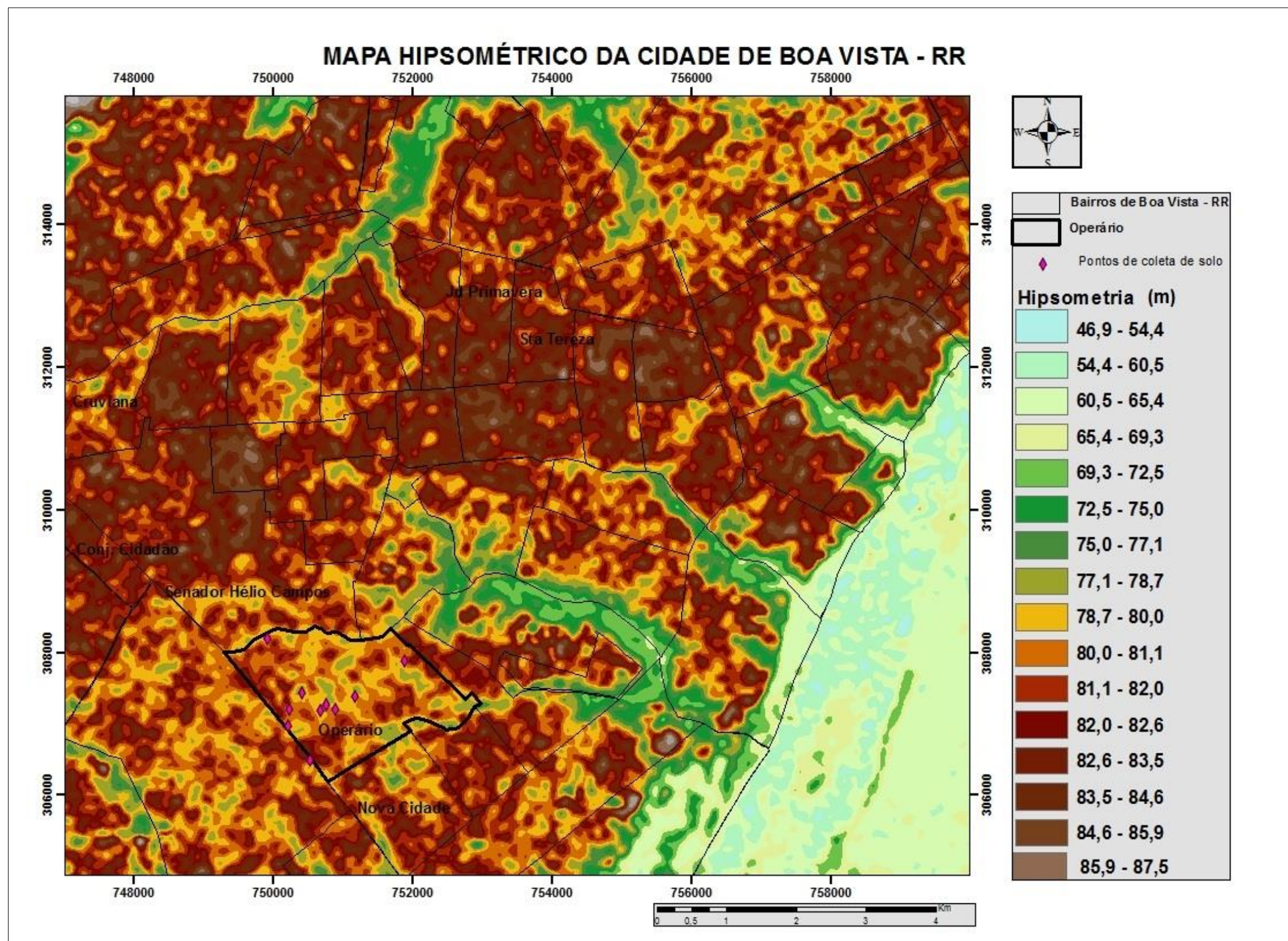


Figura 40 – Mapa de hipsometria da cidade de Boa Vista/RR – Visualização 3D.

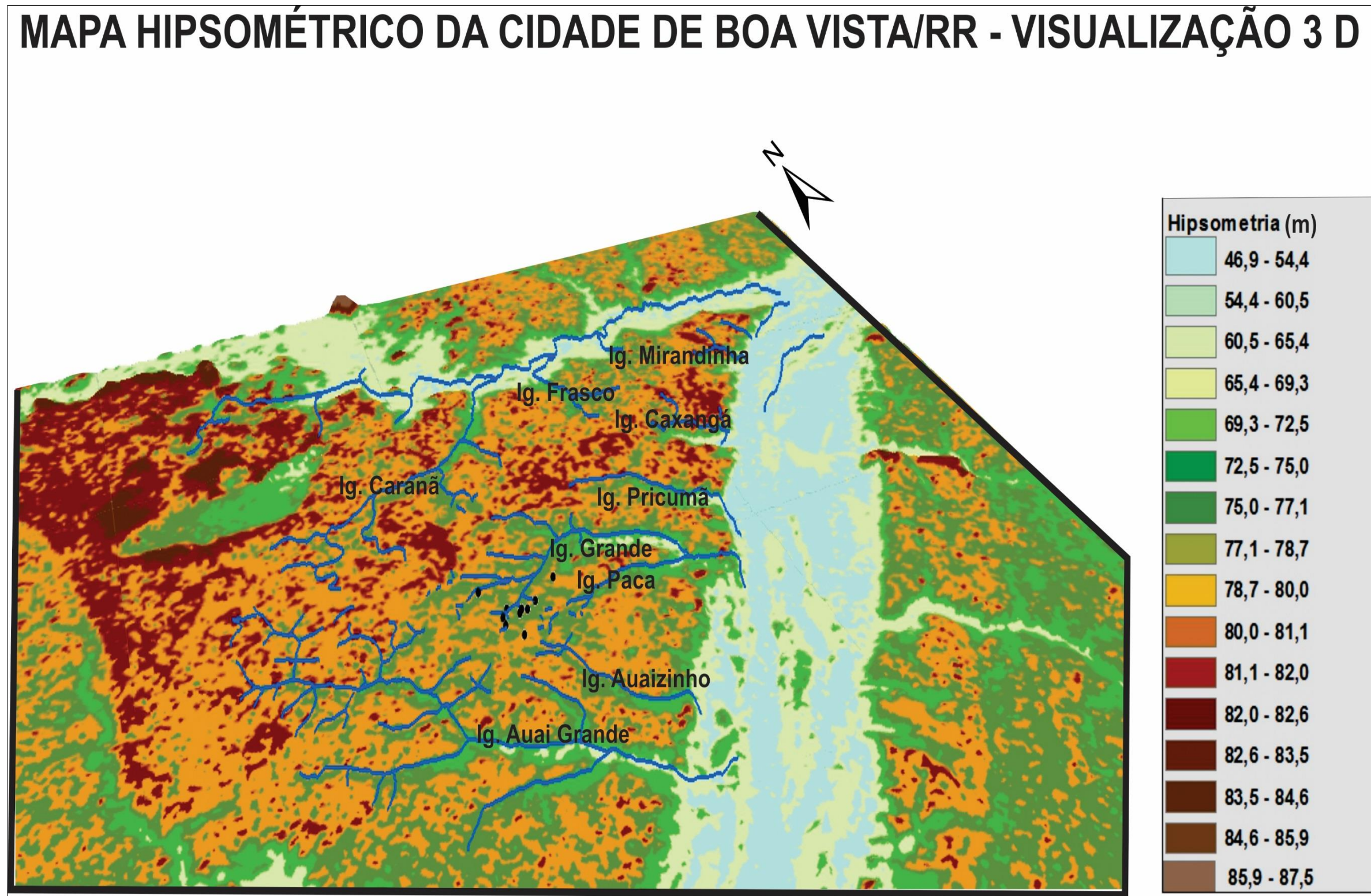
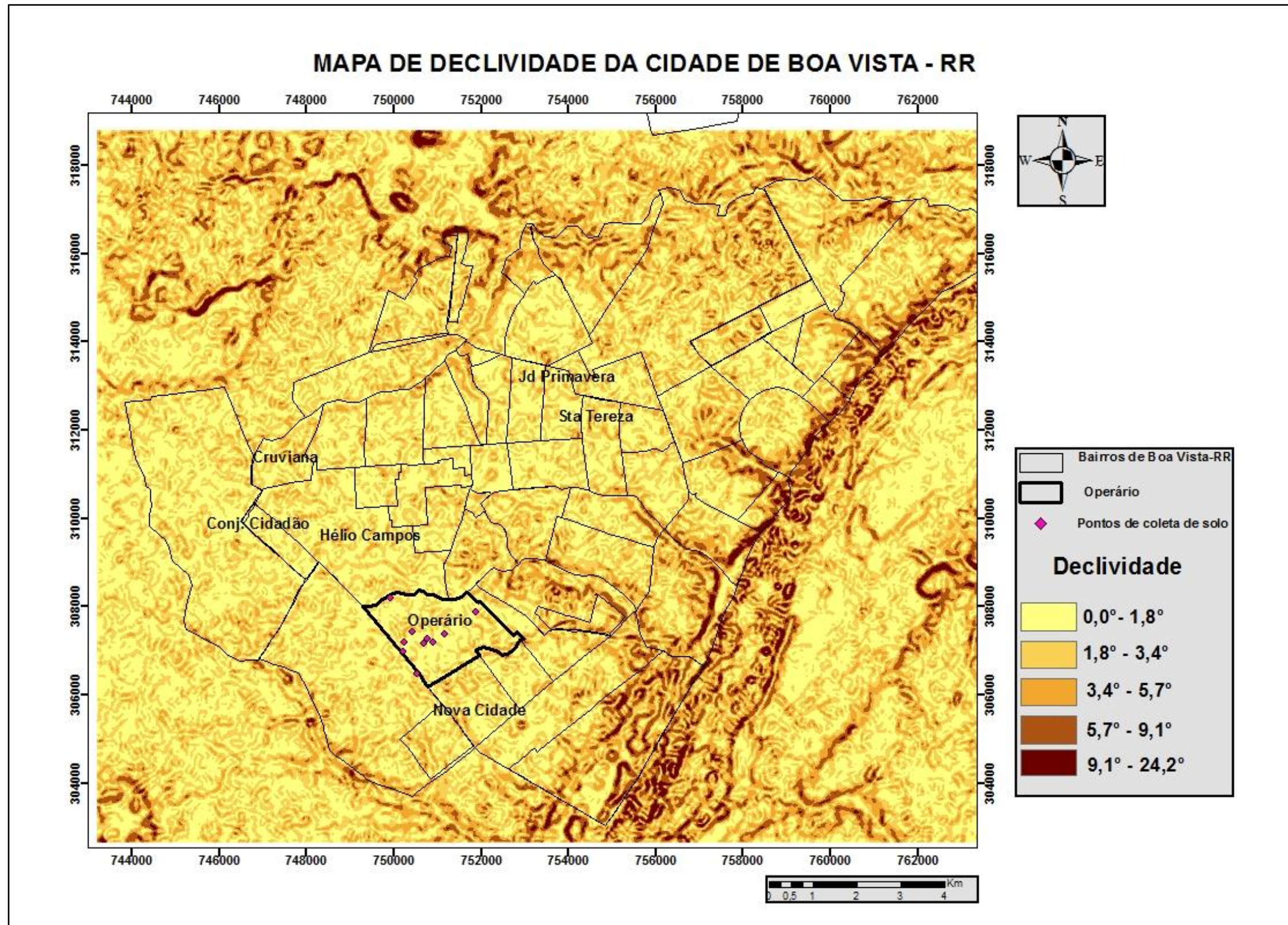


Figura 41 – Mapa de declividade da cidade de Boa Vista – RR



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.



A percolação da água através do solo em direção à água subterrânea não apenas repõe as águas, mas também dissolve e transporta para baixo uma variedade de produtos químicos orgânicos e inorgânicos que estão no interior do solo ou sobre sua superfície. Assim o processo de lixiviação do solo em direção às águas subterrâneas e posteriormente para águas superficiais, incluem elementos intemperizados dos minerais, compostos naturais orgânicos, nutrientes de plantas, sejam naturais ou não, assim como produtos químicos sintéticos aplicados no solo, de forma intencional ou não (BRADY; WEIL, 2013).

O processo de escoamento superficial que se inicia quando a intensidade da chuva excede o potencial de infiltração do solo, segue as linhas de maior declive. Assim em áreas de relevo suave o potencial de ação relativa da lixiviação tende ser maior que o potencial de escoamento superficial.

Para Oliveira (2011), o transporte superficial é o maior responsável pela contaminação dos cursos d'água; neste transporte as moléculas podem estar dissolvidas nas águas das enxurradas ou adsorvidas nos sedimentos em suspensão.

Solos argilosos, profundos e bem estruturados, segundo Lavorenti; Prata; Reginato (2003), representam uma barreira físico-química à percolação da água em profundidade e, conseqüentemente, limita o arraste de contaminantes.

Sendo a área de estudo caracterizada por solos arenosos, com baixa quantidade de matéria orgânica, presença de argilas de baixa atividade e relevo suave, a percolação e migração de elementos por solução torna-se facilitada, pois são solos onde o potencial de adsorção fica comprometido pelos fatores acima citados, aumentando conseqüentemente o risco do arraste de contaminantes para água subterrânea e posteriormente água superficial.

## 5.7 A AÇÃO ANTRÓPICA COMO FATOR DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE DRENAGEM NA ÁREA DE ESTUDO

Com o aumento da população urbana tem se observado que corpos hídricos estão sendo cada vez mais contaminados pela ação antrópica. Em áreas urbanas periféricas onde ocorre a existência de pequenas propriedades hortifrutigranjeiras, esta situação se revela como fator que requer cuidados

especiais, principalmente pelo uso de agroquímicos no controle de pragas e doenças (Fig. 42).

Figura 42 – Hortas no Bairro Operário – Boa Vista – RR: com indícios de uso de agroquímicos (A); evidenciando uso de fertilizante (B); com uso de casca de arroz carbonizado (C); embalagem de agroquímico em meio ao lixo comum (D).



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Nas propriedades é comum encontrar fossas negras localizadas próximas as hortas, que se tornam mais um fator agravante no que se refere à contaminação dos recursos hídricos, como também afetam a qualidade dos produtos cultivados que posteriormente servirão de alimento para população (Fig. 43).

Figura 43 – Horta no Bairro Operário – Boa Vista - RR, com presença de fossa negra



Fotografia: Neila Régea Ervilha Santos.

Na maioria das hortas do Bairro Operário-Boa Vista-RR, observou-se o uso de sistema de irrigação artificial, e em muitos casos tal irrigação é feita em excesso causando a formação de poças d'água e o agravamento no processo de possível contaminação da água tanto subterrânea como superficial (Fig. 44).

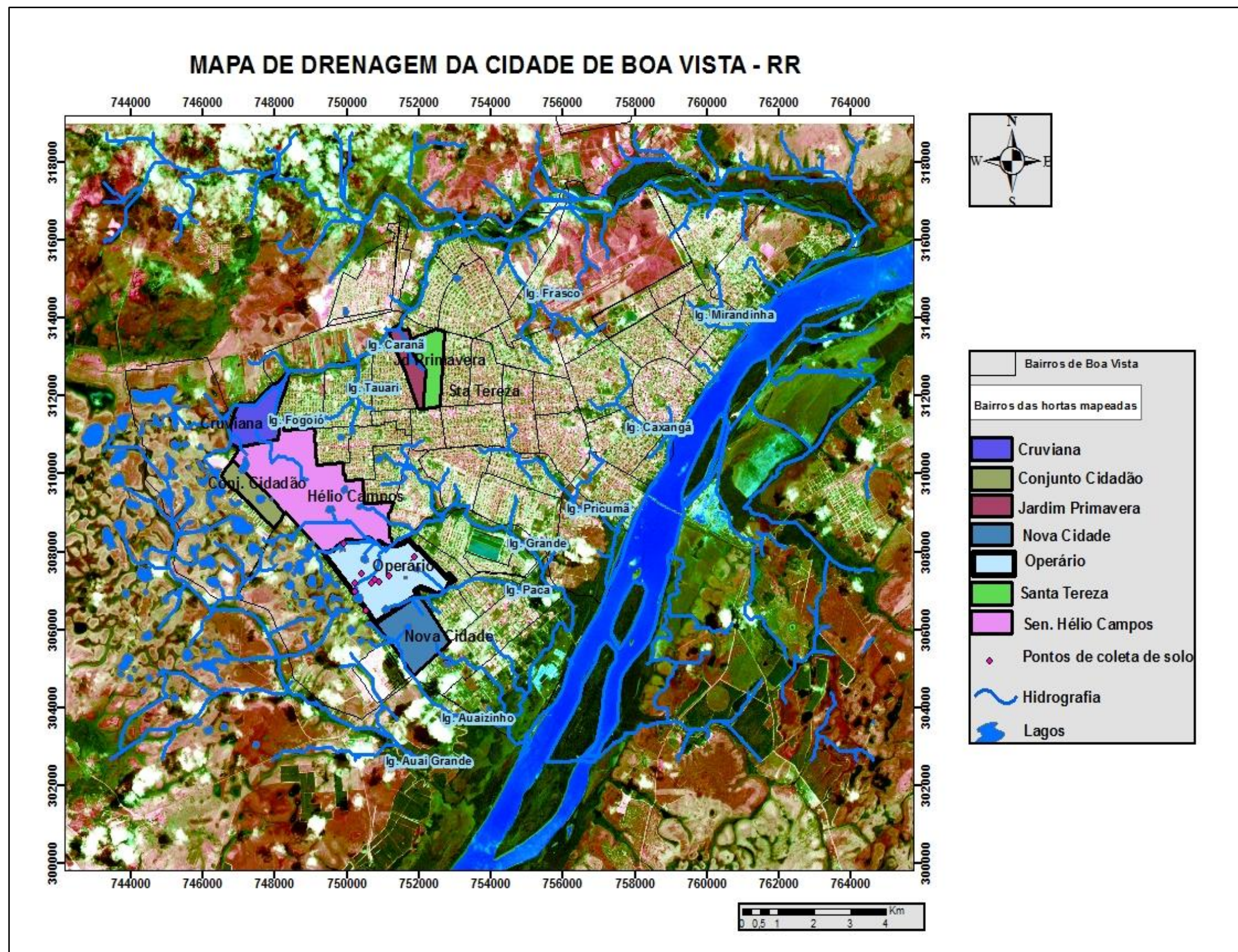
Figura 44 – Horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR, com uso de irrigação artificial



Fotografia: Neila Régea Ervilha Santos.

Através do mapa de drenagem é possível visualizar que algumas das propriedades que fizeram parte da pesquisa estão próximas a nascentes, rios e igarapés tornando-se um fator de risco de contaminação (Fig. 45 e 46).

Figura 45 – Mapa hidrográfico da cidade de Boa Vista – RR.



Elaboração: Neila Régea Ervilha Santos.

Figura 46 – Horta no Bairro Operário – Boa Vista – RR, próxima a lagoa.



Fotografia: Neila Régea Ervilha Santos.

## CONCLUSÃO

A atividade horticultora torna-se importante como fonte de renda familiar, tendo em vista que famílias estão sendo contratadas ou mesmo são proprietárias de lotes onde ocorre o cultivo das hortaliças. Tal fator é relevante para uma melhor qualidade de vida dessa população. No Bairro Operário ocorre a maior concentração das propriedades somando um total de 46 hortas de um total levantado de 62 para toda zona Oeste, tornando-se assim importante seu estudo.

Através das análises de solos observou-se que a área de estudo é constituída de solos arenosos, com predomínio de grãos angulares a subangulares, apresentando baixos teores de matéria orgânica (M.O.S.), sendo solos ácidos e com predomínio de quartzo, caulinita e muscovita em sua mineralogia, tais características conferem a estes solos uma baixa sorção de íons e produtos químicos, facilitando assim o transporte dos agroquímicos no solo, seja por lixiviação, escoamento superficial ou volatilização.

O relevo predominante é suave, fazendo parte da unidade morfoestrutural Pediplano Rio Branco – Rio Negro, a declividade variando entre  $0,0^\circ$  à  $24,2^\circ$ , e a altimetria entre 46,9 à 87,5 m. o que confere a área baixos índices de escoamento superficial e maiores índices de lixiviação, aumentando assim a possibilidade de contaminação da água subterrânea por agroquímicos.

A presença de drenagem em grande parte das propriedades é fator agravante no risco de contaminação das águas superficiais, devido principalmente a exageros na irrigação em períodos de seca e as chuvas, que podem levar até os corpos hídricos resíduos contaminantes.

Assim, observa-se que na área de estudo, fatores relacionados ao solo como: altos teores de areia, que reflete em solos porosos, baixos índices de matéria orgânica, diminuindo assim a sua capacidade de adsorção, permitindo uma maior percolação, acidez elevada que leva a uma baixa capacidade de troca catiônica (CTC), proporcionando aumento no potencial de lixiviação e presença de argilominerais de baixa superfície específica e baixa atividade, além de uma relevo suave, permitindo maior ação relativa da lixiviação e presença de uma densa rede de drenagem, evidenciam um ambiente frágil e sujeito à provável risco de contaminação por agroquímicos.

Tais fatores acima citados, aliados a falta de acompanhamento técnico, refletem em uma condição de manejo inadequado do solo na área da pesquisa, o que poderá acarretar sérios impactos ambientais decorrentes de provável contaminação de solos, águas superficiais e subterrâneas por resíduos químicos.

Existe necessidade preeminente de medidas mitigadoras que venham contribuir no uso de técnicas mais adequadas de manejo do solo que viabilizem a agricultura familiar sem comprometer a qualidade ambiental. Assim tal pesquisa espera contribuir no sentido de alerta para ações imediatas por parte das autoridades competentes compromissadas com a política ambiental.



## REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. 2 ed. Glasgow: Blackie Academic, 1995. 364 p.

ALMEIDA, I. de. Elementos para pensar a transição agroambiental: as lógicas da mudança técnica na agricultura familiar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 14.p. 35-45. Jul./dez. 2006. Editora UFPR. Disponível em:<[www.agropecuaria.org/organicos/Decisionesagricultores.pdf](http://www.agropecuaria.org/organicos/Decisionesagricultores.pdf)> Acesso em: 12 março 2012.

ARAUJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; MEDEIROS, R. D. de.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Rev. bras. eng. agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3 Set./Dez. 2001. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662001000300032&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662001000300032&script=sci_arttext). Acesso em: 24 dezembro 2013.

BENEDETTI, U. G. **Estudo Detalhado dos Solos do Campus do Cauamé da UFRR, Boa Vista, Roraima**. 2007. 105p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2007.

BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; Geomorfologia do Estado de Roraima por imagens de sensores remotos. IN: SILVA, P. R. de F.; OLIVEIRA, R. da S. (Org.). **Roraima 20 anos: as geografias de um novo Estado**. Boa Vista: Ed. UFRR, 2008.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012, p.153-188.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em:[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm). Acesso em: 31 janeiro 2014.

BRASIL. CPRM, **Estudos Hidrológicos no Estado de Roraima**. ZEE - Roraima, 2002.

BRASIL. Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm). Acesso em: 31 janeiro 2014.

BRASIL 1975. **Projeto RADAMBRASIL** (v. 8). Folha NA. 20. Boa Vista e parte das Folhas NA. 21. Tumucumaque, Na.20. Roraima e Na. 21. Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro. 426p.

BURROUGH P. A.; MCDONNEL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. New York: Oxford, 1998. 333p.

CALLEFI, R. C. Fotos Boa Vista, RR. Disponível em: <http://www.panoramio.com/user/255753/tags/Boa%20Vista>. Acesso em: 26 dezembro 2013.

CAMARGO, O. A. Uma visão política sobre contaminação de solos com metais pesados. **Hypertexto**, 2007. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/contaminacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/contaminacao/index.htm)>. Acesso em: 11 dezembro 2013.

CHAGAS, I. D. das. Os impactos dos agroquímicos sobre o meio ambiente. **Webartigos**. 2010. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/os-impactos-dos-agroquimicos-sobre-o-meio-ambiente/34298/>. Acesso em: 16 dezembro 2013.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; DAMIN, V.; CARVALHO, S. J. P. de.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. 1 ed. Piracicaba: os autores, 2008, 85p.

COSTA, J.A. V. Compartimentação do Relevo do Estado de Roraima. In: OLIVEIRA, R da S. (Org.). **Roraima em Foco: Pesquisa e Apontamentos Recentes**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2008. p. 77 - 107

EIRAS, J. F.; KINOSHITA, E. M. Evidências de Manaus. DNPM/CPRM, 1978. Movimentos Transcorrentes na Bacia do Tacutu. **Anais...** Belém: SBG, Cong. Bras. Geol., 1988. pp.2278-2172.

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de alta intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área ao longo da BR-174, na região do rio Anauá, no município de Caracarái – T. F. de Roraima**. Boletim técnico n.79. Rio de Janeiro: Comitê de Publicações do SNLCS, 1982a.

EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do Polo Roraima**. Boletim de pesquisa n.18. Rio de Janeiro: Comitê de Publicações do SNLCS, 1983.

EMBRAPA. **Levantamento semidetalhado dos solos e aptidão agrícola das terras do campo experimental Água Boa do CPAF-RR, estado de Roraima**. Boletim de pesquisa. Rio de Janeiro: Comitê de Publicações do SNLCS, 1990a.

EMBRAPA. **Levantamento semidetalhado dos solos e aptidão agrícola das terras do campo experimental Monte Cristo do CPAF-RR, estado de Roraima**. Boletim de pesquisa. Rio de Janeiro: Comitê de Publicações do SNLCS, 1990b.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solos**. 2 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FARIAS, M. V. de A.; VERAS, A. S. S.; PAIXÃO, S. U. A. da. Degradação do corpo hídrico no urbano em Boa Vista – RR. **Textos e Debates**, n.18, p. 129-138, 2013.

FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L.; SANS, L. M. A.; GOMES, M. A. F.; FERREIRA, C. J. A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 659-667, 2002.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 160.

FRIGHETTO, R. T. S. Impacto Ambiental decorrente do uso de pesticidas agrícolas. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J.L. de (Ed.). **Microbiologia ambiental**. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 1997. p. 415-438. (Embrapa – CNPMA. Documentos, 11).

GEREMIA, B. **Agrotóxicos: O emprego indiscriminado de produtos químicos no ambiente de trabalho rural e a responsabilização por danos a saúde**. 2011. 147p. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Caxias do Sul - RS, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=140010>. Acesso em 19 fevereiro 2014.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Disponível em: [www.dgi.inpe.br](http://www.dgi.inpe.br). Acesso em: 21 janeiro 2014.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. 2.ed. São Paulo: UNESP, 2003. 253 p.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B. Comportamento de pesticidas em solos; fundamentos. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S. & ALVAREZ V., V. H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.335-400.

LAZZAROTTO, D. R. GPS – **Global Positioning System**. FATOR GIS [on-line] <http://www.fatorgis.com.br/geoproc/gps.htm>. (11/10/99).

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote Sensing and Image Interpretation.6 ed. Estados Unidos**: Jhon Wiley & Sons, Inc. 2007. 804p.

LIMA, A. C. S.; SOUZA, C. Z. F. de.; OLIVEIRA, A. H. C. de.; ALVES, J. M. A.; CORREIA, R. G. Diagnóstico fitossanitário e de práticas associadas ao uso de agrotóxicos nas hortas em ambiente protegido em Boa Vista – Roraima. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 2, p.124-133, maio-agosto, 2011.

MELO, V. F. **Solos e indicadores de uso agrícola em Roraima: Áreas indígena Maloca do Flechal e de colonização do Apiaú**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 145f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do estado de Roraima**. Boa Vista: DSI/UFRR, 2004.

MONQUERO, P. A.; INÁCIO, E. M.; SILVA, A. C. Levantamento de agrotóxicos e utilização de equipamento de proteção individual entre os agricultores da região de Araras, São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 01, p. 135-139, 2009.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

NECHET, K. L.; JUNIOR, A. L. M.; VIEIRA, B. de A. H., MATTOS, P. S. R.; ARAÚJO, S. L. F.; ALBUQUERQUE, T.; CRUZ, L. de S.; SILVA, R. B. Q. da. ZILLI, J. E. **Resultados projeto AgroEcoBV. Tecnologias de manejo agroecológico em Pequenas Propriedades do Entorno de Boa Vista-RR**. Boa Vista – RR: Embrapa Roraima, 2010.

NEVES, M. C.; GOMES, M. A.; LUIZ, A. J. B.; SPADOTTO, C. A. **SIG na avaliação do impacto ambiental por agroquímicos**. In: ASSAD, E. D. ; SANO, E. E. Sistema de Informação Geográficas: aplicações na agricultura. Brasília: Embrapa – SPIQ/Embrapa-CPAC, 1998. 2ª Ed. p. 241-250.

NOVO, E. M. L. M. de. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2008. p. 363.

OLIVEIRA, J. Os agrotóxicos e a poluição das águas: coando mosquito e engolindo camelo. 2004. **Rede de agricultura sustentável – RAS**, maio, 2005. Disponível em: <http://www.agrisustentavel.com/toxicos/camelo.htm>. Acesso em: 10 janeiro 2014.

OLIVEIRA, V. de S. de. **Dinâmica do Fomesafen no solo e impacto de Tiametoxam e Fomesafen sobre três espécies de Macrófitas Aquáticas**. 2011.103p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

ORIHUELA, T. Fotos de Boa Vista, RR. Disponível em: <http://www.panoramio.com/photo/45781428>. Acesso em: 26 dezembro 2013.

PELLETIER, P. Um Japão sem riscos? In: VEYRET, Y. (Org.) **Os Riscos: o Homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p. 201-220

PIERZYNSKY, G. M.; SIMS, J. T.; VANCE, G. F. **Soils and Environment Quality**. 2 ed. CRC press: Boca Raton, 429p., 2000.

POLTRINIERI, L. S., TRINDADE, D. M.; SANTOS, I. P. dos. **Pragas e doenças de cultivos amazônicos** – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

QUERINO, R. B.; JÚNIOR, A. L. M.; VIEIRA, B. de A. H.; SANTOS, C. S. V. dos.; LUZ, F. J. F.; ZILLI, J. E.; NECHET, K. de L.; COSTA, M. C. G.; MATTOS, P. S. R. de.; MEDEIROS, R. D. de. **Diagnóstico de pequenas propriedades hortifrutigranjeiro em Boa Vista-RR**. Boa Vista – RR: Embrapa Roraima, 2008.

RAMALHO, J. F. G. P.; SOBRINHO, N. M. B. do A.; VELLOSO, A. C. X. Contaminação da microbacia de caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.7, p.1289-1303, 2000.

REIS, N. J.; FRAGA, L. M.; FARIA, M. S. G.; ALMEIDA, M. E. Geologia do Estado de Roraima. **Geology de la France**, n. 2, 3,4, BRGM, p. 121-134, 2003.

ROCHA, J. C. de S.da. Direito Ambiental, Meio Ambiente e Trabalho Rural e Agrotóxicos. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, RT, ano 10, p.106, abr. 1998.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, n.16,p. 81-90, 2005. Disponível em: [http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG\\_16/Roberto\\_Rosa.pdf](http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Roberto_Rosa.pdf). Acesso em: 14 janeiro 2014.

SANTOS, R. D; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 6ª ed. Viçosa – MG: SBCS/SNLCS, 2013. 99p.

SCHMIDT, C. A. B. **Remediação in situ de solos e águas subterrâneas contaminados por líquidos orgânicos não miscíveis em água (NAPLs)**. Série Temática: Resíduos Sólidos e Geotecnia Ambiental. v.1. Rio de Janeiro: COAMB/FEN/UERJ/2010, 62p.

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt clay ratio. **J. Sediment Petrology**, n. 24, p.151-158. 1954.

SILVA, A. de B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 2003.

SILVA, P. R. F.; ALMEIDA, M. M.; ROCHA, R. A. A. Segregação como conteúdo da nova morfologia urbana de Boa Vista-RR. **Revista Acta Geográfica**, ano III, n6, p. 47-53 jul./dez. de 2009. Disponível em: <http://revista.ufrb.br/index.php/actageo/article/view/470>. Acesso em:13 dezembro 2013.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v.15, n.1, 2011. Disponível em:[online.unisc.br/seer/index.php/tecnológica](http://online.unisc.br/seer/index.php/tecnológica). Acesso em: 11 dezembro 2013.

SUGUIO, K. **Água**. Riberão Preto: Holos, b 2006. 242 p.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 317p.

TAVARES JÚNIOR, S. S.; BESERRA NETA, L. C.; NASCIMENTO, F. A.; NASCIMENTO, S. de O. **Compartimentação geomorfológica de Roraima por meio de análise de morfoestruturas. Estudo de caso: Serra do Tepequém e o Graben do Tacutu.** In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de.; FAIRCHILD, T. R. TAIOLI, F. **Decifrando a Terra.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008. 557p.

USGS. SERVIÇO GEOLÓGICO AMERICANO. Disponível em:<http://earthexplorer.usgs/login/>. Acesso em : 21 janeiro 2014.

VALE JÚNIOR, J. F. do.; PARENTE JÚNIOR, W.; BENEDETI, U. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELO, V. F. Classificação e caracterização dos Solos sob Savana. In: VALE JÚNIOR, J. F. do.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.) **Solos sob savanas de Roraima: gêneses, classificação e relação e relações ambientais.** Boa Vista: Gráfica Ioris, 2010. 219p.

VALE JUNIOR, J. F. do.; SCHAEFER, C. E. G. R. Gênese e Geografia dos Solos sob Savana. In: VALE JÚNIOR, J. F. do.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Org.) **Solos sob savanas de Roraima: gêneses, classificação e relação e relações ambientais.** Boa Vista: Gráfica Ioris, 2010. 219p.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. de C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, 2006. Disponível em: [www.scielo.br/pdf/csp/v22n11/13.pdf](http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n11/13.pdf). Acesso em: 12 dezembro 2013.

WAICHMAN, A. V. Uma proposta de avaliação integrada de risco do uso de agrotóxicos no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 01, p. 45-50, 2008. Disponível em :[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672008000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672008000100006&script=sci_arttext). Acesso em: 16 de dezembro 2013.