

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO SOLO EM ÁREAS AGRÍCOLAS PRÓXIMAS À
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES, (RJ).**

por

DIANA FERREIRA BARBOSA

Orientador Prof. Dr. Josino Costa Moreira

Rio de Janeiro
Março - 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO SOLO EM ÁREAS AGRÍCOLAS PRÓXIMAS À
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES, (RJ).**

por

DIANA FERREIRA BARBOSA

ORIENTADOR: PROF. DR. JOSINO COSTA MOREIRA

Co-orientadora: Prof Dra Paula de Novaes Sarcinelli

*Dissertação apresentada a Escola Nacional de
Saúde Pública-FIOCRUZ, para obtenção do
título de Mestre em Ciências na área de Saúde
Pública e meio Ambiente: Área de Concentração
Toxicologia Ambiental.*

Rio de Janeiro

Março - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Barbosa, Diana Ferreira

Análise das Propriedades dos solos em Áreas Agrícolas próximas à Estação de Tratamento de Água no Município de Paty do Alferes, RJ. Diana Ferreira Barbosa, Rio de Janeiro, 2008

106 p., 30 cm

Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca – Fundação Instituto Oswaldo Cruz, 2008.

Bibliografia: p. 100-106

1. Solo 2. Propriedades físicas do solo 3. Agrotóxicos

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DO SOLO EM ÁREAS AGRÍCOLAS PRÓXIMAS À
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PATY DO ALFERES, (RJ).**

Diana Ferreira Barbosa

Dissertação submetida à Comissão Examinadora composta pelo corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz e por professores da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Josino Costa Moreira (Orientador)

Prof^a. Dr^a. Paula de Novaes Sarcinelli (Co-Orientador)

Prof^a. Dr^a. Sandra Hacon (Avaliador Interno)

Prof^a. Dr^a. Ana Valéria Freire Allemão Bertolino (Avaliador Externo)

Rio de Janeiro

2008

Dedico,

**Aos meus pais pelo apoio de sempre, ao
meu amor pelo companheirismo de
sempre, eu sei que sempre não é todo dia,
mas por aqui tem sido.**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por serem o início de tudo, pelo apoio e carinho que só os pais podem dar. Ao Astro, companheiro, amigo, amor, por ser todo ouvidos e paciência nos últimos dias. A minha família e amigos, por compreender minha ausência em alguns momentos. Ao meu tio e padrinho Miguel, cuja participação foi fundamental, mesmo que ele não tenha total noção disso. À minha avó Anália, por me fazer sorrir quando eu precisei. Aos amigos Felipe, Renata, Rafael, Guido, pelos momentos e risadas, tão necessárias.

As minhas amigas do laboratório de agrotóxicos, Juliana, que esteve sempre ao meu lado, tanto dentro quanto fora da sala de aula, e se mostrou um ombro amigo quando ninguém tinha percebido que era disso que eu precisava. A amiga Tatyane, pelo apoio pessoal e técnico, pela solidariedade. Duas das pessoas mais admiráveis e guerreiras que eu conheço, pessoas que eu aprendi a amar e respeitar ao longo dos últimos anos. A Isabella, pelos ouvidos emprestados sempre. A minha orientadora Paula, por ter sempre uma palavra de apoio.

A todas as pessoas do CESTEJ, pelos momentos de descontração. Leandro, pela carona e ouvidos sempre dispostos, à Lucineide, pelos muitos galhos quebrados. Ao pessoal dos indicadores, que sabem ser um grupo e acolher os “agregados”.

A equipe do Labgeo-FFP, pela imensa ajuda. A Núbia por estar sempre presente e atenta, à Jaqueline, por doar um pouquinho das suas férias pra me ajudar. Ao lindo casal, Vinícius e Renata, por terem sido tão prestativos, tão atenciosos, e eles mal me conheciam, mas se tornaram pessoas muito queridas pra mim. A amiga Bárbara, pela grande ajuda no trabalho braçal e intelectual também. Ao amigo Alexandre, por ter sido tão prestativo e otimista. Aos amigos Ana Valéria e Luiz Carlos Bertolino, que mostraram mais uma vez que posso contar sempre com eles. A amiga Clara Marcelle e ao Peter, pela ajuda de última hora, que me foi muito útil. Aos agricultores que participaram da pesquisa, ao Paulinho da Pesagro, pelo apoio logístico e pelos dados de pluviosidade gentilmente cedidos. Enfim, a todas as pessoas que participaram do processo.

ÍNDICE

Lista de Tabelas	i
Lista de Figuras	ii
Lista de Anexos	v
Resumo	vi
Abstract	viii
1 - Introdução	01
1.1- Solos	01
1.1.1 - Definição	01
1.1.2 - Propriedades do solo	02
1.1.2.1 - Porosidade, Infiltrabilidade e Estrutura	02
1.1.2.2 - Densidade aparente	02
1.1.2.3 - Matéria orgânica	03
1.1.2.4 - Granulometria	05
Po 1.1.2.5 - Porosidade	08
1.1.2.6 - Densidade real	09
1.1.3 - Propriedades Importantes para a Questão da Contaminação	10
1.1.3.1 - Potencial Hidrogeniônico (pH)	10
1.1.3.2 - Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	10
1.1.3.3 - Teor de Matéria Orgânica	11
1.1.3.4 - Fração Argila do solo	12
1.2 - Agrotóxicos	13
1.2.1 - Definição	13
1.2.2 - Propriedades	14
1.2.3 - Processos que governam o destino dos agrotóxicos no ambiente	17
1.2.3.1 – Transformação	17
1.2.3.2 - Sorção/dessorção de agrotóxicos no solo	18
1.2.3.3 - Resíduo ligado	20
1.2.3.4 - Movimentação de agrotóxicos no ambiente	20
1.2.3.5 – Lixiviação	20
1.2.3.6 - Escoamento superficial	22

1.3 - Paty do alferes	22
1.3.1 - O espaço rural	22
1.3.2 - Paty do Alferes em números	23
1.3.3 - Uso do solo	28
2 - Objetivos	32
2.1 - Objetivos específicos	32
3 - Material e métodos	33
3.1 - Área de estudo	33
3.1.1 - Localização da área de estudo	33
3.1.2 - Características físicas	34
3.1.2.1 - Relevo e geologia	34
3.1.2.2 – Solos	37
3.1.2.3 – Clima	39
3.1.2.4 – Vegetação	40
3.2 - Metodologia de amostragem do solo	41
3.3 - Análises laboratoriais	42
3.3.1 – Material	42
3.3.2- Porosidade	44
3.3.3- Densidade aparente	45
3.3.3 - Matéria orgânica	46
3.3.5 - Textura do solo	47
3.3.6 - Densidade real	50
3.3.7 - Potencial hidrogeniônico	50
3.4 – Questionários	50
4 - Resultados e discussão	51
4.1 - Comparação de Médias	51
4.2 – Textura	52
4.2.1 – Classificação Textural	52
4.2.2 – Areia	57
4.2.3 – Silte	60

4.2.4 – Argila	62
4.3 - Densidade real	65
4.4 – Porosidade	69
4.4.1 – Porosidade Total	69
4.4.2 – Macroporosidade	72
4.4.3 – Microporosidade	74
4.5 - Densidade aparente	77
4.6 - Matéria orgânica	79
4.7 – Potencial Hidrogeniônico	81
4.8- Questionários	82
4.9- Agrotóxicos x solos	93
5 - Considerações finais	98
6 - Referências bibliográficas	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Divisão das frações granulométricas mais utilizadas no Brasil	06
Tabela 02: Classes texturais	07
Tabela 03: Estabelecimentos agropecuários, relação de trabalho e maquinário.	26
Tabela 04: variações significativas de médias por profundidade.	51
Tabela 05 – Variação de Médias entre as etapas	51
Tabela 06 – Teor de Areia, comparando as porções do relevo entre si e com a segunda etapas.	52
Tabela 07: Classificação Textural dos pontos de amostragem	54
Tabela 08: Médias dos teores de argila, areia e silte, por porções da encosta.	55
Tabela 09: Classificação Texturais das amostras da segunda etapa de amostragem	57
Tabela 10: Resultados de Densidades Real e suas possíveis classificações	66
Tabela 11: Densidade Real e possível classificação das amostras (segunda etapa)	68
Tabela 12: Médias de Porosidade total por porção do relevo.	69
Tabela 13: Médias de Macroporosidade em alta, média e baixa encostas.	72
Tabela 14: Média de Microporosidade em alta, média e baixa encostas.	74
Tabela 15: Média de Densidade Aparente em alta, média e baixa encostas.	77
Tabela 16: Médias dos teores de matéria orgânica, em g/cm ³ .	79
Tabela 17: Produtos Utilizados na Região por classe. Adaptado de SIA, 2008	92
Tabela 18: Princípios ativos e frequência dos agrotóxicos citados nas entrevistas.	93
Tabela 19: Substâncias relatadas, seus grupos químicos, solubilidade e classe toxicológica.	94
Tabela 20: Volume de precipitação (mm/24h) nos dez dias anteriores a cada coleta	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Estrutura Etária da população de Paty do Alferes, Censo do IBGE de 2000 com divisão Territorial de 2001. Fonte: IBGE, 2000	23
Figura 02: Grau de instrução por anos de estudo da população de Paty do Alferes. Fonte: Censo de 2000, com divisão territorial de 2001.	24
Figura 03: Distribuição do PIB do Município de Paty do Alferes, por setor. Fonte, IBGE, 2005.	25
Figura 04: Lavouras temporárias por área plantada. Adaptado de IBGE, 2006.	26
Figura 05: Quantidade de alimentos produzidos. Fonte, IBGE, 2006.	27
Figura 06: Rendimento médio das plantações em kg/ha. Fonte: IBGE, 2000	27
Figura 07: Valor da produção das diferentes culturas. Fonte: IBGE, 2006	28
Figura 08, Localização do Município de Paty do Alferes – RJ. Adaptado de IBGE-Downloads	33
Figura 09: Mapa Geológico da região. Adaptado de CPRM, 2000.	35
Figura 10: Geoambientes da região de Paty do Alferes. Adaptado de CPRM, 2000.	36
Figura 11: Solos da Região de Paty do Alferes. Adaptado de CPRM, 2000.	38
Figura 12: Esquema da amostragem na encosta.	41
Figura 13: Mesa de tensão	44
Figura 14: Detalhe das amostras na mesa de tensão.	44
Figura 15: Passo a passo da análise granulométrica.	49
Figura 16: Triângulo Textural com amostras da alta encosta.	52
Figura 17: Triângulo Textural com amostras da média encosta.	53
Figura 18: Triângulo Textural com amostras da baixa encosta.	54
Figura 19: Triângulo textural das amostras coletadas no ponto “T”.	56
Figura 20: Triângulo textural das amostras do ponto “J”.	56
Figura 21: Triângulo textural das amostras ET e O.	57
Figura 22: Médias de teor de Areia por porção da encosta e profundidade.	58
Figura 23: Variação do teor de areia por profundidade, na alta encosta.	58
Figura 24: Variação do teor de areia por profundidade, na média encosta.	59
Figura 25: Variação do teor de areia por profundidade, na baixa encosta.	59
Figura 26: Teores de areia das amostras.	60

Figura 27: Médias de teor de Silte por porção da encosta e profundidade.	60
Figura 28: Variação do teor de silte por profundidade, na alta encosta.	61
Figura 29: Variação do teor de silte por profundidade, na média encosta.	61
Figura 30: Variação do teor de silte por profundidade, na baixa encosta.	62
Figura 31: Teores de Silte das amostras.	62
Figura 32: Médias de teor de Argila por porção da encosta e profundidade.	63
Figura 33: Variação do teor de argila por profundidade, na alta encosta.	63
Figura 34: Variação do teor de argila por profundidade, na média encosta.	64
Figura 35: Variação do teor de argila por profundidade, na baixa encosta.	64
Figura 36: Teores de argila das amostras.	65
Figura 37: Variação da densidade real por profundidade, na alta encosta.	67
Figura 38: Variação da densidade real por profundidade, na media encosta.	67
Figura 39: Variação da densidade real por profundidade, na baixa encosta.	69
Figura 40: Médias de Porosidade Total por porção da encosta e profundidade.porosidade total nas porções alta, média e baixa encostas.	70
Figura 41: Variação da Porosidade Total por profundidade, na alta encosta.	70
Figura 42: Variação da Porosidade Total por profundidade, na média encosta.	71
Figura 43: Variação da Porosidade Total por profundidade, na baixa encosta.	71
Figura 44: Médias de Macroporosidade por porção da encosta e profundidade	72
Figura 45: Variação da Macroporosidade por profundidade, na alta encosta.	73
Figura 46: Variação da Macroporosidade por profundidade, na média encosta.	73
Figura 47: Variação da Macroporosidade por profundidade, na baixa encosta.	74
Figura 48: Médias de Microporosidade por porção da encosta e profundidade	75
Figura 49: Variação da Microporosidade por profundidade, na alta encosta.	75
Figura 50: Variação da Microporosidade por profundidade, na média encosta.	76
Figura 51: Variação da Microporosidade por profundidade, na baixa encosta.	76
Figura 52: Médias de Densidade Aparente por porção da encosta e profundidade	77
Figura 53: Variação da Densidade aparente por profundidade, na alta encosta.	78
Figura 54: Variação da Densidade aparente por profundidade, na alta encosta.	78
Figura 55: Variação da Densidade aparente por profundidade, na alta encosta.	79
Figura 56: Médias de Matéria Orgânica por porção da encosta e profundidade.	80

Figura 57: Variação da Matéria Orgânica por profundidade, na alta encosta.	80
Figura 58: Variação da Matéria Orgânica por profundidade, na média encosta.	81
Figura 59: Variação da Matéria Orgânica por profundidade, na baixa encosta.	81
Figura 60: Pessoas da família que trabalham com agrotóxicos.	82
Figura 61: Relação dos agricultores com os agrotóxicos.	83
Figura 62: Culturas plantadas nos últimos dois meses	83
Figura 63: Utilização de práticas agrícolas para diminuir o uso de agrotóxicos	84
Figura 64: Locais onde são armazenados os agrotóxicos	85
Figura 65: Destino das embalagens vazias de agrotóxicos	85
Figura 66: Utilização de embalagens para outros fins.	86
Figura 67: Locais de lavagem de equipamentos	86
Figura 68: Destino da água de lavagem de equipamentos.	87
Figura 69: Uso de proteção ao aplicar agrotóxicos.	87
Figura 70: Locais de lavagem das roupas utilizadas para preparar agrotóxicos.	88
Figura 71: Quem faz a lavagem das roupas utilizadas no manuseio dos agrotóxicos.	88
Figura 72: Entrevistados que passaram mal depois de aplicar	89
Figura 73: Sintomas de intoxicação sentidos pelos agricultores.	89
Figura 74: Casos de intoxicação na propriedade em que trabalham.	90
Figura 75: Se os agricultores acreditam que agrotóxicos podem fazer mal à sua saúde.	90
Figura 76: Se os agricultores têm medo de aplicar agrotóxicos.	91
Figura 77: Frequência de substâncias relatadas por grupo químico.	94

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01	Questionário	107
Anexo 02	Termo de Consentimento	114

RESUMO

A atividade agrícola tem exercido efeitos cada vez mais intensos sobre o meio ambiente, já que demanda tecnologias baseadas principalmente no uso de agrotóxicos para o controle de pragas e na mecanização para o aumento da produtividade. A contaminação do solo deve ser uma preocupação, já que, segundo suas características, pode retardar ou dificultar a chegada das substâncias aos corpos hídricos.

O objetivo deste trabalho é analisar as propriedades físico-químicas do solo e sua possível contaminação por agrotóxicos em pontos próximos às estações de tratamento de água, em Paty do Alferes, Rio de Janeiro, atentando para a influência de suas propriedades na contaminação das águas.

A amostragem foi realizada em duas etapas. A primeira buscou uma amostragem completa de uma encosta, que foi escolhida por apresentar características semelhantes ao restante da região. Nesta, foram consideradas três porções do relevo (alta, média e baixa encosta), obedecendo um padrão de zigue-zague, visando abranger a encosta como um todo. Neste local foram coletadas as amostras denominadas de Alta, Média e Baixa encostas. A segunda etapa foi realizada visando uma proximidade com a captação de água da CEDAE. Foram coletadas amostras em propriedades que estivessem a montante em relação à captação, e que estivessem relativamente próximas a corpos d'água. Nestes locais foram coletadas as amostras T, J e O.

Os solos coletados na região mostraram-se bastante argilosos, com médio a baixo teores de matéria orgânica e pH variando entre 4 e 5. Além disto, apresentaram baixa macroporosidade, espera-se, portanto, que dificultem a infiltração das substâncias que venham a entrar em contato com ele. Estas condições, associadas ao relevo acidentado propiciam condições ideais para o escoamento superficial, podendo atingir os corpos hídricos próximos.

Solos são sistemas complexos, que envolvem água, minerais, matéria orgânica e gases. Cada um destes elementos tem suas próprias características e, em conjunto, formam uma infinidade de interações e possibilidades. Os agrotóxicos, por sua vez, podem ter diversas funções e pertencer a diversos grupos químicos, cada um também com suas características próprias. Daí a complexidade de se estudar um compartimento ambiental como o solo e sua interação com substâncias tão diversas como os agrotóxicos. Apesar de sabermos da importância econômica dos agrotóxicos, é necessário que se pense em formas de minimizar o uso de tais substâncias, tanto pelo risco que representa à saúde humana, quanto pela contaminação ambiental, que pode afetar plantas e animais do entorno.

O conhecimento de um compartimento ambiental como o solo é indispensável para uma avaliação ambiental preliminar que sirva de suporte para futuros estudos de avaliação e gerenciamento de risco e monitoramento ambiental. Compreender a dinâmica da região auxilia no desenho de novos estudos, que possam aprofundar o conhecimento sobre a questão dos agrotóxicos neste local específico, que por causa das suas peculiaridades, pode levar tais substâncias a comportamentos distintos dos encontrados em outros locais.

ABSTRACT

The agricultural activity exerts more intense effect each time on the environment, since demand established technologies mainly in the use of pesticides for the control of plagues and in mechanization for the increase of the productivity.

The contamination of the soils must be a concern, since, according to its characteristics, it can delay or make it difficult the arrival of substances to the aquatic ecosystems. The objective of this work is to analyze the properties of soils and its possible contamination for agrotóxicos in places next to the water treatment stations, in Paty do Alferes, Rio de Janeiro, attempting for the influence of its properties in the contamination of waters.

The sampling was carried through in two stages. The first one searched a complete sampling of a hillside, that was chosen by presenting characteristic near to the remain of the region. In this, three portions of the relief had been considered (high, average and low), obeying a zigzag standard, aiming at to enclose the hillside as a whole. In this place the samples called of High, Average and Low hillsides had been collected. The second stage was carried through aiming at a proximity with the water captation of the CEDAE. Samples had been collected in properties next captation, and that the were relatively next to the river. In these places had been collected samples called T, J and O.

The soils collected in the region had revealed sufficiently argillaceous, with medium low the texts of organic substance and pH varying between 4 and 5. Moreover, they had presented low macroporosity. Therefore, one expects that they make it difficult the infiltration of the substances that come to enter in contact with it. These conditions, associates to the mountainous morphology propitiate ideal conditions for the superficial draining, being able to reach the next aquatic ecosystems.

Soils are complex systems, that involve water, minerals, organic substance and gases. Each one of these elements has its proper characteristics and, in set, they form a infinity of interactions and possibilities. The pesticides, in turn, can have diverse functions and belong diverse chemical groups, each one also with its proper characteristics. What makes very complex to study an ambient compartment as the soils and its interaction with so diverse substances as the pesticides. Although to know of the economic importance of the pesticides, it is necessary to think about forms to minimize the use of such substances, as much for the risk that represents to the health human being, how much for the ambient contamination, that can affect plants and animals that live around. The soils knowledge is indispensable for a

preliminary ambient evaluation that serves of support for future studies of evaluation and management of risk and ambient monitoring.

1 - INTRODUÇÃO

Agrotóxicos são produtos destinados ao uso no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, cuja finalidade seja alterar a composição da fauna e da flora, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (Lei Federal no 7.802, Artigo 2, Inciso I).

A atividade agrícola tem exercido efeitos cada vez mais intensos sobre o meio ambiente, já que hoje os trabalhadores rurais precisam produzir cada vez mais para garantir seu sustento. O fato de esta atividade estar, atualmente, direcionada para a produção intensiva acaba por acarretar graves conseqüências para o meio ambiente em geral, prejudicando diretamente os seres vivos, inclusive os seres humanos, já que seus efeitos, podem atingir as águas (tanto superficiais quanto subsuperficiais), o ar e particularmente o solo. A agricultura intensiva, de maneira geral, demanda tecnologias baseadas principalmente no uso de agrotóxicos para o controle de pragas e na mecanização para o aumento da produtividade.

Após a sua aplicação, estas substâncias podem ter vários destinos diferentes de acordo com seu modo de aplicação. Algumas substâncias são comercializadas em forma de grânulos, sendo aplicadas diretamente no solo, mas a grande maioria é aplicada por pulverização. Quando aplicadas por pulverização, parte é carregada pelo ar (podendo chegar aos corpos hídricos), parte fica nas plantas e parte chega ao solo. Esses agentes contaminantes no momento que entram em contato com o solo podem ter diversos caminhos, podendo, juntamente com a água, se infiltrar no solo e chegar a atingir até mesmo o lençol freático ou permanecer na superfície. Neste caso, podem ser carregadas por escoamento superficial para os corpos hídricos próximos, ou ser adsorvidos pela matéria orgânica e frações finas, tornando-se disponíveis ou não para os seres vivos, ou ainda ser degradados pela luz, calor ou bactérias.

Embora a agricultura seja apenas uma das inúmeras fontes não-pontuais de poluição, geralmente é apontada como a maior contribuinte de todas as categorias de poluentes dos corpos hídricos.

A contaminação do solo deve ser uma preocupação, já que, segundo suas características, pode retardar ou dificultar a chegada das substâncias aos corpos hídricos. Devido ao fato de o solo ser um sistema complexo no qual muitas variáveis agem simultaneamente, produz nos compostos químicos presentes efeitos ainda pouco elucidados (JAVARONI, 1999).

Este trabalho busca um entendimento das propriedades e características do solo no município de Paty do Alferes, no Estado do Rio de Janeiro. Este município, conhecido como a terra do tomate, é um dos principais produtores de tomate e pimentão do Estado.

A origem de Paty do Alferes remonta ao início do século XVIII, com a abertura do “Caminho Novo”, que ligava Minas Gerais ao Rio de Janeiro. A criação dessa rota de escoamento de ouro impulsionou o estabelecimento e desenvolvimento de um povoado rural constituído por roças e engenhos. (ROSA, 2004)

Ramalho et al (2000) afirma que Paty do Alferes tem uma tradição agrícola de mais de 200 anos, tendo passado pela exploração extrativista de madeira, cultura da cana-de-açúcar, do café, de pecuária leiteira e, nos últimos anos, pela olericultura, com destaque para o tomate estaqueado para consumo in natura. (RAMALHO et al, 2000, SOUZA et al, 2003, PALMIERI, 1998, EIRA et al, 1998)

O plantio de olericulturas é conhecido pelo intenso uso de agrotóxicos, que possuem sua importância econômica, já que possibilitam uma grande produtividade. Por outro lado, são substâncias concebidas como veneno, e que não atingem apenas seu alvo, mas outros animais, os vários compartimentos do meio ambiente e a saúde dos seres humanos.

2 - OBJETIVOS

Analisar as propriedades físico-químicas do solo e sua possível contaminação por agrotóxicos em pontos próximos às estações de tratamento de água, em Paty do Alferes, Rio de Janeiro, atentando para a influência de suas propriedades na contaminação das águas.

2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as propriedades físicas e químicas das amostras coletadas;
- Avaliar o processo de trabalho, caracterizar a população de agricultores da área estudada e levantar os agrotóxicos mais utilizados através de informações coletadas por meio de questionário;
- Levantar as informações sobre as condições climáticas na região, durante o período do estudo;
- Analisar as propriedades químicas dos princípios ativos mais utilizados, comparando-as com as características do solo da área estudada.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - SOLOS

3.1.1 - DEFINIÇÃO

O solo pode ser definido como o conjunto de corpos naturais, desenvolvido em mineral não-consolidado e em matéria orgânica na imediata superfície da terra e que serve para o crescimento da vegetação terrestre e possui propriedades conseqüentes dos efeitos climáticos e da matéria viva que atuam sobre o material original¹.

Os solos minerais consistem de quatro componentes principais: substâncias minerais, matéria orgânica, água e ar. Estes quatro componentes coexistem em condição de íntima interdependência, com grandes interações.

A parcela inorgânica de um solo varia em tamanho e em composição. É normalmente composta de pequenos fragmentos de rocha e minerais. Estes minerais apresentarão diferenças de acordo com sua resistência aos fatores de formação. Minerais mais resistentes conseguem se manter em tamanhos maiores, e minerais menos resistentes tendem a se apresentar em partículas bastante pequenas. A distribuição dos diferentes tamanhos de partículas no solo é chamada de textura.

O ar do solo é diferente do ar atmosférico em vários aspectos, a começar por se localizar nos poros do solo, que são separados pelos sólidos do solo. Por isso, a composição do ar do solo pode variar, mesmo em locais próximos. Além disto, o teor de umidade do ar do solo é bem mais elevado que o da atmosfera, e o teor de bióxido de carbono é geralmente mais elevado e o de oxigênio mais reduzido¹.

A atividade da maioria dos microorganismos úteis no solo é regulada diretamente pela aeração: na presença abundante de ar, rico em oxigênio, os microorganismos participam ativamente nas transformações (incluindo a mineralização) da matéria orgânica, liberando nutrientes para as plantas².

A aeração do solo depende de propriedades como porosidade (que por sua vez relaciona-se com textura, estrutura e matéria orgânica). A quantidade de água disponível também tem influência. Existe uma relação dinâmica entre a água e o ar do solo. À medida que o volume de água aumenta, o volume de ar decresce, variando assim, com o tempo, suas quantidades².

3.1.2 - PROPRIEDADES DO SOLO

3.1.2.1 - POROSIDADE, INFILTRABILIDADE E ESTRUTURA

A água presente no solo é dependente de fatores climáticos e também de características, como porosidade, textura e estrutura do solo. A quantidade de água que o solo consegue armazenar, a velocidade com que se movimenta em seu interior e a taxa de infiltração são características de cada solo. A água chega ao solo por precipitação ou irrigação. Ao atingir sua superfície, parte dela infiltra-se e outra parte escoar superficialmente. Da água que infiltrou, parte fica armazenada nos microporos e o excesso continua infiltrando-se pelos macroporos, em direção ao lençol freático. A água que escorre superficialmente pode formar poças nas partes mais baixas do relevo ou atingir rios e lagos³.

A água é retida nos poros em graus variáveis de persistência, dependendo da quantidade em que se encontra e do tamanho dos poros. Esta retenção determina sua movimentação pelo solo e sua utilização pelos vegetais.

3.1.2.2 - DENSIDADE APARENTE

Densidade aparente, também chamada de densidade de volume é definida como a massa (peso) de determinado volume de solo seco, sendo calculada a razão entre estes dois valores (massa dividida pelo volume). Esta varia de acordo com a quantidade de poros existentes no solo. Brady (1989)¹ afirma que solos com elevada proporção de espaços de

poros em relação aos sólidos têm densidades de volumes menores do que outros mais compactos e com menos espaços de poros. Solos de textura fina de superfície como franco-siltosos, argilas e franco argilosos possuem, via de regra, densidades menores do que solos arenosos.

Segundo Azevedo (2004)³, a densidade do solo está relacionada com a estrutura, já que os poros são espaços vazios dentro e entre os agregados. Portanto, a degradação da estrutura do solo leva a um aumento de sua densidade. Como a densidade é mais fácil de ser medida que a estrutura, geralmente é usada como um indicativo de degradação. Segundo Araújo, a densidade dos solos argilosos, varia entre 1,0 (solo de mata, considerado o “natural”) a 1,45 (muito compactado) mg/m^{-3} . Solos arenosos apresentam densidades variáveis entre 1,25 e 1,70 mg/m^{-3} .

Quando solos são submetidos a diferentes sistemas de manejo verifica-se, em geral, um aumento da densidade do solo. Esta compactação é causada principalmente pelo uso de máquinas^{4,5,6}.

3.1.2.3 - MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica dos solos é proveniente da adição de restos de origem vegetal ou animal. As folhas, raízes, caules, frutas e outros detritos vegetais e produtos de origem animal, como os corpos de vermes e de micróbios bem como esterco estão entre os principais tipos de adição².

Segundo Chaves et al (2005)⁷, solos com baixos teores de matéria orgânica apresentam menos que 15 g/kg, e solos com mais de 25g/kg, apresentam alto teor de matéria Orgânica⁷.

LUCHESE (2001)⁸ aponta a importância da matéria orgânica no solo. Afirma que ela atua nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, corrigindo e melhorando a fertilidade do mesmo. A presença de matéria orgânica no solo exerce uma grande influência em várias de suas propriedades, como na cor (quanto maior o teor de matéria orgânica, mais escuro o solo), na produção de agregados (que reduz a plasticidade, possibilitando uma maior permeabilidade ao ar, e conseqüente oxigenação), no aumento da capacidade de retenção de água pelos solos, no aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), na disponibilização de micro e macro-nutrientes, no controle do pH do solos, e tem participação nos processos pedogênicos^{1 8}.

Entre as características químicas afetadas pela matéria orgânica, destacam-se a disponibilidade de nutrientes para as culturas, a capacidade de troca de cátions e a

¹ Relativo à gênese dos solos.

complexação de elementos tóxicos e micronutrientes. A principal característica física do solo afetada pela matéria orgânica é a agregação. A partir de seu efeito sobre a agregação do solo, indiretamente são afetadas as demais características físicas, como a densidade, a porosidade, a aeração, a capacidade de retenção e infiltração de água, entre outras. A formação dos agregados, unidades básicas da estrutura do solo, é atribuída principalmente às forças físicas envolvidas no umedecimento e secamento, congelamento e descongelamento, e ação de compressão pelas raízes. Após a aproximação das partículas minerais, a matéria orgânica apresenta importância fundamental como um dos fatores determinantes da estabilização dos agregados⁹.

Além disto, melhora na sua bioestruturação e permeabilidade, resultando em aumento da infiltração e retenção da umidade, diminuição das perdas dos solos pela ação erosiva do escoamento superficial e manutenção da temperatura do solo. Também aumenta a porosidade e diminuição da densidade aparente, principalmente das partes superiores do perfil. Dessa forma, o teor de matéria orgânica incorporada as camadas do solo, principalmente quando associada às argilas, dificulta a dispersão e o arraste das partículas do solo pelas enxurradas¹⁰.

A matéria orgânica do solo é constituída principalmente por húmus, que deriva principalmente das plantas. Alguns componentes deste material (como a celulose e a hemicelulose) procedem da decomposição anterior efetuada por organismos que vivem no solo. Os materiais de origem vegetal não decompostos presentes no húmus são principalmente proteína e lignina, ambas são substâncias poliméricas insolúveis em água. Na lignina existe uma grande quantidade de carbono em forma de anéis de benzeno aromático de seis membros conectados entre si por cadeias de átomos de carbono e oxigênio. Muitas das fibras poliméricas resultantes da oxidação parcial da lignina possuem grupos ácido carboxílicos (COOH), que constituem os ácidos húmicos e fúlvicos, sendo solúveis em soluções alcalinas devido à presença destes grupos ácidos¹¹.

Segundo Brady (1989)¹, húmus é uma mistura complexa e muito resistente de substâncias amorfas e de cor escura, que foram modificadas a partir dos tecidos originais ou sintetizadas pelos diversos organismos do solo. É um material de ocorrência natural, embora variável e heterogêneo, possui propriedades que o distinguem nitidamente dos tecidos originais¹.

É comum encontrar menores quantidades de nitrogênio e matéria orgânica em solos cultivados do que em solos virgens. Isto ocorre pois em condições naturais, toda a matéria orgânica produzida pela vegetação é devolvida ao solo. Ao contrário, em áreas cultivadas,

grande parte da matéria orgânica é removida para o consumo, e a quantidade que retorna à terra é relativamente pequena¹.

3.1.2.4 - GRANULOMETRIA

Os cascalhos, calhaus e matacões compõem a fração mais grossa do solo e são mais comuns em solos pouco desenvolvidos, ainda pouco intemperizados. Areia, silte e argila compõem a chamada “terra fina”, e estão presentes em todos os solos. A textura do solo refere-se à proporção destas três frações³. A tabela 01 mostra a divisão das frações segundo o diâmetro de suas partículas.

Tabela 01: Divisão das frações granulométricas mais utilizadas no Brasil

Fração	Diâmetro (mm)
Calhaus	200 a 20
Cascalho	20 a 2
Areia	2 a 0,05
Silte	0,05 a 0,002
Argila	< 0,002

Fonte: Lepsch, 2002²

A textura do solo é uma propriedade relativamente estável, não estando sujeita a mudanças bruscas. Esta propriedade relaciona-se diretamente com a porosidade e com a capacidade de interação dos solos com as substâncias:

No que diz respeito à interação dos solos com as substâncias, partículas menores têm superfície de contato maior, enquanto partículas maiores têm menor superfície de contato, dificultando as interações. Sobre este aspecto, Brady (1989)¹ afirma que a área externa é a característica mais influenciada pelo pequeno tamanho e pela fina subdivisão do silte e especialmente da argila. Uma vez que as adsorções de água, nutrientes e gases, assim como a atração das partículas entre si, constituem fenômenos de área, é evidente a importância da superfície específica muito elevada, no caso da argila. Azevedo (2004)³ afirma que a argila é a mais importante fração granulométrica, pois além das propriedades físicas, condiciona também as propriedades químicas do solo.

A fração silte é considerada o ponto máximo de instabilidade, servindo como indicador do grau de intemperização do solo. Ou seja, esta fração não costuma ser encontrada em solos muito antigos.

A determinação das classes texturais de um solo é obtida através do triângulo textural. A partir deste, pode-se compreender a existência de quatro grandes classes texturais (areia, silte, argila e franco), estes quatro grupos são subdivididos em treze classes mais específicas.

Estas classes com denominação composta retratam a maior influência das características do primeiro nome da classificação, mas apontam também a existência de outras características, como por exemplo, na classe areia franca, observa-se uma grande presença de areia, mas um certo equilíbrio entre as outras frações. As classes texturais citadas podem ser observadas na tabela 02:

Tabela 02: Classes texturais

TERMOS GERAIS		Nomes das Classes Texturais
GRANDES CLASSES	Textura	
Solos arenosos	Grossa	Areia Areia Franca
Solos Francos	Moderadamente grossa	Franco-arenoso
	Média	Franco Franco-siltoso
	Moderadamente fina	Franco-argiloso Franco-argilo-arenoso Franco-argilo-siltoso
Solos Siltosos	Média	Silte
Solos argilosos	Fina	Argila arenosa Argila siltosa Argila Muito argiloso

Adaptado de Brady, 1989¹

As grandes classes texturais encontradas na tabela 02 possuem as seguintes características:

AREIAS: Este grupo inclui os solos com no mínimo 70% de areia e 15% ou menos de argila. Suas propriedades são caracteristicamente arenosas, como reduzida capacidade de retenção de água, apresentam pouca ou nenhuma plasticidade, ou seja, não são moldáveis. São reconhecidas duas classes específicas: areia e areia franca¹.

SILTE: Para ser classificado como silte, um solo precisa Ter mais de 87% de silte, e outras duas frações somando no máximo 13%. Tem características intermediárias entre argila e areia, com pouca retenção de água, quando úmido não possui plasticidade e quando seco apresenta aspecto sedoso. É a única fração que não tem subdivisões.

ARGILAS: Para ser designado como argila, um solo deve conter pelo menos 35% desta fração (geralmente não têm menos de 40%). Nestas frações predominam as características das frações finas, como grande capacidade de ser moldado quando úmido, alta retenção de água, entre outras. As classes argilosas são: Muito argiloso, argila, argila arenosa

e argila siltosa. Nota-se que as classes argila arenosa e argila siltosa contém mais areia e silte, respectivamente, do que argila, mas as características da argila são bastante expressivas quando relacionadas às características das outras frações^{12, 1}.

FRANCOS: É o grupo que contém mais subdivisões. Esta classe tem como pressuposto um certo equilíbrio entre as frações. Nota-se que este equilíbrio diz respeito às características que as frações imprimem no solo, e não a seus percentuais. Em um grande número de casos, areia, silte e argila encontram-se presentes em quantidades que exigem denominações modificadas. As classes denominadas franco são: Franco, franco-argiloso, franco-argilo-siltoso, franco-argilo-arenoso, franco siltoso e franco arenoso.

RESENDE et al (1995)¹² afirma que nos solos classificados como franco a fração argila ocorre em menor quantidade, cerca de 20%, enquanto areia e silte correspondem a cerca de 40% cada. Isto porque a argila tem um papel físico-químico muito mais pronunciado do que o de outras frações.

A textura influencia as propriedades químicas e físicas do solo. Isto torna-se evidente quando relaciona-se textura e porosidade. Solos com textura grossa tendem a ter mais macroporos e, assim, um escoamento mais eficiente dos líquidos aplicados no mesmo. Porém a falta de frações finas torna-o suscetível à erosão, já que as frações finas promovem melhor agregabilidade. Por outro lado, solos de textura mais fina tendem a reter mais líquidos devido à sua maior microporosidade. Uma das conseqüências disto é a acentuação do escoamento superficial. Em compensação, frações finas tendem a reter mais água e a aumentar a agregabilidade do solo, minimizando efeitos de erosão.

3.1.2.5 - POROSIDADE

Poros são os espaços vazios do solo. Brady (1989)¹ afirma que o espaço poroso de um solo é a porção volumétrica do solo ocupado por ar e água. O tamanho deste espaço de poros é, em grande parte, conseqüente da arrumação das partículas sólidas dentro do solo. Há dois tipos específicos de tamanhos de espaços porosos: microporos e macroporos.

Os macroporos possibilitam, de maneira característica, o movimento livre do ar e da água por percolação. Já nos microporos o movimento do ar é minimizado, enquanto o da água fica restrito à capilaridade¹. Azevedo (2004)³ atribui aos microporos o armazenamento da água no solo. Assim, num solo arenoso, apesar de sua reduzida porosidade total, a movimentação do ar e da água é surpreendentemente rápida face à predominância dos macroporos.

A movimentação de gases e água nos solos argilosos é mais lenta do que nos arenosos, apesar de sua porosidade total ser maior (solos argilosos apresentam de 40 a 60% de porosidade total, e arenosos de 35 a 50%). Isto se dá pois a quantidade de microporos nos solos argilosos é grande, e a quantidade de macroporos varia de acordo com a estrutura deste solo, tendo relação direta com os agregados. Solos com uma boa estruturação possuem boa permeabilidade. A porosidade depende também do teor de matéria orgânica. Já que esta auxilia na estruturação do mesmo³.

3.1.2.6 - DENSIDADE REAL

A densidade real refere-se ao volume dos sólidos de uma amostra de solo, sem considerar a porosidade. Por definição, entende-se densidade real como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas suas partículas sólidas. A densidade real também é conhecida como densidade das partículas, pelo do volume dos sólidos, massa específica real e peso específico real. Nos solos, seus valores variam, em média de 2,3 a 2,9g/cm³¹³.

Cada mineral tem sua densidade específica. Como um solo pode ser constituído por vários tipos de minerais, o resultado de densidade real é considerado a média ponderada entre as densidades dos minerais presentes no solo. Em mineralogia, a densidade real é uma importante informação para auxiliar na identificação dos minerais. De acordo com a densidade, os minerais são classificados como leves, quando a densidade real é menor que 2,85g/cm³ e pesados, quando acima deste valor.

A densidade da matéria orgânica varia de 0,6 a 1,0g/cm³. Conseqüentemente, a presença de matéria orgânica no solo faz baixar sensivelmente sua densidade real, principalmente quando o teor de material húmico é superior a 3%.

3.1.3 - PROPRIEDADES IMPORTANTES PARA A QUESTÃO DA CONTAMINAÇÃO

Algumas propriedades do solo possuem grande influência na disponibilidade e mobilidade das substâncias no solo. Entre estas propriedades estão o pH, o teor de Matéria Orgânica e o teor da fração argila. Estas propriedades serão detalhadas abaixo.

3.1.3.1 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

O conceito de pH não é tão preciso para o solo quanto para uma solução, devido à heterogeneidade dos solos, à proporção relativamente pequena de solução presente nos poros

do solo e à adsorção dos cátions H^+ na superfície dos sólidos. Os íons H^+ são fortemente atraídos pelas superfícies de cargas negativas, tendo o poder de substituir a maioria de outros cátions. Além disso, o solo possui vários mecanismos que servem para manter o tampão do pH de sua fase líquida, como íons de hidróxidos de alumínio, CO_2 , carbonatos e reações de troca de cátions¹⁴. É importante conhecer o pH do solo, para prever a sua relação com os contaminantes, já que o pH tem relação direta com a solubilidade de diversas substâncias.

3.1.3.3 - TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA

A principal característica que distingue os solos das rochas em decomposição é a presença de organismos vivos, restos orgânicos e húmus. A matéria orgânica, portanto, é constituída de uma parte viva e uma parte não viva, esta última podendo conter substâncias húmicas e não húmicas¹⁴. LUCHESE⁸ afirma que a matéria orgânica atua nas propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, corrigindo e melhorando a fertilidade do mesmo. A presença de matéria orgânica no solo exerce uma grande influência em várias de suas propriedades, como na cor, na produção de agregados, no aumento da capacidade de retenção de água pelos solos, no aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), na disponibilização de micro e macro-nutrientes, no controle do pH do solos⁸.

A capacidade de reter íons e de tamponamento da solução que os solos apresentam também sofrem grande influência da matéria orgânica. Além disto, influencia na interação da fração orgânica com macro e micronutrientes, metais pesados, agrotóxicos, minerais de argila e óxidos, controla o "status químico" do sistema solo, e a disponibilidade desses compostos.

3.1.3.4 - FRAÇÃO ARGILA DO SOLO

Os constituintes minerais do solo são o resultado do intemperismo das rochas, apresentando diversas granulometrias, que podem se concentrar especialmente nas frações areia, argila e silte. É na fração argila que se concentram os minerais mais importantes para o solo, os quais apresentam como características fundamentais o fato de serem hidroxilados (possuem água de constituição), seus cristais serem de pequeno tamanho ($<100\mu m$), possuírem um caráter cristalino pouco desenvolvido, composição química variável e grande superfície específica.

Dentre os minerais que apresentam esses aspectos estão incluídos os argilominerais, os óxidos e hidróxidos de Fe e Al e os minerais não cristalinos. Os Minerais não cristalinos englobam, por sua vez, as argilas amorfas, como a alofana, um aluminossilicato hidratado não cristalino, sendo excelentes retentores de água e fixadores de compostos químicos nos solos¹⁴.

3.2 - AGROTÓXICOS

3.2.1 - DEFINIÇÃO

Agrotóxicos são produtos destinados ao uso no setor de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, cuja finalidade seja alterar a composição da fauna e da flora, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (Lei Federal nº 7.802, Artigo 2, Inciso I).

A denominação “agrotóxicos” é usada no lugar de termos como “defensivos agrícolas”, “pesticidas”, “agroquímicos”, entre outros. Isto porque a palavra agrotóxico realça a ação nociva de tais substâncias para a saúde. Os termos “defensivos agrícolas” e “pesticidas” não são adequados pois reforçam apenas o caráter positivo das substâncias. Já o termo “agroquímicos”, além de não conter a idéia de toxicidade, pode englobar outras substâncias, como fertilizantes e adubos¹⁵.

Após a sua aplicação, estas substâncias podem ter vários destinos diferentes de acordo com seu modo de aplicação. Algumas substâncias são comercializadas em forma de grânulos, sendo aplicadas diretamente no solo, mas a grande maioria é aplicada por pulverização. Quando aplicadas por pulverização, parte é carregada pelo ar (podendo chegar aos corpos hídricos), parte fica nas plantas e parte chega ao solo. Esses agentes contaminantes no momento que entram em contato com o solo podem ter diversos caminhos, e ainda, juntamente com a água, se infiltrar no solo e chegar a atingir até mesmo o lençol freático ou permanecer na superfície. Neste caso, podem ser carregadas por escoamento superficial para os corpos hídricos próximos, ou ser adsorvidos pela matéria orgânica e frações finas, tornando-se disponíveis ou não para os seres vivos, ou ainda ser degradados pela luz, calor ou bactérias.

Tomita (2002)¹⁶ afirma que embora a agricultura seja apenas uma das inúmeras fontes não-pontuais de poluição, geralmente é apontada como a maior contribuinte de todas as categorias de poluentes dos corpos hídricos.

A contaminação do solo deve ser uma preocupação, já que, segundo suas características, pode retardar ou dificultar a chegada das substâncias aos corpos hídricos. Devido ao fato de o solo ser um sistema complexo no qual muitas variáveis agem simultaneamente, produz nos compostos químicos presentes efeitos ainda pouco elucidados¹⁷.

3.2.2 - PROPRIEDADES

Segundo Prata (2002)¹⁸, Cada agrotóxicos, em virtude dos átomos que o compõe, seu número e da maneira como eles são arranjados na estrutura química, possui uma série específica de propriedades físico- químicas.

As principais propriedades físico-químicas de um agrotóxicos, relacionadas a seu comportamento ambiental, são: solubilidade em água (SW), pressão de vapor (P), coeficiente de partição n-octanol-água (Kow), constante de equilíbrio de ionização ácido (pKa) ou base (pKb) e constante da lei de Henry (KH). Essas propriedades químicas são normalmente determinadas em laboratório sob condições controladas e por métodos muito bem conhecidos^{18,19}.

A solubilidade de um agrotóxicos em água refere-se à concentração máxima da molécula (pura) que pode ser solubilizada em água, a uma determinada temperatura. Acima desta concentração, duas fases distintas existirão. Dos vários parâmetros que afetam o destino de agrotóxicos no solo, a Sw é um dos mais importantes. Há algumas exceções como, por exemplo, o glifosato, que tende a apresentar baixos coeficientes de sorção em solos e sedimentos, em função da baixa afinidade aos colóides do solo, principalmente os colóides orgânicos^{18,19}.

Prata (2002)¹⁸ afirma que quanto maior a solubilidade em água, menor a afinidade da molécula com a matéria orgânica do solo. Outros meios de transformação dos agrotóxicos no solo, como a fotólise, a hidrólise e a oxidação também são afetadas pela extensão da Sw^{18,19}.

Cassamassimo (2005)¹⁹ define a solubilidade em água como sendo a concentração máxima da molécula pura que pode ser solubilizada em água a uma determinada temperatura. A importância desta característica está em sua relação direta com a lixiviação.

A pressão de vapor (P) de um agrotóxicos é uma medida da tendência de volatilização no seu estado normal puro, sendo função direta da temperatura. No entanto, o valor de P não indica em qual taxa o agrotóxicos se volatilizará^{18, 19}. agrotóxicos com pressão de vapor maiores que 10^{-2} mm Hg à temperatura ambiente, são considerados muito voláteis; entre 10^{-3} e 10^{-4} mediamente voláteis, entre 10^{-5} e 10^{-7} pouco voláteis e menores que 10^{-8} são considerados não voláteis.

O coeficiente de partição n-octanol-água é definido como a relação da concentração saturada de um agrotóxico na fase de n- octanol em água e sua concentração na fase aquosa saturada em n- octanol (fórmula 01). Valores de Kow não tem unidade e são expressos, normalmente, na forma logarítmica (log Kow).

$$Kow = \frac{\text{Concentração na fase n- octanol}}{\text{Concentração na fase aquosa}}$$

Fórmula 01: Coeficiente de Partição N-octanol-água

Este coeficiente é um parâmetro muito importante nos estudos relacionados ao destino de moléculas orgânicas no ambiente. Observou-se que ele está relacionado com a solubilidade em água, com o coeficiente de partição solo/solução, com o fator de bioconcentração para a vida aquática, com o fator de retenção em cromatografia líquida de fase reversa, com o tempo de retenção em cromatografia líquida de alta performance- HPLC e com muitos outros indicadores de interesse ambiental e metodológico^{18, 19}.

Por exemplo, o transporte de uma molécula de agrotóxicos no solo depende, além de outros fatores, do balanço entre suas propriedades hidrofílicas e lipofílicas. Este balanço é estimado, normalmente, através do uso do Kow. agrotóxicos lipofílicos, com valores de $\log Kow > 4,0$, tendem a se acumular nos materiais lipídicos, assim como na fração orgânica do solo. Servem como exemplo o clorpirifos, o heptacloro e a trifluralina. agrotóxicos hidrofílicos, com valores de $\log Kow < 1,0$, são mais solúveis em água e, portanto, não são atraídos aos materiais lipídicos, apresentando deste modo baixa sorção ao solo/sedimento e baixa bioconcentração em relação à vida aquática. São exemplos o picloran, o dicamba e o dalapon-sódico. Para compostos ionizáveis, os valores de Kow dependem do pH e, portanto, esses valores devem sempre acompanhar os valores de Kow¹⁸.

Para Cassamassimo (2005)¹⁹, tal coeficiente é um parâmetro muito importante nos estudos relacionados ao destino de moléculas orgânicas no ambiente, caracterizando-se como hidrofílico ($\log Kow < 4,0$) ou lipofílico ($\log Kow > 4,0$), estas com tendência a bioacumulação, principalmente nos ecossistemas aquáticos. Tal parâmetro também é importante quanto a interação hidrofóbica, que diz respeito à afinidade de uma molécula orgânica pela fração orgânica do solo.

A constante de ionização ácido/base (Ka ou Kb ,) é empregada para moléculas que possuem caráter de ácido fraco ou base fraca, respectivamente, e representa a maior ou menor tendência (força) do agrotóxico em se ionizar. Os valores dessas constantes indicam dentro de qual faixa de pH da solução do solo o agrotóxico se ionizará. Isso é muito importante, pois as formas ionizadas de agrotóxicos se comportam diferentemente das não ionizadas (neutras)¹⁸.

Os valores de pK (potencial da constante de ionização ácido/base) representam uma forma logaritimizada de K ($pK = -\log K$) e têm sido preferidos em relação aos valores das constantes nos estudos de comportamento de agrotóxicos no solo.

Constante da lei de Henry (KH): refere-se ao coeficiente de partição ar-líquido; é obtida pela relação entre a pressão parcial e a concentração na interface ar-água¹⁹. Prata (2002)¹⁸ afirma que este coeficiente é definido pela seguinte equação (fórmula 02):

$$K_H = \frac{P_i}{C_i}$$

Fórmula 02: Constante da Lei de Henry

Na qual, P_i representa a pressão parcial na interface ar-água e C_i a concentração na interface ar-água. Quanto maior o valor de KH, maior é o potencial de volatilização da molécula e, geralmente, este valor diminui com o aumento da solubilidade do componente i.

A molécula apresenta baixa volatilidade se $KH < 10^{-7}$ atm m³ mol⁻¹. Entre 10^{-7} e 10^{-5} , volatilidade média. A partir de 10^{-5} , esse parâmetro começa ser a considerável, sendo que acima de 10^{-3} , a volatilização torna-se extremamente importante. É importante ressaltar que a taxa de volatilização também pode variar com o aumento da temperatura.

3.2.3 - PROCESSOS QUE GOVERNAM O DESTINO DOS AGROTÓXICOS NO AMBIENTE

Quando um agrotóxico é inserido no ambiente seu destino mais provável é o solo, seja por aplicação direta ou pela incorporação de restos culturais. Uma vez no solo pode sofrer processos de retenção, transformação e transporte e, a extensão em que estes processos ocorrem determina seu destino e persistência. Os principais fatores que influenciam estes processos são: as condições climáticas, as propriedades físico-químicas do produto e as características físicas, químicas e microbiológicas do solo²⁰.

Corrêa (2005)²¹ afirma que o comportamento dos agrotóxicos no solo é complexo por haverem numerosas interações entre as fases sólida, líquida e gasosa. A avaliação dos processos de retenção, transporte e transformação de produtos químicos é de relevante importância, pois permite conhecer a persistência dos mesmos no ambiente.

3.2.3.1 - TRANSFORMAÇÃO

A transformação de um agrotóxico no solo consiste na alteração da sua estrutura molecular, por meios bióticos ou abióticos. Quando a transformação é total, dando origem a CO₂, H₂O e íons minerais, é chamada de mineralização. Quando é parcial, dando origem a subprodutos (metabólitos), recebe o nome de metabolização. Os subprodutos resultantes da transformação tendem a diminuir a toxicidade do agrotóxico, embora possa, ocasionalmente, resultar em componentes mais tóxicos do que a própria molécula original. Muitas vezes o termo transformação é tratado como degradação¹⁸.

A transformação abiótica ocorre quando o agrotóxico é transformado pela ação de componentes físicos ou químicos do ambiente. A elevação do pH do solo, por exemplo, pode contribuir com a hidroxilação destas moléculas, sendo este um dos principais processos envolvidos na degradação de agrotóxicos devido ao aumento de sua polaridade^{20, 21}.

A transformação biótica ou biodegradação ocorre pela ação do metabolismo de microrganismos. Estes excretam enzimas que em contato com moléculas de agrotóxicos, dentro ou fora das células microbianas, participam de uma série de reações, como: oxidação, redução, hidrólise, hidroxilação, etc²². Estas transformações podem ocorrer por vias metabólicas diretas, consideradas primárias, ou por efeitos indiretos dos microrganismos nas características físicas e químicas do ambiente, resultando em transformações secundárias^{20, 21}.

3.2.3.2 - SORÇÃO/DESORÇÃO DE AGROTÓXICOS NO SOLO

Quando uma molécula de agrotóxico alcança o solo, ela pode seguir diferentes rumos. Pode ser absorvida pelas plantas e manifestar seu mecanismo de ação, que é o desejável, pode ser transformada, pode ser retida e, caso nenhum desses processos ocorra, a molécula pode ser transportada para diferentes compartimentos do ambiente^{18, 23}.

O processo de retenção retarda, ou em alguns casos até mesmo impede, o movimento das moléculas no perfil. Pode ser reversível ou parcialmente irreversível, podendo afetar os processos de transformação e transporte. Assim sendo, devido à presença prolongada de muitas moléculas no solo, a retenção desempenha um papel preponderante na determinação da eficiência agrônômica dos agrotóxicos, assim como na segurança do ambiente.

O termo sorção é utilizado para descrever o processo de retenção de moléculas orgânicas, pelo fato de não se saber se está ocorrendo fenômeno de adsorção ou absorção. Portanto, sorção representa a “apreensão” de um soluto pelo solo (ou constituinte do solo). A sorção de agrotóxicos pelos constituintes do solo controla a quantidade destas moléculas presentes na solução do solo, e determina a persistência, lixiviação, mobilidade e disponibilidade dos agrotóxicos no meio^{18, 20}.

Os processos de sorção/dessorção dos agrotóxicos exercem papel fundamental sobre o movimento e a persistência dos mesmos no solo. A sorção do agrotóxico afeta diretamente o seu transporte no solo à medida em que retarda a sua migração e, indiretamente, pela diminuição das taxas de degradação (biótica e abiótica) em decorrência da redução da disponibilidade dos agrotóxicos na solução do solo²⁴.

A adsorção é o processo reversível que ocorre quando moléculas do agrotóxico são atraídas para a superfície da matéria sólida ou para a matéria orgânica do solo por mecanismos químicos ou físicos. A absorção, por sua vez, é um fenômeno puramente físico que consiste na penetração de moléculas do agrotóxico nos espaços microscópicos do solo. A partição hidrofóbica diz respeito à afinidade de determinada molécula orgânica pela fração orgânica do solo, devido à sua baixa afinidade pela solução do solo. Por fim, o processo de dessorção é o processo inverso ao processo de sorção, ou seja, é o retorno de parte da fração sorvida para a solução do solo²⁴.

Por se tratar de moléculas orgânicas, o mecanismo de sorção dos agrotóxicos é muito mais complexo do que o dos íons que servem como nutrientes para as plantas. Forças físicas como forças eletrostáticas, forças de van der Waals, pontes de hidrogênio, ligações covalentes e interações hidrofóbicas são os principais mecanismos que podem contribuir com a sorção dos agrotóxicos; sendo que estes mecanismos podem atuar ao mesmo tempo na sorção de um mesmo agrotóxico²⁴.

A adsorção de compostos ao solo pode se dar por meios puramente físicos, como através das forças de Van der Waals, ou pode ser química, por ligações eletrostáticas e pontes de hidrogênio ou ambos. São ligações de intensidade intermediária que permitem que os compostos sejam liberados novamente, dependendo do tipo de ligação. Porém, ocorrem ligações químicas fortes e frequentemente irreversíveis, gerando resíduos ligados. Já no caso da adsorção física, os compostos adsorvidos podem ser prontamente dessorvidos ou liberados.

A adsorção pode ocorrer sobre a matéria orgânica e sobre fração inorgânica do solo. A adsorção de um composto ao solo também depende da sua solubilidade em água, do seu coeficiente de partição n-octanol-água, da estrutura e tamanho da molécula¹⁹.

3.2.3.3 - RESÍDUO LIGADO

Quando uma molécula de agrotóxico encontra-se sorvida aos colóides, dependendo da energia e do mecanismo da ligação, ela pode se apresentar na forma de resíduo - ligado (não disponível). Isto é, uma forma que não está em equilíbrio com a solução do solo. Entretanto,

em alguns casos, parte dessa fração ligada do agrotóxico pode retornar a solução do solo, sendo esse processo conhecido como remobilização^{18,19}.

Resíduo- ligado é definido como sendo compostos que persistem no solo, planta ou animal, na forma de molécula original ou de seus metabólitos, após extrações que não alterem significativamente a natureza da molécula nem a estrutura da matriz^{18,19}.

Resíduo ligado, de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), é o nome dado às espécies químicas (ingrediente ativo, metabólitos e fragmentos), originadas de agrotóxicos, que somente são passíveis de extração por métodos que alteram significativamente a natureza da molécula e/ou da matriz (solo, plantas e animais).

A formação de resíduo ligado é um importante mecanismo de dissipação de agrotóxicos no ambiente, pois, na grande maioria dos casos, essas moléculas ficam indisponíveis no solo. A formação de resíduo ligado também influencia diretamente a biodegradação dos agrotóxicos, diminuindo a disponibilidade das moléculas aos microrganismos do solo²⁰.

3.2.3.4 - MOVIMENTAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO AMBIENTE

A movimentação de agrotóxicos no ambiente pode ocorrer através da sua movimentação vertical no solo, processo conhecido como lixiviação, da volatilização da molécula, ou através do escoamento superficial (enxurrada, "runoff")¹⁹.

3.2.3.5 - LIXIVIAÇÃO

O processo de lixiviação refere-se ao movimento descendente dos compostos na matriz do solo na ou com a água do solo, sendo sua intensidade dependente das características físico-químicas do produto e das características de solo e clima^{19,24}.

Para Prata (2002)¹⁸, a lixiviação é a principal forma de transporte no solo das moléculas não voláteis e solúveis em água. Essas moléculas caminham no perfil, acompanhando o fluxo de água, o qual é governado pela diferença de potencial da água entre dois pontos.

A lixiviação dos compostos no solo pode levá-los a atingir águas subterrâneas, sendo portanto, uma causa potencial de contaminação de lençol freático, rios e lagos e do próprio perfil do solo^{19, 23}. A mobilidade de compostos no solo está relacionada por um lado, à adsorção, e por outro, ao fluxo de massa de frações diluídas, sendo que a adsorção retarda o fluxo de massa²³.

Assim, a mobilidade depende das características do composto, como a hidrossolubilidade, e das características do solo como quantidade de argila e de matéria orgânica, e da porosidade^{19, 23, 24}.

A matéria orgânica do solo pode afetar a mobilidade e a lixiviação de compostos por promover a adsorção ou ligação destes compostos aos seus componentes. Se os componentes da matéria orgânica ao qual os compostos estiverem adsorvidos ou ligados tiverem alto peso molecular e forem insolúveis em água, haverá uma retenção destes compostos, e portanto uma menor mobilidade. Por outro lado, se estes componentes tiverem baixo peso molecular e forem solúveis em água, os compostos serão carregados pela água juntamente com a matéria orgânica resultando em aumento da mobilidade²³.

Para ser lixiviado o agrotóxico deve estar na solução do solo ou adsorvido em pequenas partículas, como argilas, ácidos fúlvicos e húmicos de baixo peso molecular, aminoácidos, peptídeos e açúcares, entre outros¹⁹.

Moléculas hidrofóbicas podem associar-se à macromoléculas orgânicas solúveis em água e serem transportadas verticalmente no perfil do solo. A fração de ácidos fúlvicos da matéria orgânica é um exemplo de macromolécula solúvel em água. Nesse caso a lixiviação não seria do agrotóxico propriamente dito, mas sim de sua fração como resíduo ligado²⁴.

3.2.3.6 - ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A movimentação do agrotóxico ao longo da superfície do solo é conhecido como escoamento superficial (enxurrada, “runoff”), juntamente com o escoamento da água da chuva ou até mesmo pelo vento, até a superfície das águas dos rios, lagos e terrenos de menor declividade^{19, 18}.

A concentração do agrotóxico e a distância que ele é transportado são influenciados por fatores tais como: taxa de aplicação, propriedades físico-químicas do agrotóxico e do solo, o tempo antes que ocorra a erosão seguindo a aplicação, quantidade de precipitação versus taxa de infiltração, a topografia do terreno e o tipo de cobertura vegetal. A deposição de agrotóxicos é o resultado final do transporte de massa superficial, a qual é influenciada pela velocidade da força carregadora (água ou vento) e o tamanho da partícula no qual o agrotóxico pode estar sorvido.

O transporte de um agrotóxicos por escoamento superficial não é tão previsível como o é por lixiviação, no qual pode-se ter como base as propriedades físico-químicas do

agrotóxico. O escoamento superficial é muito dependente dos padrões de uso, condições climáticas e geografia.

3.3 - PATY DO ALFERES

3.3.1 - O ESPAÇO RURAL

Pode-se caracterizar o espaço rural de Paty do Alferes a partir do declínio da cultura cafeeira no vale do Paraíba. A este declínio seguiu-se uma descapitalização do setor agrícola causada pelo fim da mão-de-obra escrava e queda do preço do café no mercado internacional. Aliado a isso, associa-se o empobrecimento do solo devido a um século e meio de uso indiscriminado para o plantio de café, o que impossibilitou a implantação de uma agricultura alimentar efetiva.

Com esta situação, o único capital disponível aos proprietários rurais do Vale do Paraíba era a terra em si. Daí a introdução da pecuária extensiva com gado de corte. A pecuária de corte foi a atividade predominante em Paty do Alferes entre as décadas de 1920 e 1950, quando foi substituída pelo plantio de tomates, paralelamente ao gado leiteiro²⁵.

A predominância da cultura de tomates em Paty do Alferes pode ser explicada, por um lado pelas condições locais, como o relevo e o clima. Por outro lado, a característica de perecibilidade do produto exige proximidade de seu mercado consumidor, no caso, o Rio de Janeiro.

Como suporte a essa configuração de atividade agropecuária no espaço de Paty do Alferes, vamos encontrar uma estrutura fundiária composta principalmente de pequenas e médias propriedades. O senso agropecuário de 2006 contabilizou 413 estabelecimentos agropecuários, 271 destes com área de lavoura e 228 com área de pastagem, denotando poucos estabelecimentos com ambas as atividades²⁶.

A forma de exploração mais comum da terra é o sistema de meia e parceria. Este sistema é uma forma de minimizar os custos da produção de pequenos e médios proprietários, já que substitui o trabalho assalariado. Além dos meeiros, em época de colheita há a necessidade de trabalhadores temporários²⁵.

3.3.2 - PATY DO ALFERES EM NÚMEROS

De acordo com o IBGE, no censo de 2000²⁷, a população do município era de 24.931 habitantes, sendo 20.065 maiores que 10 anos, e destes, 50,42% de mulheres e 49,58% de homens. O total de domicílios particulares é de 6813, totalizando 7132 famílias. O gráfico abaixo mostra a estrutura etária da população.

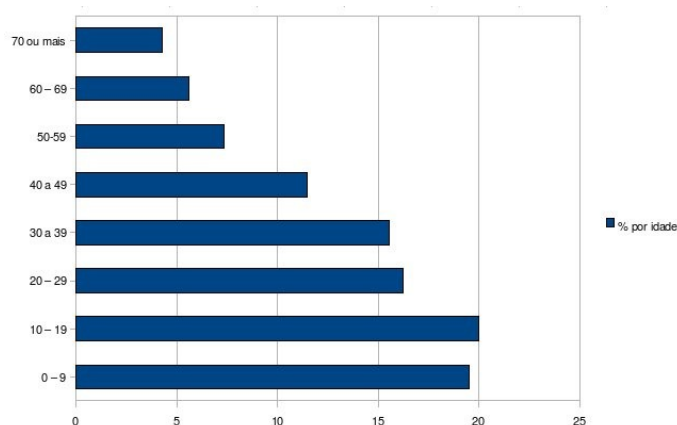


Figura 01: Estrutura Etária da população de Paty do Alferes, Censo do IBGE de 2000 com divisão Territorial de 2001. Fonte: IBGE, 2000²⁷

Como podemos ver na figura 01 na estrutura etária da população do Município de Paty do Alferes a maior porcentagem da população encontra-se nas faixa etárias entres 10 e 19 anos e entre 0 e 9 anos, demonstrando uma grande quantidade de crianças e jovens. É interessante observar também que grande parte da população encontra-se em faixas etárias economicamente ativas.

O gráfico abaixo (figura 02) mostra o grau de instrução da população do Município por anos de estudo.

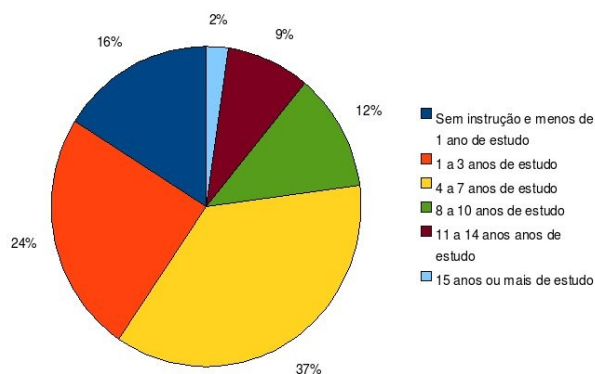


Figura 02: Grau de instrução por anos de estudo da população de Paty do Alferes. Fonte: Censo de 2000, com divisão territorial de 2001²⁷.

Na população maior que dez anos de idade, podemos observar que a maior parte possui de 4 a 7 anos de estudo, com 37%, seguido pela parcela da população com 1 a 3 anos de estudo, com 24%. A parcela sem instrução, ou com 1 ano de estudo soma 16% da população. Apenas 9% da população tem 11 a 14 anos de estudo, e com mais de 15 anos de estudo, encontramos apenas 2% da população do município.

O PIB do município, em 2005²⁸ foi de 157802 mil reais. Na figura 03 podemos ver sua distribuição por setor.

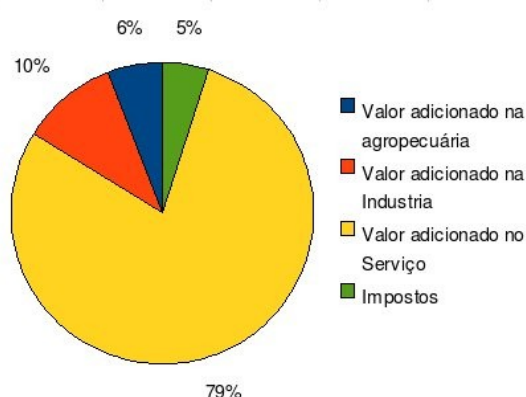


Figura 03: Distribuição do PIB do Município de Paty do Alferes, por setor. Fonte, IBGE, 2005²⁸.

Na figura 03 podemos observar que, apesar da grande importância da agropecuária no município, sua contribuição para o PIB é de apenas 6%, seguida de 10% da Indústria e perdendo apenas para os impostos, que contribuem com 5% do PIB. O setor responsável pela maior parte do PIB é o de serviços, com 79%. Vale lembrar que a maior parte dos eventos festivos do município são provenientes da agropecuária, com festas como a do tomate, a do doce, entre outras, portanto, a agricultura pode ser indiretamente responsável por parte da contribuição do setor serviços no PIB do Município.

A tabela 03 mostra o número de estabelecimentos agropecuários segundo o censo agropecuário de 2006²⁶.

Tabela 03: Estabelecimentos agropecuários, relação de trabalho e maquinário. Fonte: IBGE, 2006²⁶

Estabelecimentos agropecuários, relação de trabalho e maquinário		
Número de estabelecimentos agropecuários	413	Estabelecimentos
Número de estabelecimentos com área de lavouras	271	Estabelecimentos
Número de estabelecimentos com área de pastagens naturais	228	Estabelecimentos
Número de estabelecimentos com área de matas e florestas	145	Estabelecimentos
Número de estabelecimentos agropecuários com tratores	40	Estabelecimentos
Número de tratores existentes nos estabelecimentos agropecuários	52	Tratores
Total de pessoal ocupado com laço de parentesco com o produtor	869	Pessoas
Total de pessoal ocupado sem laço de parentesco com o produtor	503	Pessoas

Conforme observamos na tabela 03, o Censo Agropecuário de 2006²⁶ contou 423 estabelecimentos agropecuários. Destes, 271 com área de lavoura, e 40 estabelecimentos com trator. Outros dados interessantes são os de total de pessoal ocupado com e sem laços de parentesco com o produtor que são, respectivamente, 869 e 503 pessoas, o que mostra que a agricultura familiar não é a única forma de relação de trabalho na região.

Os próximos gráficos estão relacionados às culturas temporárias encontradas pelo IBGE no senso agropecuário de 2006²⁶. A figura 04 mostra as quatro principais lavouras por área plantada.

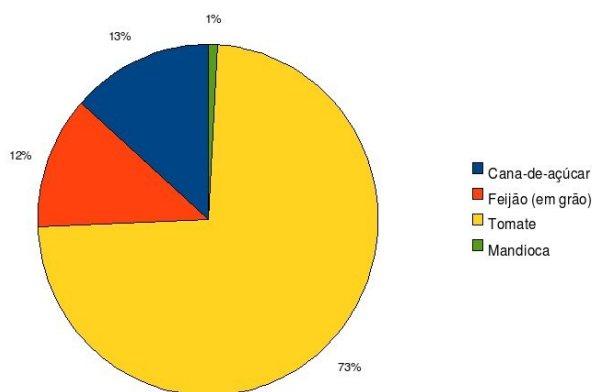


Figura 04: Lavouras temporárias por área plantada. Adaptado de IBGE, 2006²⁶.

Ao analisar as lavouras temporárias por área plantada, podemos observar o predomínio do plantio de tomate, com 73% da área (330 hectares), seguida pela cultura de cana-de-açúcar, com 13% (60 hectares), do feijão, com 12% (55 hectares) e, finalmente a mandioca, com apenas 1% da área plantada (4 hectares).

A figura 05 mostra a quantidade produzida nestas propriedades.

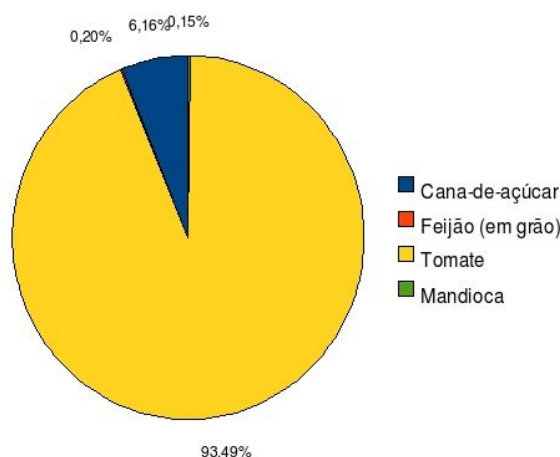


Figura 05: Quantidade de alimentos produzidos. Fonte: IBGE, 2006²⁶.

Neste gráfico, observamos que a cultura de tomate foi responsável por 93,49% da produção em lavouras temporárias (29040 toneladas), seguida pela cana-de-açúcar, com 6,16% (1912 toneladas), o feijão com 0,20% (62 toneladas) e a mandioca com 0,15% (48 toneladas).

Ao analisar os dois gráficos, observamos que o tomate, ocupa 73% da área plantada, entretanto, é responsável por 93,49% da quantidade de alimentos colhidos, o que mostra que este produto pode ser bastante produtivo para o agricultor.

Observa-se na figura 06 o rendimento médio das plantações em kg/ha

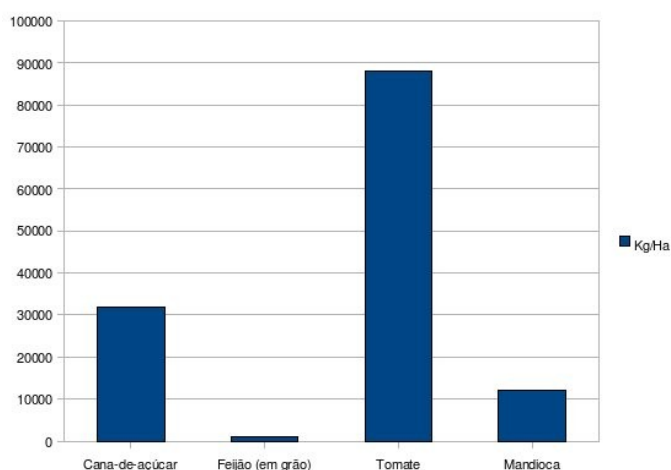


Figura 06: Rendimento médio das plantações em kg/ha. Fonte: IBGE, 2000²⁷

O gráfico acima mostra que o rendimento médio do tomate no período estudado foi de 88.000 kg/ha, enquanto que o da cana-de-açúcar foi de 31866, seguido pela mandioca, que foi de 12.000 kg/ha, e finalmente o feijão, com rendimento médio de 1127 kg/ha. Mas uma vez, o tomate mostra um grande rendimento por hectare plantado.

Observamos na figura 07, o valor da produção destas diferentes culturas.

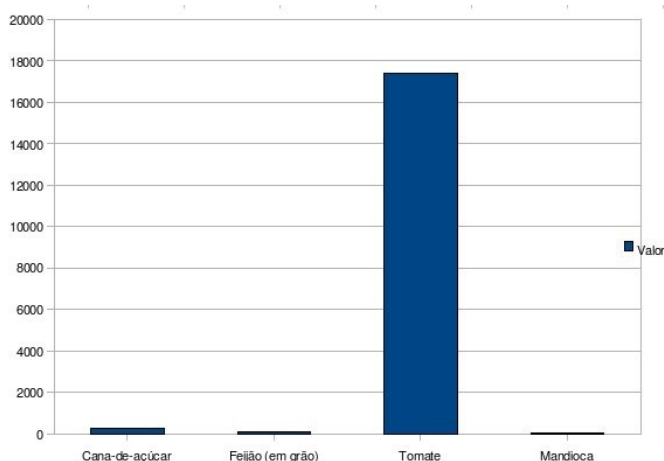


Figura 07: Valor da produção das diferentes culturas. Fonte: IBGE, 2006²⁶.

Na figura 07, observamos mais uma vez o tomate com os maiores valores, somando R\$ 17.424.000 no período de um ano, seguido pela cana-de-açúcar, com R\$ 287.000, além do feijão, com R\$ 68.000, e da mandioca com R\$ 29.000.

Estes dados nos mostram que o tomate é a cultura preferencial da região. Ao observar seu rendimento médio, podemos notar que é consideravelmente maior que o das outras lavouras temporárias, o que faz com que os agricultores procurem plantar este produto. O que não aparece nestes números são os grandes custos desta produção, além da flutuação do mercado, que pode levar a uma desvalorização do produto e a um acúmulo de produção, sem possibilidade de escoamento.

3.3.3 - USO DO SOLO

Paty do Alferes tem uma tradição agrícola de mais de 200 anos, tendo passado pela exploração extrativista de madeira, cultura da cana-de-açúcar, do café, de pecuária e, nos últimos anos, pela olericultura, com destaque para o tomate estaqueado para consumo in natura. Entretanto, nos últimos anos, apesar dos altos investimentos, a produção agrícola vem decrescendo devido: ao desmatamento ocorrido no decorrer dos anos; à utilização de práticas não adequadas às condições edafoclimáticas; à realização de 90% das atividades agrícolas em encostas com declividade média de 25%, e com preparo do solo feito morro abaixo sem utilização de práticas conservacionistas, e ao uso abusivo e indiscriminado de agrotóxicos,

que concorreu para o desequilíbrio do ecossistema, aumentando assim a incidência de pragas e doenças²⁹.

O Município é caracterizado por pequenas propriedades rurais, sendo historicamente o maior produtor de tomate do Estado do Rio de Janeiro e o oitavo do Brasil³¹. Outra característica importante do cultivo de hortaliças nessa região é que, em função do declínio rápido da produtividade, as áreas são abandonadas, dando lugar à pastagem com pouco manejo. O ciclo médio do tomateiro, principal cultura da região, gira em torno de 3 a 4 anos²⁹.

A constituição de solos na região de Paty do Alferes é predominantemente de solos muito intemperizados, e conseqüentemente, pobres em nutrientes, com elevada perda de sílica e lixiviação de bases. A base para a manutenção de um solo produtivo se daria através de práticas como: a lavragem adequada, conservação da matéria orgânica, reposição de nutrientes e controle de contaminantes, acidez e mecânica da erosão.

A degradação do solo se dá através de uma perda quantitativa e qualitativa de solo, ocasionando uma queda em sua fertilidade e capacidade produtiva. Essa redução das camadas do solo, que contém matéria orgânica e nutrientes provoca uma redução de produtividade das plantações. A ausência de cobertura aumenta ainda mais a exposição do solo, acelerando a degradação através do encrostamento da camada mais superficial e da compactação das camadas mais profundas do solo. Esta degradação pode ser provocada por uma série de processos, sendo o principal a ação dos ventos, da água e dos deslocamentos de pessoas, máquinas e animais³².

Um dos recursos mais utilizados pelos agricultores para compensar essa perda de produtividade é o uso indiscriminado de agrotóxicos, bem como o uso de fertilizantes sem o conhecimento das reais necessidades do solo. Agrotóxicos aplicados abusivamente contaminam o solo e o sistema hídrico, podendo gerar danos à saúde e provocando alterações significativas nos ecossistemas. Por isso, pode-se inferir que existiria uma forte relação entre o aumento de produtividade pelo aumento do uso de agrotóxicos, a degradação ambiental e os danos à saúde humana³⁰.

A região conta com diversos problemas agravados pela utilização indiscriminada de agrotóxicos. 90% das atividades agrícolas na região estão em encostas com declividade média de 25%. A produtividade agrícola na região decresce ano a ano devido ao desmatamento, práticas impróprias às condições edafoclimáticas e uso abusivo de agrotóxicos. Este conjunto de ações negativas gerou um desequilíbrio no ecossistema, aumentando a incidência de pragas e doenças e um declínio acelerado da produtividade³⁰.

Além da contaminação do solo estes produtos, quando aplicados, podem chegar também aos sistemas hídricos, culminando numa degradação ambiental que teria como consequência prejuízos à saúde e alterações significativas nos ecossistemas.

Quando o terreno não conta com cobertura vegetal ou quando a plantação está nas fases iniciais de crescimento, existe uma maior probabilidade de contaminação dos sistemas hídricos subterrâneos. Por outro lado, a plantação mais desenvolvida conseguiria reter parte desta contaminação. Além disso, o deflúvio superficial e o transporte de agrotóxicos pelo ar atmosférico seriam possíveis fontes de contaminação dos sistemas hídricos superficiais.

Outro aspecto importante no sentido de avaliar os efeitos adversos dos agrotóxicos diz respeito aos riscos de exposição. Principalmente em se tratando de pequenas propriedades rurais, é comum verificar uma proximidade inadequada das culturas agrícolas, com residências e animais domésticos. Além disto, devido à intercomunicabilidade dos sistemas hídricos, qualquer contaminação em um determinado sistema hídrico poderia resultar em uma contaminação distante das áreas em que se acreditava que os agrotóxicos se degradariam em partículas inofensivas ou ficariam retidos no ambiente natural antes de contaminá-los.

Além da contaminação ambiental, um dos graves problemas relacionados à utilização de agrotóxicos se refere aos usuários (agricultores). Embora, o uso de equipamento de proteção individual (EPI) seja obrigatório, é comum notar trabalhadores sem esses equipamentos de segurança necessários. Uma pesquisa do IBGE detectou que a maioria dos produtores (70%) na região de Paty do Alferes não costuma usar qualquer tipo de equipamento de proteção individual na preparação e na aplicação de agrotóxicos³⁰.

Um fato que agrava a situação é que a grande maioria dos trabalhadores rurais no Município de Paty do Alferes tem baixa instrução, o que indica uma inabilitação para o desempenho da função, uma vez que a leitura do rótulo e o entendimento dos procedimentos de preparação e aplicação seriam condições indispensáveis para o manejo e aplicação dos agrotóxicos³¹. Além disto, a maioria dos agricultores pertence às classes econômicas mais baixas, o que dificultaria o acesso a informações e serviços de saúde.

Outro fator de fundamental importância para a questão da saúde dos agricultores, é que o município não dispõe de hospitais conveniados ao Sistema Único de Saúde (SUS), somente possui unidades ambulatoriais. Além disto, os profissionais de saúde da região não foram treinados para identificar, diagnosticar e tratar possíveis casos de intoxicação por agrotóxicos. Apesar da comunicação de casos de intoxicação por agrotóxicos ser obrigatória, não existem casos de intoxicação reportados na base de dados da Secretária Municipal de Saúde nos últimos cinco anos³¹.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Paty do Alferes, Região Centro-Sul do Rio de Janeiro. Veremos a seguir um breve histórico do município, depois, uma análise de seu espaço rural, seguido de alguns dados municipais e uma posterior análise de seu meio físico.

4.1.1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta dissertação faz parte de um projeto maior, o projeto PAPES IV (A Questão dos Agrotóxicos e a Qualidade da Água de Consumo Humano). A área estudada é no distrito de Avelar, município de Paty do Alferes. A estação de tratamento da CEDAE em Avelar utiliza a água de um afluente da bacia do Rio Ubá, uma das principais bacias hidrográficas que cortam o município.

Localizado na região Centro-Sul do Rio de Janeiro, o município de Paty do Alferes situa-se no chamado médio vale do Rio Paraíba do Sul (Figura 08), tendo uma área de 319 km², e uma contagem de população de 24.931 habitantes no censo de 2000²⁷.

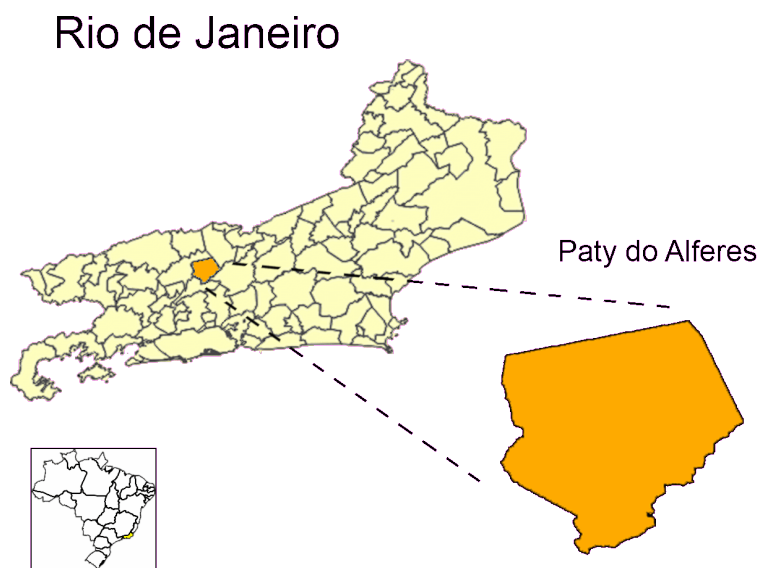


Figura 08, Localização do Município de Paty do Alferes – RJ. Adaptado de IBGE-Downloads³⁴

4.1.2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.1.2.1 - RELEVO E GEOLOGIA

Topograficamente, a área acompanha o modelado da região, cuja tipificação dominante é de mar de morros^{32, 35}. Como resultado, o relevo da maior parte do município varia de 20 a 45% e >45%, respectivamente. Em zonas com estas características, as terras apresentam altíssimo grau de suscetibilidade à erosão e, na sua quase totalidade, dificultam o uso de maquinaria.

Na região ocorrem duas formações geológicas, principais, denominadas de Unidade Santo Eduardo e Unidade Rio Negro^{36, 37}. Pequenas porções de rochas granulíticas, provavelmente pertencentes às Unidades Monte Verde e São José de Ubá também ocorrem na área. (figura 09). Todas estas Unidades são de idade pré-cambriana e são cortadas localmente, nas zonas principais de fraturamento, por diques de rocha básica, relacionada ao magmatismo básico, do período Cretáceo. Em alguns pontos observou-se também diques, de reduzidas dimensões, de rocha ígnea muito alterada, de coloração cinza, de muito baixa densidade, provavelmente relacionada com o magmatismo alcalino, de idade mais recente, ou seja, Cretáceo/Terciário^{37, 38, 39}.

Sedimentos argilo-arenosos de natureza aluvionar e colúvio-aluvionar, de idade mais recente, são também encontrados na área ao longo das drenagens principais, ou preenchendo fundo de vales ou ao sopé de encostas, formando terraços típicos de baixa declividade. Em muitos locais, independente da altitude e às vezes até mesmo da forma das encostas e declividade, encontra-se uma cobertura de natureza estritamente coluvionar.

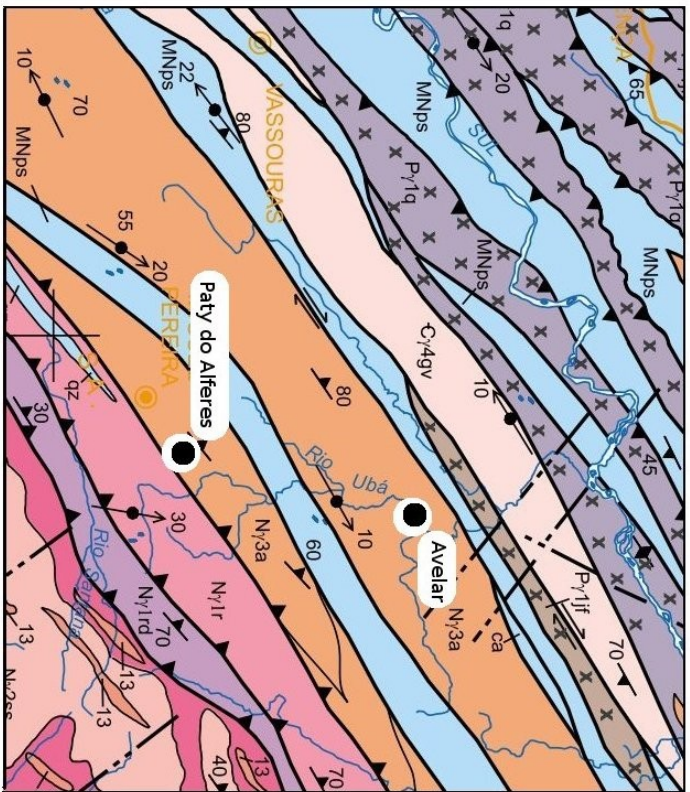


Figura 09: Mapa Geológico da região. Adaptado de CPRM, 2000⁴⁵.

N/2s	Suite Serra dos Orgãos Unidade Serra dos Orgãos Hornblenda-biotita granulada de granulção grossa e composição expandida de tonalita a granítica, composição calcio-alcalina. Texturas e estruturas migmatíticas preservadas em bloco tangencial em estado sólido superípostas. Localmente podem ser observadas enclaves porafíticas e amphibolíticas. Serra dos Orgãos Unit -I-type, hornblende-biotite coarse-grained granitoid with expanded tonalitic to granitic, with calc-alkaline composition. Well-preserved migmatitic textures and structures. Amphibolite enclaves and porphyroclasts observed.
N/2ss	Unidade São João Santa Aleixo Unit Fácies homogênea, biotita granulada, granito tipo-S com granulção média, porfírico (porfiró clástico), foliado a isoclino, com manchas localizadas de charnockização in situ e assinalado (impingimento de injeção). Serra dos Orgãos constituída por granito hornblenda-biotita granodiorita, rico em enclaves de paragneisse parafítica, metálica e amphibolítica. Santa Aleixo Unit Migmatitic facies of Serra dos Orgãos batholith comprising hornblende-garnet-biotite bearing gneiss, rich in partly melted and assimilated paragneissic country-rock enclaves and rare S-type leucogranite intrusions (impedimental facies).
N/1p	Leucogranito granulada da Serra do Paqueta Serra do Paqueta Leucogranite Muscovita-biotita leucogranito, sillimanita-garnet-biotite granito tipo-S de granulção grossa, com forte foliação tangencial, rico em restos de paragneisse S-type muscovite-biotite leucogranite, sillimanite-garnet-biotite granite coarse-grained, with strong thrust-related foliation and abundant paragneiss remnants
N/1r	Complexo Rio Negro Unidade Rio Negro Ortogneisse bandado, TTG, de granulção grossa, texturas porfíricas retilineadas a augen, com forte foliação tangencial, hiercalções de metagabro e metadiorito deformados (ampliação) ocorrem localmente. Intrusões de granada leucogranitos tipo-S e de apófites de granoblastos do Balcão Serra dos Orgãos ocorrem esporadicamente. Rio Negro Complex Granite (N/1q), Gneiss (N/1r), Complexo Triângulo de Moraes (N/1rm), Complexo Capim Anjo (N/1c) Rio Negro Unit -Biotite-hornblende TTG, coarse-grained banded orthogneiss with strong thrust-related planar fabrics and recrystallized porphyroclasts augen textures. Deformed metagabbro and metadiorite (amplification) occur locally. Intrusions of garnet-bearing fine-grained, S-type leucogranite and of Serra dos Orgãos granitoids are widespread. Correlativas plútons: Abdores Granite (N/1a), Triângulo Moraes (N/1r), Triângulo de Moraes Complex (N/1rm), Capim-Anjo Complex (N/1c)
N/1td	Unidade Das Barras Duas Barras Unit Fácies homogênea, foliada de composição tonalítica, intruída por veios e bolsões de leucogranito tipo-S Homogeneous, foliated, calc-alkaline gneiss, intruded by veins and pockets of S-type leucogranite
N/3a	Suite Serra das Azevas Pilões correlatos: Granito Quebra Cangalha (N/3a); Granito Lagarteira (N/3al); Granito Serra das Abdores (N/3as); Granito Serra da Condióida (N/3ac); Granito Serroteiras (N/3sr); Granito Paratierra (N/3p) Garnet-bearing metagabbro: Serra das Fieiras Granite (N/3af); Paratierra Granite (N/3p) Garnet-bearing metadiorite: Serra das Fieiras Granite (N/3af); Paratierra Granite (N/3p) Garnet-bearing metagabbro: Serra das Fieiras Granite (N/3af); Paratierra Granite (N/3p) Garnet-bearing metadiorite: Serra das Fieiras Granite (N/3af); Paratierra Granite (N/3p)
N/4g	Suite Gerulândia Gerulândia Suite Hornblenda-biotita H-type foliated granitic, with medium-grained porphyritic (porphyroclastic) texture, locally displaying quartz-dioritic aurofollis and in situ charnockization patches Correlativas Plútons: Vassouras Granite (N/4v); Serra da Bocaina Granite (N/4b); Paratierra Granite (N/4p); Serra de Jaraguá Granite (N/4j); Arcozelo Granite (N/4a)
N/1q	Complexo Paranaíba Sul Unidade São Fidélis Granada-biotita-sillimanita gneisses quartzo-kfsidático (metagabro), com bolsões e veios anatólicos in situ, ou implantes de composição granítica, intercalações de gneisse calcio-sódico e quartzo frequentes, variedades com cordierita e sillimanita (truzão) com contatos (qtz). Em áreas dominadas por baixos níveis de strain, estruturas turbidíticas são preservadas. Paranaíba Sul Complex São Fidélis Unit Garnet-biotite-sillimanite quartzofeldspathic gneiss (metagabbro), locally bearing graphite-rich domains, widespread in situ and injected rocks and veins of granitic leucogranite. Abundant relict calc-silicate gneiss and quartziferous cordierite-sillimanite-bearing various mineralogies. Turbiditic structures very locally preserved in low-strain domains
N/10	Suite Quirino Unidade São João Hornblenda-biotita ortogneisse calcio-alcalina de composição tonalítica a granítica, na fácies anfibolita, granuloblastica a porfiroblástica, foliada, localmente com enclaves de amphibolite e paragneisses dobradas. Venutões apfíticas tardias são frequentes Quirino Unit Hornblende-biotite orthogneiss calc-alkaline orthogneisses with granuloblastic to porphyroblastic texture, locally with folded amphibolite and paragneiss enclaves. Late-stage apfite veins are common. Metarotondic calc-silicate rock and quartzite, locally folded amphibolite and paragneiss enclaves. Late-stage apfite veins are common. Metarotondic calc-silicate rock and quartzite, locally folded amphibolite and paragneiss enclaves.

Nos topos aplainados, ocorrem sedimentos argilo-arenosos, relacionados ao Terciário/Quaternário. Ao longo das drenagens principais, nos fundos de vales ou sopé de encostas também são encontrados tais sedimentos (de natureza aluvionar e colúvio-aluvionar), com idade mais recente, formando típicos terraços^{36, 37}.

A área apresenta os seguintes geo-ambientes: **Colinas Baixas (8b)**, **Mar de Morros (9a)**, **Morrotes e Morros Baixos (10 a e b)**, **Montanhas (12a)**, **Serras escarpadas (16b) e Escarpas Serranas (16c)**, Sendo que na região de Avelar, predomina o Mar de Morros (figura 10).

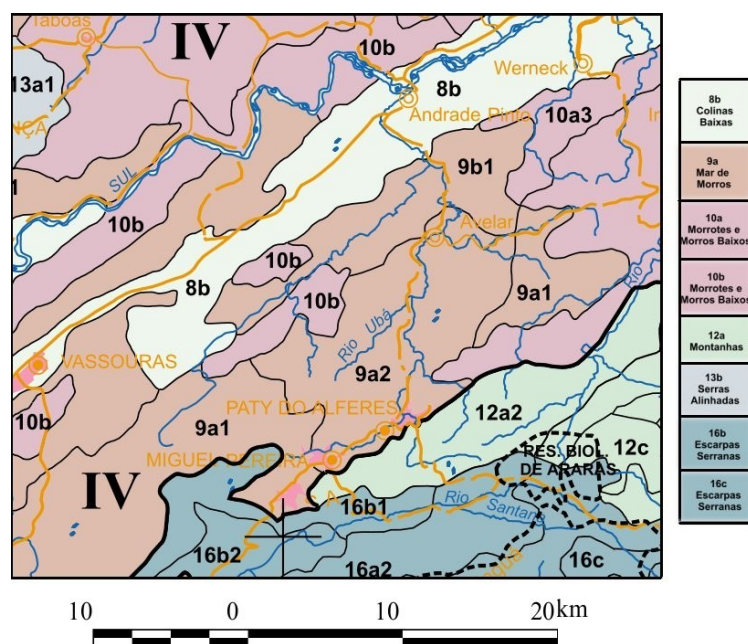


Figura 10: Geoambientes da região de Paty do Alferes. Adaptado de CPRM, 2000⁴⁵.

Nas áreas limítrofes com o Domínio de Serras os topos assumem características mais estreitas e as encostas tornam-se mais declivosas. A Zona de Alinhamentos ocorre a norte e noroeste da área, entre 500 a 800 m de altitude e desnivelamentos entre 100 e 300 m. Neste domínio, igualmente com orientação geral NE/SW, predominam feições de topos em cristas em relevo montanhoso e forte ondulado. Nas Depressões Colinosas e, menos freqüentemente, no Domínio de Serras ocorrem topos aplainados e amplos com relevo suave ondulado e ondulado. Os terraços colúvio-aluvionares, normalmente estreitos, ocorrem distribuídos por toda a área^{14, 38}.

Este relevo característico de mar de morros representa o meio físico, ecológico e paisagístico mais complexo e difícil do país em, relação às ações humanas. No caso do município de Paty do Alferes, essa complexidade está associada principalmente às práticas agrícolas no cultivo de olerícolas, uma das atividades responsáveis pela degradação acelerada

dos solos locais³⁶. Além disto, Rosa (2004)³⁶, destaca que o grande domínio paisagístico e macroecológico dos “Mares de Morros”, mais especificamente a faixa da Serra do Mar e Bacia do Rio Paraíba do Sul, compreende a região sujeita aos mais fortes processos erosivos e de movimento coletivo de solos de todo o território brasileiro³⁶.

Na microbacia do Rio Ubá, o vale principal apresenta fundo chato, formando pequena várzea de material sedimentar proveniente da desagregação das rochas do complexo gnáissico e dos solos das partes mais altas. A geologia é constituída, predominantemente, pelo complexo Paraíba do Sul, formada por gnaisses bandeados e migmatitos de composições variáveis. Todas estas Unidades são de idade pré-cambriana e são cortadas localmente, nas zonas principais de fraturamento, por diques de rocha básica, relacionada ao magmatismo básico, do período Cretáceo³⁹.

4.1.2.2 - SOLOS

Os solos do município estão distribuídos em três grandes domínios, o primeiro associado ao relevo de Serras, onde ocorrem Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo e solos intergrades entre estas classes, sendo todos álicos. O segundo compreende as depressões colinosas, onde são encontrados Podzólico Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e solos intergrades entre estas classes, possuindo caráter álico e distrófico. E o terceiro relacionado à zona de alinhamentos, onde se verifica a presença de Podzólico Vermelho-Escuro (Luvissolos Crômicos na nova nomenclatura) e, menos freqüentemente, Cambissolos, sendo ambos distróficos (Figura 11).

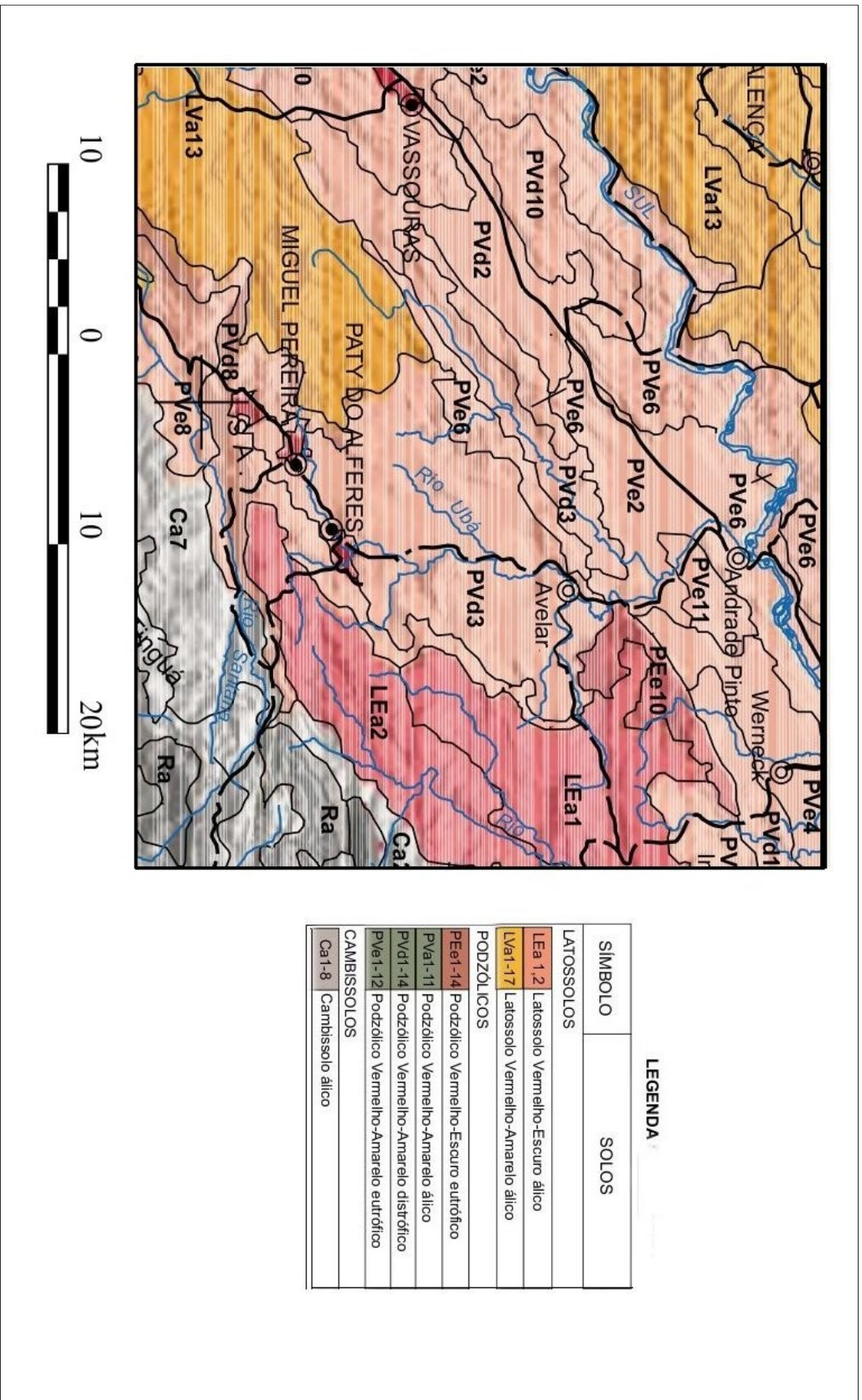


Figura 11: Solos da Região de Paty do Alferes. Adaptado de CPRM, 2000⁴⁵.

Palmieri (1998)³⁸, em seu estudo sobre a microbacia do Rio Ubá afirma que os solos da região apresentam características químicas e mineralógicas similares devido ao material de origem pouco diversificado. Todavia, na área de estudo ocorre um grande número de classes de solos, refletindo a grande variabilidade da paisagem, onde verificou-se a presença expressiva de solos intergrades, entre Latossolos, Podzólicos e Cambissolos. Em geral são argilosos (de baixa atividade), bem drenados, de baixa fertilidade natural, com variada espessura do solum, de propriedades físicas, morfológicas, declividade e/ou presença de lençol freático próximo a superfície e que apresentam elevada susceptibilidade à erosão, principalmente devido ao predomínio de relevo muito movimentado, que demanda por sua vez práticas racionais de manejo e conservação³⁸.

4.1.2.3 - CLIMA

O clima da região é classificado como Cw, temperado com temperatura média do mês mais frio sendo inferior a 18 °C, segundo o esquema de Köppen. A época seca coincide com o inverno, apresentando quatro a cinco meses com precipitação menor que 60 mm. O aumento dos valores anuais das chuvas ao longo do município se faz no sentido NW/SE, com isoietas variando de 1.200 a 1.600mm, com gradiente apontando para a região serrana a SE (onde verifica-se os mais elevados valores de precipitação). O aumento da temperatura ao longo do município se faz no sentido SE/NW, com isotermas variando de 18 a 22 °C, com um gradiente apontando para a região mais baixa do município a NW^{38, 39, 41, 42}.

A região apresenta um inverno seco e um verão chuvoso, que pode durar de 7 a 8 meses. O período de maior intensidade pluviométrica na região vai de novembro a janeiro, correspondendo a 48% da chuva anual. A precipitação média anual varia de 1200mm a 1600mm, sendo o pico de chuva registrado em 24 horas próximo de 140mm^{30, 32, 35}.

O período mais seco vai de junho a agosto, com precipitação média mensal em torno de 26 mm, correspondendo a 6,2% da precipitação anual, sendo Julho o mês mais seco. A temperatura média anual gira em torno de 18 a 22°C, porém nas partes mais altas de Paty a média de temperatura anual não passa de 17°C. As temperaturas máximas ultrapassam 40°C no verão e as mínimas podem chegar próximas de 0°C nas partes mais altas no inverno^{30, 32, 35}.

4.1.2.4 - VEGETAÇÃO

A vegetação natural primitiva encontra-se quase totalmente alterada, devido, fundamentalmente, aos vários ciclos de intensa exploração agrícola. Neste cenário, atualmente

são encontrados apenas alguns fragmentos da vegetação primária. Rosa, 2004³⁶ afirma existirem na região três aspectos fitofisionômicos, ou seja:

1. Floresta tropical subperenifólia - está representada por pequenos polígonos, situados nas partes mais elevadas da área; as espécies florestais são de porte alto e perdem parcialmente suas folhas no período seco;
2. Floresta tropical subcaducifólia - tem ocorrência em grande parte da área de estudo; suas espécies florestais apresentam menor porte e a maioria das arbóreas-arbustivas perde as folhas;
3. Floresta tropical de várzea - seus remanescentes ocorrem nos taludes e nas áreas de várzeas, geralmente em forma de estreitas faixas descontínuas. Tanto as espécies florestais quanto as arbóreas-arbustivas não perdem as folhas, são de aspecto sempre verde e caracterizam áreas com drenagem deficiente, que não sofrem carência de água durante o ano^{32, 36}.

Além destes, Lumbreras, (1998)³⁸ aponta que em áreas mais baixas ocorre a floresta higrófila de várzea e campo hidrófilo de várzea e nas áreas de afloramentos rochosos, ocorrentes em pequenas áreas na região serrana, observa-se a presença de formações rupestres.

4.1.2.5 - METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM DO SOLO

As amostras foram coletadas em plantações de tomates e pimentões, no distrito de Avelar. Em locais de relevo característico de mar de morros.

A amostragem foi realizada em duas etapas. A primeira buscou uma amostragem completa de uma encosta com plantio de pimentão. A figura 12 mostra o esquema da amostragem, que foi feita atentando para três porções do relevo (alta, média e baixa encosta), e obedecendo um padrão de zigue-zague, visando abranger a encosta como um todo. Neste local foram coletadas as amostras denominadas de Alta, Média e Baixa encostas.

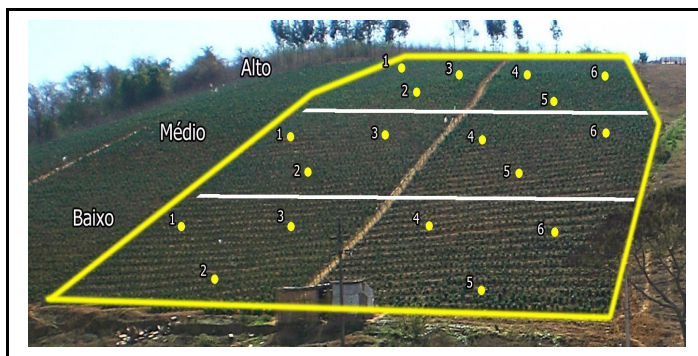


Figura 12: Esquema da amostragem na encosta.

A segunda etapa da amostragem foi realizada visando uma proximidade com a captação de água da CEDAE. Foram coletadas amostras em propriedades que estivessem a montante em relação à captação, e que estivessem relativamente próximas a corpos d'água. Nestes locais foram coletadas as amostras T, J e O.

4.2 - ANÁLISES LABORATORIAIS

4.2.1 – MATERIAL

POROSIDADE E DENSIDADE APARENTE

COLETA

Trado;

Anéis volumétricos;

Retalhos de Murin;

Elástico;

ANÁLISE

Mesa de tensão;

Balança de precisão de dois dígitos;

Estufa;

MATÉRIA ORGÂNICA

Gral;

Peneira de 0,177mm;

Balança de precisão de dois dígitos;

Erlenmeyer de 250 ml;

Condensador de refluxo;

Placa elétrica de aquecimento;

Agitador magnético com peixinho;

Bureta de 50 ml;

Garra e Suporte;

Pipeta;

Pêra;

REAGENTES

Solução de Dicromato de potássio 0,4 N (0,2 mol L⁻¹);

Água destilada;

Ácido Ortofosfórico Concentrado;

Solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1N (0,05 mol L⁻¹);

Difenilamina 1% (10g/L);

TEXTURA

Manto de Borracha;

Rolo de massa;

Peneira de 0,2mm;

Balança;

Copo de plástico;

Hidróxido de sódio a 4%;

Água deionizada;

Bastão de vidro;

Misturador automático (tipo milk shake);

Peneira de 0,053 mm;

Provetta de 1000ml;

Becker ou recipiente que possa ir à estufa, e de peso conhecido;

Pipeta de 25 ml;

Estufa;

Balão volumétrico de 1000 ml;

DENSIDADE REAL

Balões volumétrico de 50 ml;

Balança;

Bureta de 50 ml;

Álcool;

POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Becker de 25 ml;

Água deionizada;

Fita para medição de pH;

4.2.2 - POROSIDADE TOTAL, MACROPOROSIDADE E MICROPOROSIDADE.

A porosidade do solo foi obtida através do método da mesa de tensão³³. Inicialmente as amostras foram saturadas e pesadas e posteriormente levadas para a mesa de tensão (Figuras 13 e 14). Na mesa de tensão foi exercida sobre a amostra uma sucção equivalente a uma coluna de água de 60 cm^{42, 43, 33}.



Figura 13: Mesa de tensão



Figura 14: Detalhe das amostras na mesa.

Em seguida, foram feitas pesagens diárias de todas as amostras. As amostras permaneceram na mesa de tensão até que seu peso se estabilizasse.

É importante observar que esta metodologia parte do preenchimento de todos os poros com água, e é através da retirada desta água que chegamos aos resultados. A mesa de tensão tem o papel de quantificar os macroporos (poros de diâmetro maior ou igual a 0,05 mm), pois a água contida nestes é mais facilmente retirada. Já a água contida nos microporos (poros de diâmetro menor do que 0,05 mm) só pode ser retirada através de evaporação, por isso a necessidade do uso da estufa neste segundo momento do experimento. Portanto, a porosidade total é obtida através do volume de água perdido, que por sua vez é obtido pela diferença entre o peso úmido e o peso seco (depois da estufa), sendo esta diferença relacionada com o volume total. Para obtenção do percentual do espaço poral total. Já a macroporosidade está relacionada apenas ao volume de água perdido na mesa de tensão. A microporosidade está relacionada ao volume de água perdido na estufa (80°C) Para obter tais resultados, utilizamos as fórmulas 3, 4 e 5.:

3

$$\text{Porosidade Total} = \frac{\text{Psat} - \text{Pseco}}{V_t} \times 100$$

V_t

$$4 \quad \text{Macroporosidade} = \frac{\text{Psat} - \text{Ptensão}}{\text{Vt}} \times 100$$

$$5 \quad \text{Microporosidade} = \frac{\text{Ptensão} - \text{Pseco}}{\text{Vt}} \times 100$$

Onde **Vt** é o volume total do anel, **Psat** é o peso da amostra saturada, **Ptensão** é o peso da amostra após sair da mesa de tensão e **Pseco** é o peso da amostra após sair da estufa.

4.2.3 - DENSIDADE APARENTE

Para esta análise é utilizado o método do anel volumétrico. A Densidade aparente é caracterizada pela relação do peso da amostra depois de seca com o volume do anel onde foi coletado. A fórmula 6 é utilizada para se chegar a estes resultados:

$$\text{Dap} = \text{Ms} / \text{Vt}$$

Fórmula 06: Densidade Aparente.

Onde **Ms** é a massa do solo e Volume **Vt** é o volume total. Como usamos um cilindro para a coleta do solo, $\text{Vt} = (\text{Pi}) r^2 \cdot h$

Esta propriedade está diretamente relacionada à porosidade, sendo inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a quantidade de poros, menor a densidade aparente e vice versa.

4.2.4 - MATÉRIA ORGÂNICA

O teor de carbono orgânico foi encontrado através da queima do carbono em meio ácido, onde amostras de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), foram maceradas até obter aspecto de talco, sendo posteriormante passadas em uma peneira de 0,177 mm. Após este peneiramento, foram pesados 0,25g ou 0,50g, (dependendo das características da amostra) em um erlenmeyer de 250ml. A este solo foram acrescentados 10,00ml de solução de dicromato de potássio (0,4N), deixando descansar por 5 minutos. Os erlenmeyers devem ser equipados com um condensador de refluxo e a mistura aquecida por cinco minutos em uma chapa previamente aquecida a 300°C. Após, as paredes do condensador devem ser lavadas com água destilada dentro do próprio erlenmeyer. Esta mistura deve esfriar. Depois de frias, devem ser acrescentados 50,00ml de água destilada e 2,50 ml de ácido ortofosfórico concentrado.

Acrecenta-se então, três gotas de difenilamina 1% (que torna a solução azul bem escuro). Utiliza-se então uma bureta com 50,00ml de solução de sulfato ferroso amoniacal. A titulação é feita em primeiro lugar com uma prova em branco, acrescentando o sulfato ferroso amoniacal lentamente, e agitando sempre. Sua cor deve mudar do azul para o verde com 40,00 ml de solução da bureta. Para as demais leituras, os valores vão variar, deve-se observar atentamente o ponto de "viragem" das amostras, metodologia proposta pela EMBRAPA (1997)³³. As fórmulas utilizadas para o cálculo do teor de matéria orgânica são:

07
$$\text{Matéria Orgânica} \Rightarrow \text{MO(g/kg)} = \text{C(g/kg)} \times 1,724$$

08
$$\text{Carbono orgânico} \Rightarrow \text{C(g/kg)} = \text{fatores de correção 1} \times 2 \times 3, \text{ onde:}$$

09
$$\text{Fator de correção 1} = \text{fator de correção da normalidade do titulante} =$$

$$\frac{\text{Valor teórico do branco (40ml)}}{\text{Valor do branco encontrado na titulação}}$$

10
$$\text{Fator de correção 2} = \text{fator de correção de diluição} =$$

$$\frac{\text{meq carbono (0,003)} \times 100}{\text{peso da amostra em g (0,5)}} = 0,6 \times \text{diluição}$$

11
$$\text{Fator de correção 3} = \frac{\text{Titulante teórico (ml)} - \text{titulante real(ml)}}{40\text{ml} - \text{volume gasto (ml)}}$$

4.2.5 - TEXTURA DO SOLO:

As análises de textura foram realizadas utilizando-se o método da pipetagem³³. A figura 15 mostra os passos da análise granulométrica, que serão indicados a seguir. Este método utiliza amostras deformadas, já que não necessita manter a estrutura do solo. Este, depois de seco ao ar, destorroado (passo 1) e peneirado (peneira de 0,2mm) para retirar as frações grossas (passo 2). O que passa pela peneira é, então chamado de terra fina seca ao ar (TFSA) (passo 3).

O método da pipetagem baseia-se na lei de STOKES² para definir o tempo de sedimentação das partículas em relação ao seu tamanho. Partículas maiores tendem a sedimentar mais rápido que partículas menores. Conseqüentemente, a fração argila tende a permanecer próxima à superfície da água por mais tempo.

Na prática, o método consiste em pesar 20 g de TFSA (passo 4), adicionar 10 ml de solução de hidróxido de sódio e 100 ml de água deionizada (passo 5), mexendo por cerca de

² Lei de Stokes: Determina a velocidade de sedimentação de partículas sólidas em líquidos. É baseada principalmente no diâmetro da partícula, na viscosidade do líquido, na densidade de ambos e na gravidade. No caso, os diâmetros são relacionados às frações do solo e a viscosidade é a da água, que varia com a temperatura. (www.ufsm.br/gef/LeiSto.htm, acessado em dezembro de 2005)

dois minutos. Esta solução deve descansar por uma noite, sendo posteriormente agitada num misturador automático (passo 6) para posterior peneiragem a úmido (passo 7), a areia fica retida na peneira (passo 8) e o líquido recolhido em uma proveta de 1000ml. (passo 9)

Após peneirada, a areia restante deve ser levada à estufa para secagem para que possamos pesar e obter seu percentual, Deve-se medir a temperatura de uma prova em branco (água à temperatura ambiente) para a obtenção do tempo de sedimentação.

Após o tempo de sedimentação (calculado em função da temperatura), deverão ser pipetados 25 ml a uma profundidade de 5 cm (passo 10), o que constituirá a argila da amostra. Este conteúdo deverá ser colocado em um becker de peso conhecido, levado à estufa para que seque, após retirada da estufa, a amostra será pesada e o peso do becker deve ser retirado do peso total (peso 2). Para calcular o teor das frações do solo são utilizadas as seguintes fórmulas⁴⁴

12	%Areia = P Areia x 5 x 1,02
13	% Argila = P Argila x 100 x 2 x 1,02
14	% Silte = 100 - (% Argila + % Areia)



Figura 15: Análise granulométrica.

4.2.6 - DENSIDADE REAL

A densidade real, ou densidade das partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico¹³. Este método consiste em pesar 20g de TFSE (terra fina seca em estufa), passar para um balão volumétrico de 50 ml. Deve se preencher uma bureta de 50ml com álcool e, a partir desta, completar o balão que está com solo, com álcool. A densidade real é calculada com a fórmula 15 a seguir:

$$Dr = \frac{M}{(Vb-vA)} \quad \square \quad \frac{20}{(50-vA)}$$

Fórmula 15: Densidade Real

Onde M = Massa de amostra de solo (20g)

Vb = Volume do balão

Va = Volume de álcool gasto para completar o balão volumétrico

4.2.7 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Para medir o pH das amostras, coloca-se 10 ml de solo junto a 25 ml de água e deixa-se descansar por uma hora. Após o tempo de descanso, o pH das amostras foi medido com fitas de pH.

4.3 - QUESTIONÁRIOS

Foram aplicados questionários com agricultores do município de Paty do Alferes, que foram encontrados trabalhando em plantações principalmente de tomate e pimentão. Foram aplicados 37 questionários, com itens sobre dados pessoais (nome, idade, estado civil), socioeconômicos (escolaridade, renda familiar) e sobre a relação destes trabalhadores com o uso de agrotóxicos (se aplicam, com que frequência, se sabem o nome das substâncias que utilizam).

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

Foram realizadas análises de variância, utilizando-se o programa estatístico SPSS, versão nº. 14, a fim de comparar as médias obtidas para os parâmetros estudados. A tabela 04 mostra as médias que apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 04: variações significativas de médias por profundidade.

	Média x Profundidade	Significância
Teor de Areia	Baixa Encosta	0,000
Teor de Silte	Baixa Encosta	0,043
Matéria Orgânica	Média Encosta	0,016
Porosidade Total	Alta Encosta	0,015
	Média Encosta	0,028
Macroporosidade	Média Encosta	0,031
Densidade Aparente	Média Encosta	0,022

Quando comparadas as médias das amostras da primeira e da segunda etapas de coleta, apenas as médias dos teores de silte, areia e argila mostraram variação significativa entre os grupos (tabela 05)

Tabela 05 – Variação de Médias entre as etapas

Primeira Etapa x Segunda Etapa	Significância
Teor de Argila	0,029
Teor de Areia	0,000
Teor de Silte	0,17

Ao serem analisadas separadamente, em relação às outras e às amostras da segunda etapa de coleta, apenas as médias dos teores de areia apresentaram variação significativa (tabela 06).

Tabela 06 – Teor de Areia, comparando as porções do relevo entre si e com a segunda etapas.

Porção do Relevo	Etapa	Significância
Alta Encosta	Segunda Etapa	0,013
Média Encosta	Segunda Etapa	0,025
Baixa Encosta	Segunda Etapa	0,000

5.2 - TEXTURA

O estudo desta propriedade é de grande importância devido à sua forte influência nas propriedades do solo, como a porosidade, a agregabilidade e a capacidade de interação dos

solos com as substâncias que entram em contato com o mesmo. Além disto, a textura tende a permanecer estável apesar das perturbações que o uso do solo pode causar.

5.2.1 - CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL

A classificação textural das amostras foi encontrada a partir da análise granulométrica dos solos. Para isto, os percentuais encontrados foram marcados no triângulo textural. As figuras 16, 17 e 18 mostram os triângulos com os diferentes pontos marcados, para as porções alta, média e baixa da encosta.

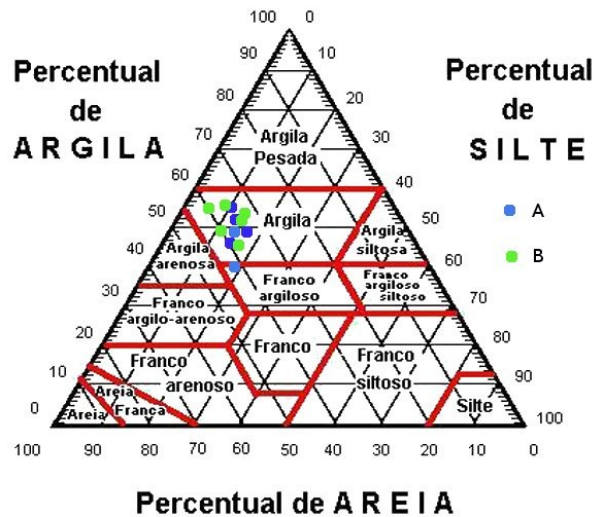


Figura 16: Triângulo Textural com amostras da alta encosta, sendo A=a-5cm e B=5-10cm de profundidade.

A figura 16, os percentuais de silte, argila e areia nas amostras retiradas na alta encosta. Podemos observar que a grande maioria das amostras está classificada como Argila, com exceção apenas de uma, que está classificada como franco argiloso (Amostra alto-6, Profundidade 0 – 5 cm)

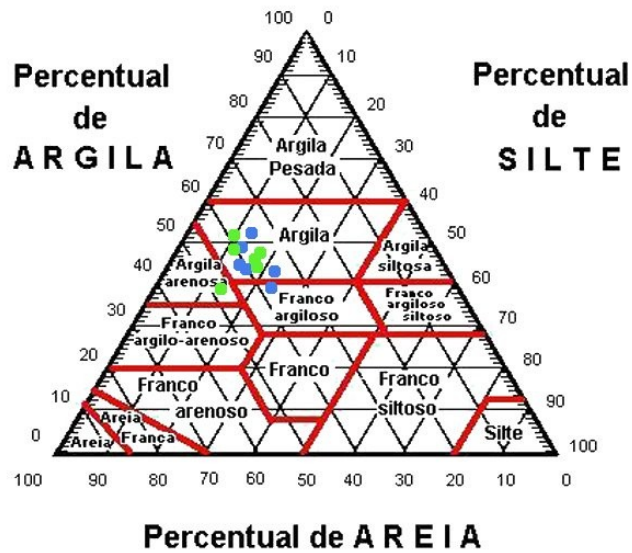


Figura 17: Triângulo Textural com amostras da média encosta.

Na figura 17, observamos os percentuais de silte, argila e areia nas amostras retiradas na média encosta. Podemos observar que a grande maioria das amostras está classificada como Argila, com exceção apenas de duas, uma está classificada como argila arenosa (amostra média 1, profundidade 5 – 10 cm) e a outra como solo franco argiloso (amostra média 4, profundidade 0 -5 cm)

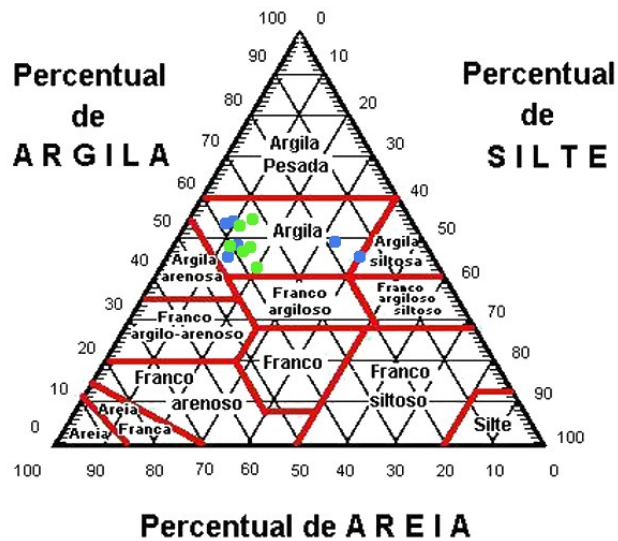


Figura 18: Triângulo Textural com amostras da baixa encosta.

A figura 18 nos mostra a classificação textural das amostras coletadas na baixa encosta. Nota-se que a grande maioria das amostras foi classificada como argila, apenas uma ficando no limiar entre argila e argila siltosa (amostra baixa 4, profundidade 0-5 cm)

Observamos na tabela 07, a classificação textural das amostras.

Tabela 07: Classificação Textural dos pontos de amostragem

Classificação textural		Classificação textural		Classificação textural							
Alto	1	0 – 5 cm	Argila	Medio	1	0 – 5 cm	Argila	Baixo	1	0 – 5 cm	Argila
		5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila arenosa			5 – 10 cm	Argila
	2	0 – 5 cm	Argila		2	0 – 5 cm	Argila		2	0 – 5 cm	Argila
		5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila
	3	0 – 5 cm	Argila		3	0 – 5 cm	Argila		3	0 – 5 cm	Argila
		5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila
	4	0 – 5 cm	Argila		4	0 – 5 cm	Argila		4	0 – 5 cm	Argila-Argila Siltosa
		5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila
	5	0 – 5 cm	Argila		5	0 – 5 cm	Franco Argiloso		5	0 – 5 cm	Argila
		5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila
	6	0 – 5 cm	Franco Argiloso		6	0 – 5 cm	Argila		6	0 – 5 cm	Argila
		5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila			5 – 10 cm	Argila

Podemos observar na tabela 07, que a grande maioria das amostras coletadas foi classificada como argila, por ter uma grande quantidade desta fração. Mesmo as amostras que não foram classificadas como argila, apresentaram classificações granulométricas próximas, como “franco argilosa”, com características um pouco mais equilibradas entre as frações, “argila arenosa”, que apresenta características da fração areia associadas às características da fração argila, e “argila siltosa” com características da fração Silte.

A tabela 08 mostra as médias dos teores de argila, areia e silte, por porção da encosta e por profundidade. Nela, não observamos variação significativa dos teores entre as profundidades.

Tabela 08: Médias e desvios padrão dos teores de argila, areia e silte, por porções da encosta e profundidade.

		T Argila	T Areia	T Silte	
Alta Encosta	0 – 5 cm	Media	47,60	37,66	14,74
		DP	5,57	2,97	3,07
	5 – 10 cm	Media	51	37,46	11,54
		DP	4,65	2,49	4,51
Media Encosta	0 – 5 cm	Media	44,2	38,21	17,59
		DP	4,77	2,25	4,59
	5 – 10 cm	Media	47,26	38,02	14,72
		DP	3	1,47	3,62
Baixa Encosta	0 – 5 cm	Media	48,62	37,01	12,7
		DP	3,74	3,54	4,84
	5 – 10 cm	Media	48,62	36,96	14,42
		DP	4,55	2,11	4,13

Como pode ser visto na tabela 08, as amostras coletadas apresentaram médias bastante semelhantes. Nos gráficos abaixo, serão analisadas as frações separadamente.

As amostras coletadas nos outros pontos mostraram, em sua maioria, características semelhantes. Podemos observar na figura 19, o triângulo textural das amostras coletadas no ponto “T”. Nele vemos que os pontos T-1 e T-2 foram classificadas como argila em ambas as profundidades, enquanto as amostras do ponto T-2 foram classificadas como argila arenosa em ambas as profundidades.

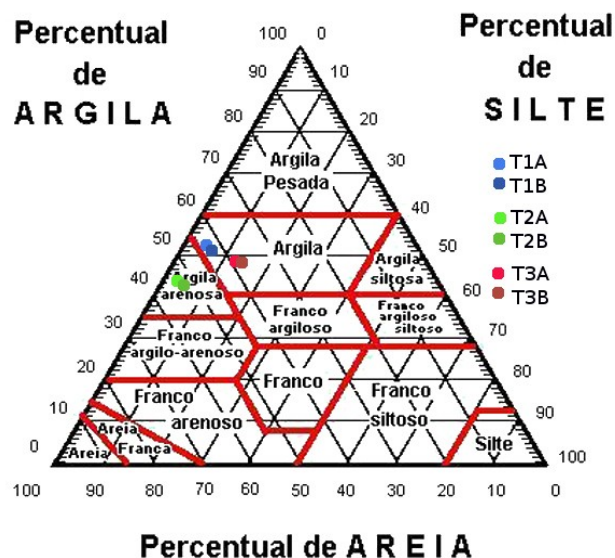


Figura 19: Triângulo textural das amostras coletadas no ponto “T”.
A figura 20 mostra o triângulo textural das amostras do ponto “J”.

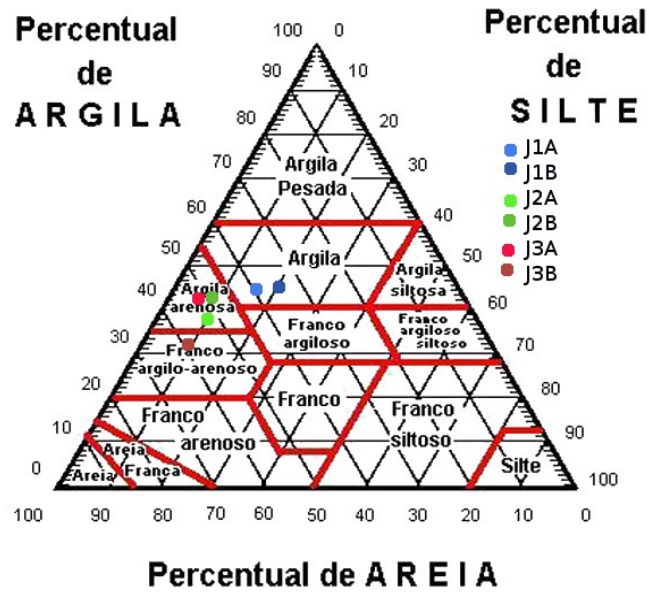


Figura 20: Triângulo textural das amostras do ponto “J”.

Já as amostras coletadas no ponto J 1 foram classificadas como argila em ambas as profundidades. As amostras do ponto J-2 e J-3-A (0-5 cm) foram classificadas como argila arenosa e a amostra J-3-A como franco-argilo-arenosa.

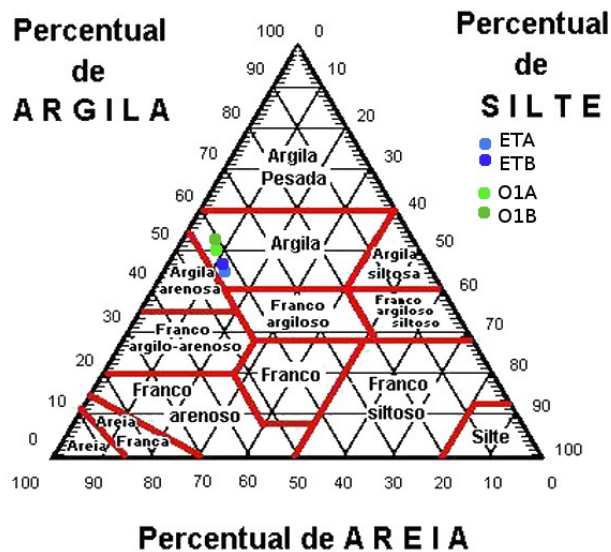


Figura 21: Triângulo textural das amostras ET e O.

As amostras dos pontos ET e O foram classificadas como argila, conforme observamos na figura 21 e na tabela 09.

Tabela 09: Classificação Texturais das amostras.

Amostra	Classificação Textural	Amostra	Classificação Textural
T 1 A	Argila	J 2 A	Argila Arenosa
T 1 B	Argila	J 2 B	Argila Arenosa
T 2 A	Argila Arenosa	J 3 A	Argila Arenosa
T 2 B	Argila Arenosa	J 3 B	Franco-argilo-arenosa
T 3 A	Argila	EX TO A	Argila
T 3 B	Argila	EX TO B	Argila
J 1 A	Argila	O 1 A	Argila
J 1 B	Argila	O 1 B	Argila

5.2.2 - AREIA

A areia tem grande influência no tipo de poros do solo, já que solos arenosos possuem mais macroporos, facilitando a infiltração e diminuindo a retenção. A figura 22 mostra as médias dos teores de areia por porção da encosta e por profundidade.

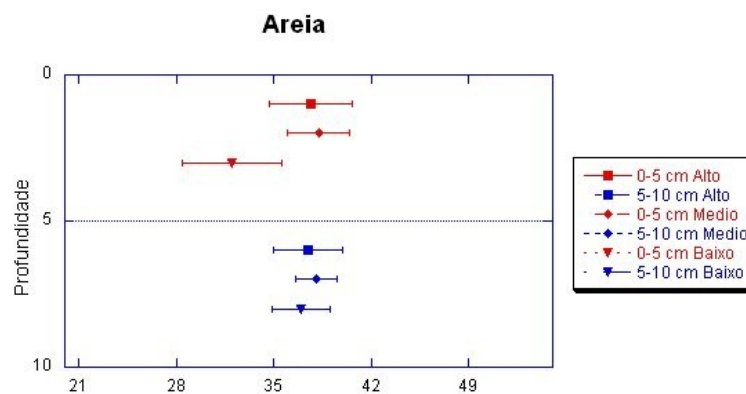


Figura 22: Médias de teor de Areia por porção da encosta e profundidade.

Neste gráfico, observamos que as amostras mantiveram médias parecidas, com exceção da baixa encosta, na profundidade de 0 a 5 cm. As figuras 23, 24 e 25 mostram a variação dos teores de areia por profundidade, por porção da encosta.

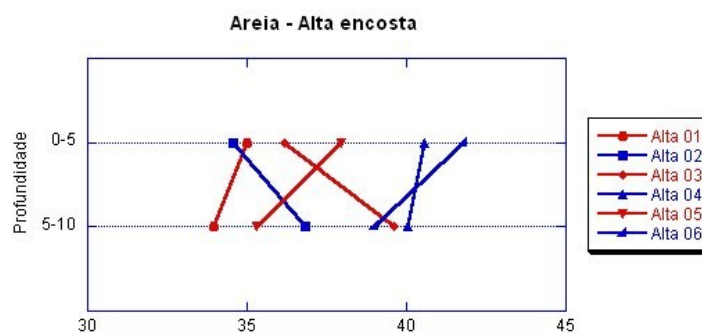


Figura 23: Variação do teor de areia por profundidade, na alta encosta.

Apesar de o gráfico de médias não mostrar variação do teor de areia com a profundidade, observamos uma variação na figura 24, porém, sem seguir um padrão, e por isso, não observável nas médias.

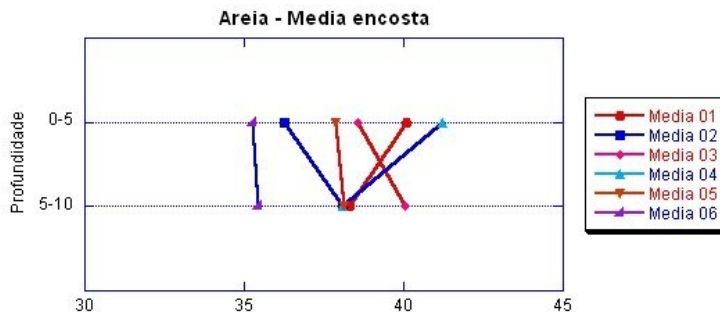


Figura 24: Variação do teor de areia por profundidade, na média encosta.

A figura 25 mostra a variação do teor de areia por profundidade, e mostra um fato interessante, em que quatro das seis amostras apresentaram a mesma quantidade de areia na profundidade de 0 – 5 cm, o que fez também com que nas médias os teores não variassem com a profundidade.

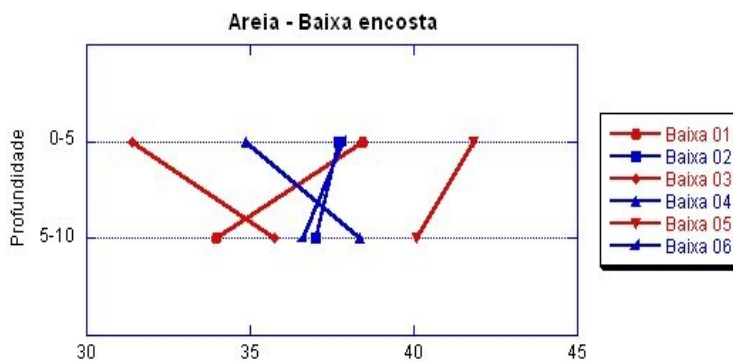


Figura 25: Variação do teor de areia por profundidade, na baixa encosta.

Na Baixa encosta, observamos que duas das seis amostras mostraram diminuição na quantidade de areia com a profundidade, duas se mostraram praticamente constantes e duas mostraram um aumento na quantidade de areia com a profundidade. A média desta porção do relevo foi a única que variou, apresentando uma diminuição.

As amostras coletadas na segunda etapa da amostragem tiveram pouca variação nos percentuais de areia com a profundidade, com exceção das amostras J-2 e J-3.

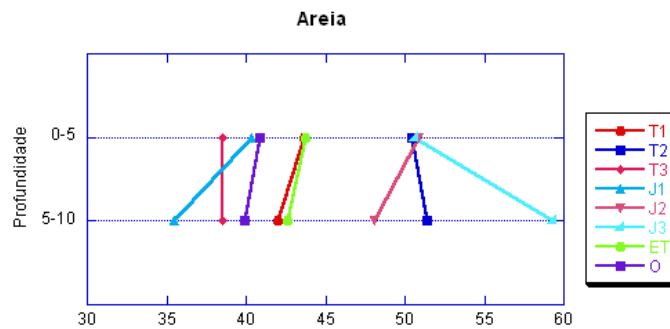


Figura 26: Teores de areia das amostras.

5.2.3 - SILTE

A fração silte é uma fração intermediária entre a areia e a argila, é considerada o ponto máximo de instabilidade, servindo como indicador do grau de intemperização do solo. De modo geral, solos muito intemperizados têm pouco silte e mais argila, sendo esta fração muito mais abundante em solos jovens.

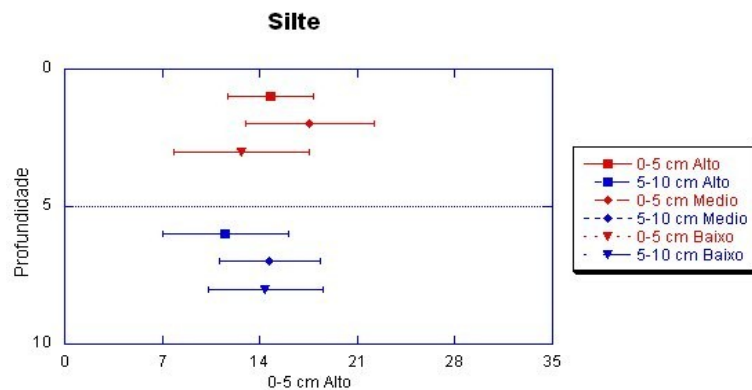


Figura 27: Médias de teor de Silte por porção da encosta e profundidade.

Observamos no gráfico da figura 27 que as médias de silte apresentam pouca ou nenhuma variação em profundidade. Apenas as amostras de baixa encosta foram significativamente diferentes. As figuras 28, 29 e 30 mostram a variação dos teores de silte por profundidade, por porção da encosta.

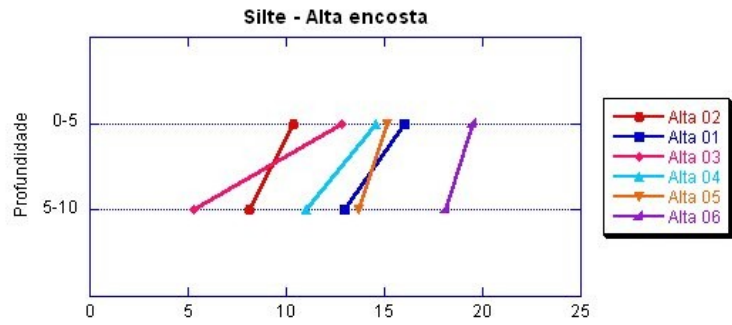


Figura 28: Variação do teor de silte por profundidade, na alta encosta.

Na figura 28 observamos uma tendência na diminuição do teor de silte com a profundidade em quase todas as amostras, algumas se mantendo estáveis.

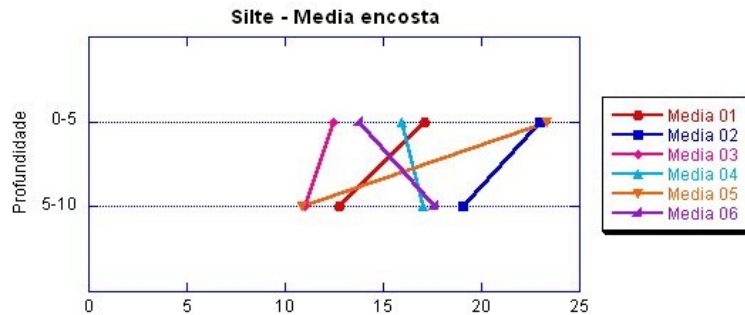


Figura 29: Variação do teor de silte por profundidade, na média encosta.

Na média encosta, observamos variação no teor de silte, mas sem seguir um padrão de aumento ou diminuição por profundidade.

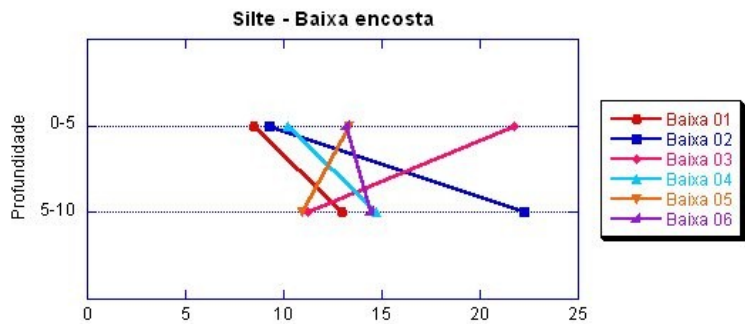


Figura 30: Variação do teor de silte por profundidade, na baixa encosta.

As amostras da porção baixa da encosta mostram um comportamento bastante variado, tanto aumentando quanto diminuindo com a profundidade, porém, ao comparar as médias, estas tiveram variação significativa.

Na figura 31, amostras coletadas na segunda etapa da amostragem apresentaram pouca variação nos teores de silte com a profundidade.

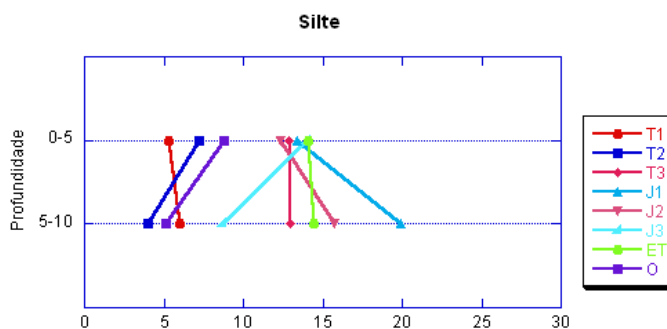


Figura 31: Teores de Silte das amostras.

5.2.4 - ARGILA

O estudo do teor de argila de um solo é importante pois é nesta fração que ocorre a maior parte das reações. Isto acontece principalmente devido ao fato de que partículas menores têm maior superfície de contato e também por sua mineralogia, que é constituída principalmente de minerais secundários. A argila também influencia grandemente na retenção de água no solo, já que tem influência em sua porosidade (solos argilosos possuem mais microporos) e na agregabilidade.

A figura 32 mostra as médias dos teores de argila por porção da encosta e profundidade, com os respectivos desvios padrão.

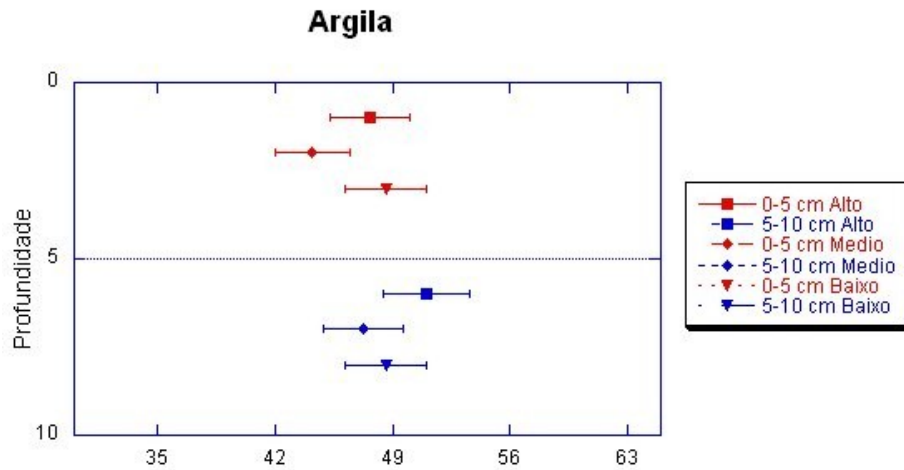


Figura 32: Médias de teor de Argila por porção da encosta e profundidade.

Observamos que as médias dos teores de argila permaneceram constantes em ambas as porções do relevo. As figuras 33, 34 e 35 mostram a variação dos teores de areia por profundidade, por porção da encosta.

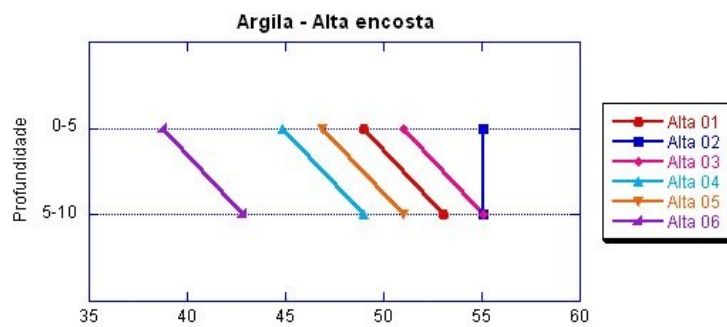


Figura 33: Variação do teor de argila por profundidade, na alta encosta.

A figura 33, representa as amostras coletadas na porção alta da encosta, nela observamos uma tendência de aumento no teor de argila com a profundidade, exceto pela amostra dois, cujo valor permanece constante.

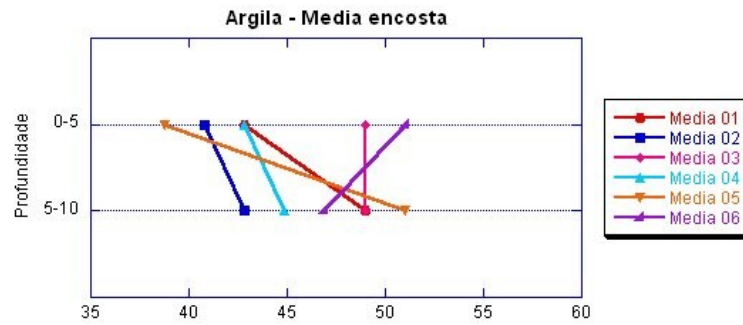


Figura 34: Variação do teor de argila por profundidade, na média encosta.

A figura 34 mostra que nas amostras coletadas na média encosta, os teores de argila apresentaram comportamentos bastante variados com a profundidade.

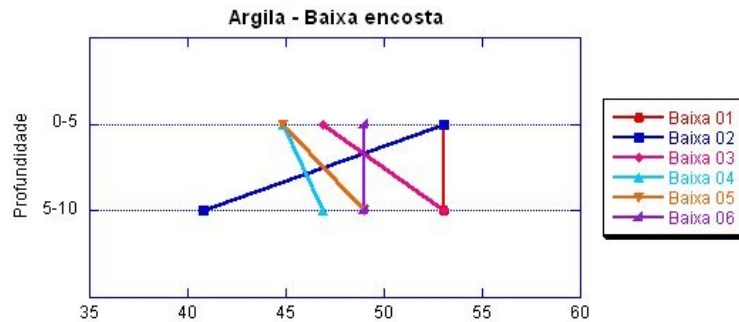


Figura 35: Variação do teor de argila por profundidade, na baixa encosta.

Na figura 35, observamos grande variação no comportamento dos teores de argila com a profundidade. Apesar disto, as médias permaneceram constantes em profundidade.

As amostras da segunda etapa da coleta, figura 36, apresentaram pouca ou nenhuma variação com a profundidade. Algumas destas amostras diferem das anteriores, pois contém teores de argila menores, o que refletiu diretamente em sua classificação textural.

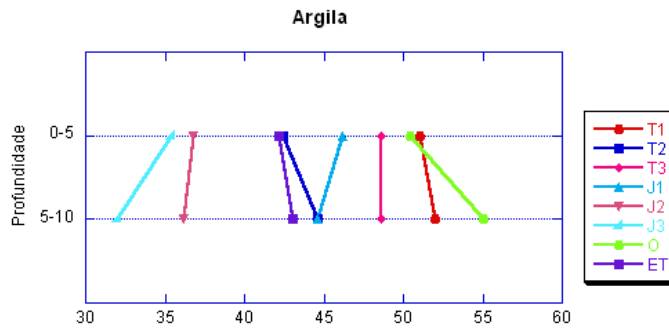


Figura 36: Teores de argila das amostras.

5.3 - DENSIDADE REAL

Cada componente mineral do solo tem uma densidade específica e os resultados obtidos na densidade real do solo representam a média ponderada da densidade real de todos os seus componentes minerais e orgânicos. A tabela 10 mostra os resultados obtidos na análise laboratorial e os minerais com densidades próximas às encontradas no solo.

Tabela 10: Resultados de Densidades Real e suas possíveis classificações

Ponto	D real	Classificação	Ponto	D real	Classificação	Ponto	D real	Classificação
1	2,47	2,20 – 2,70 Montmorilonita	1	2,86	2,70 – 3,00 Sericita, Muscovita	1	2,20	2,20 – 2,70 Montmorilonita
5 – 10 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta	5 – 10 cm	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita	5 – 10 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta
0 – 5 cm	2,50	2,20 – 2,70 Montmorilonita	0 – 5 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta	0 – 5 cm	2,41	2,30 – 2,40 Gbseta
5 – 10 cm	2,53	2,20 – 2,70 Montmorilonita	5 – 10 cm	2,30	2,30 – 2,40 Gbseta	5 – 10 cm	2,30	2,30 – 2,40 Gbseta
0 – 5 cm	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita	0 – 5 cm	2,30	2,30 – 2,40 Gbseta	0 – 5 cm	2,50	2,20 – 2,70 Montmorilonita
5 – 10 cm	2,22	2,20 – 2,70 Montmorilonita	5 – 10 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta	5 – 10 cm	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita
0 – 5 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta	0 – 5 cm	2,30	2,30 – 2,40 Gbseta	0 – 5 cm	2,50	2,20 – 2,70 Montmorilonita
5 – 10 cm	2,22	2,20 – 2,70 Montmorilonita	5 – 10 cm	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita	5 – 10 cm	2,47	2,20 – 2,70 Montmorilonita
0 – 5 cm	2,74	2,70 – 3,00 Sericita, Muscovita	0 – 5 cm	2,33	2,30 – 2,40 Gbseta	0 – 5 cm	2,47	2,20 – 2,70 Montmorilonita
5 – 10 cm	2,22	2,20 – 2,70 Montmorilonita	5 – 10 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta	5 – 10 cm	2,50	2,20 – 2,70 Montmorilonita
0 – 5 cm	2,22	2,20 – 2,70 Montmorilonita	0 – 5 cm	2,30	2,30 – 2,40 Gbseta	0 – 5 cm	2,11	Opala
5 – 10 cm	2,33	2,30 – 2,40 Gbseta	5 – 10 cm	2,22	2,30 – 2,40 Gbseta	5 – 10 cm	2,35	2,30 – 2,40 Gbseta

As figuras 37, 38 e 39 mostram a variação da densidade real por profundidade, por porção da encosta.

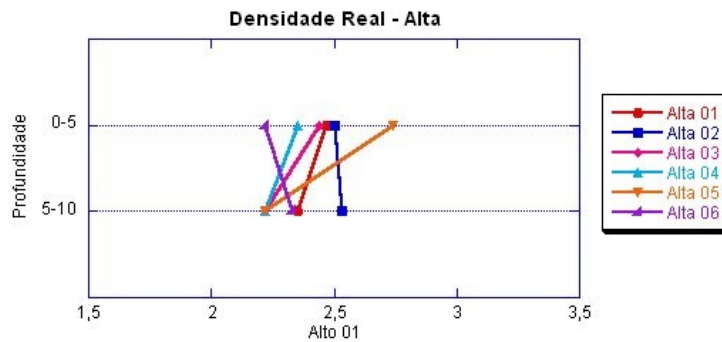


Figura 37: Variação da densidade real por profundidade, na alta encosta.

A figura 37 mostra a variação da densidade real na porção alta do relevo. Nela observamos que na maioria dos pontos não houve variação na densidade real, havendo aumento apenas no ponto “Alta 06”, e diminuição no ponto “Alta 5”.

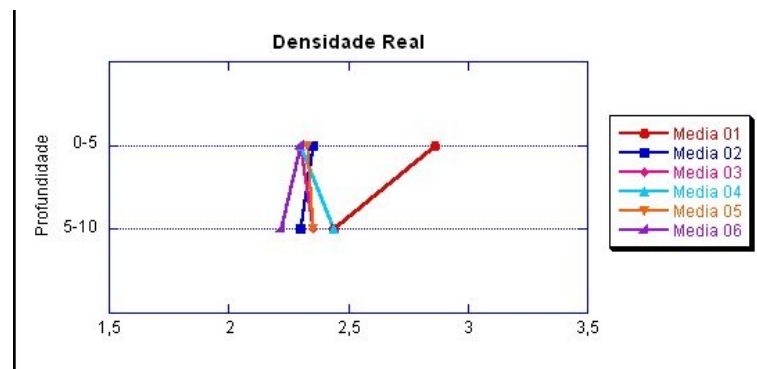


Figura 38: Variação da densidade real por profundidade, na média encosta.

Na porção média do relevo, observamos que na maioria dos pontos não houve variação na densidade real, havendo aumento apenas no ponto “média 01”.

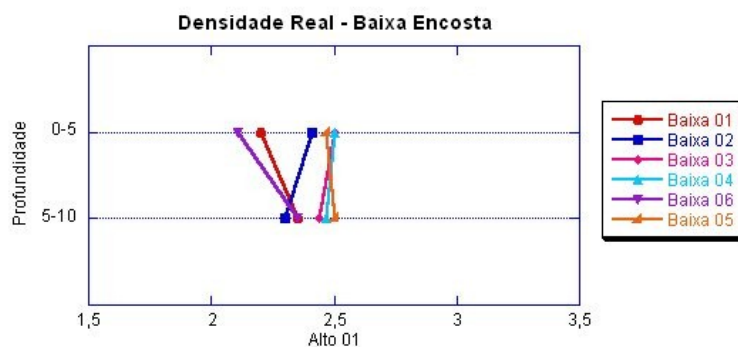


Figura 39: Variação da densidade real por profundidade, na baixa encosta.

Na baixa encosta, observamos pouca variação na densidade real com a profundidade. Um fato interessante são os valores muito próximos na profundidade de 0-5cm.

A tabela 11 mostra a Densidade Real e possível classificação das amostras coletadas na segunda fase de amostragem.

Tabela 11: Densidade Real e possível classificação das amostras..

Amostra	D Real	Classificação
T 1 A	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
T 1 B	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
T 2 A	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
T 2 B	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita
T 3 A	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
T 3 B	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
J 1 A	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
J 1 B	2,41	2,30 – 2,40 Gipsita
J 2 A	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
J 2 B	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita
J 3 A	2,47	2,20 – 2,70 Montmorilonita
J 3 B	2,44	2,20 – 2,70 Montmorilonita
EX TO A	2,35	2,30 – 2,40 Gipsita
EX TO B	2,6	2,20 – 2,70 Montmorilonita
O 1 A	2,5	2,20 – 2,70 Montmorilonita
O 1 B	2,35	2,30 – 2,40 Gipsita

Nestas amostras, não observamos muitas diferenças para as amostras coletadas anteriormente.

5.4 - POROSIDADE

5.4.1 - POROSIDADE TOTAL

A porosidade total está relacionada a todos os espaços vazios do solo, que serão ocupados por ar e água. Seu comportamento está diretamente relacionado ao comportamento da macroporosidade e da microporosidade. A tabela 12 mostra o percentual e média da Porosidade Total. A tabela 12 mostra a média da porosidade total das amostras, o desvio padrão e coeficiente de variação, por porção do relevo e profundidade.

Tabela 12: Médias de Porosidade total por porção do relevo.

		Porosidade Total			
		Media	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	n
Alta Encosta	0 – 5 cm	56,63	1,65	2,92	4
	5 – 10 cm	51,69	2,44	4,72	4
Média Encosta	0 – 5 cm	56,57	1,16	2,06	4
	5 – 10 cm	53,46	1,82	3,4	4
Baixa Encosta	0 – 5 cm	52,56	2,72	5,17	4
	5 – 10 cm	51,65	1,8	3,48	4

A figura 40 mostra a variação da porosidade total por profundidade.

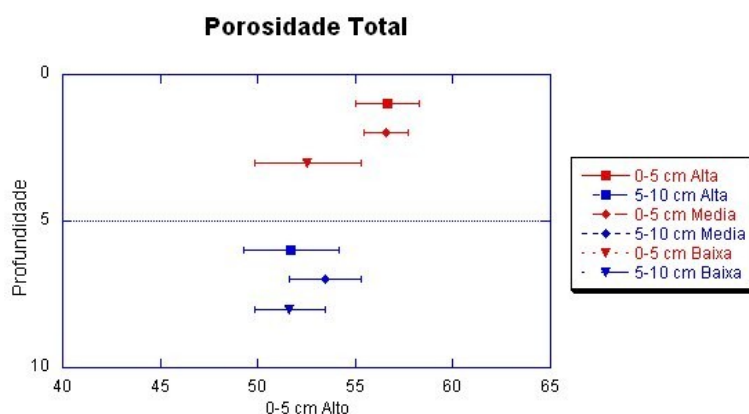


Figura 40: Médias de Porosidade Total por porção da encosta e profundidade.

Como podemos observar na figura 40, as amostras de alta e média encostas apresentam uma diminuição da média de porosidade total e as amostras de baixa encosta apresentaram médias constantes nas duas profundidades. As figuras 41, 42 e 43 mostram os valores de porosidade total nas porções alta, média e baixa encostas.

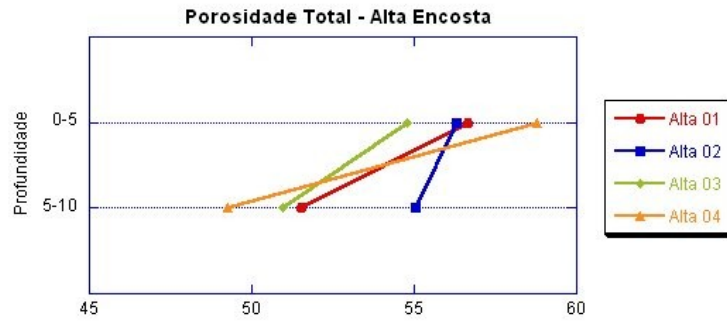


Figura 41: Variação da Porosidade Total por profundidade, na alta encosta.

Na figura 42, observamos que as amostras de alta encosta apresentam diminuição na porosidade total com a profundidade.

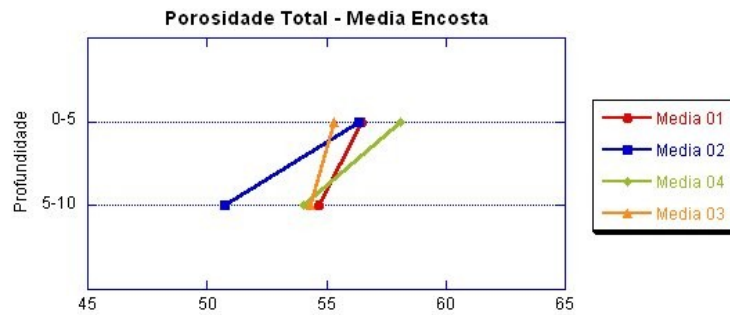


Figura 42: Variação da Porosidade Total por profundidade, na média encosta.

Assim como na alta encosta, observamos uma diminuição da porosidade total com a profundidade.

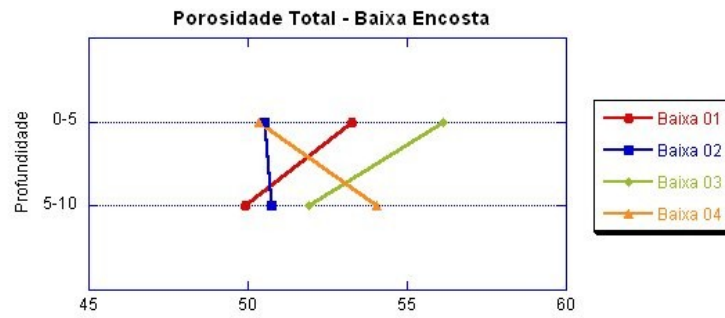


Figura 43: Variação da Porosidade Total por profundidade, na baixa encosta.

Nas amostras de baixa encosta, observamos uma diminuição na porosidade total nas amostras “Baixa 01” e “Baixa 03”, um aumento na amostra “Baixa 04” e a amostra “Baixa 02” permaneceu estável com a profundidade

5.4.2 - MACROPOROSIDADE

A macroporosidade está relacionada aos poros maiores de um solo (diâmetro maior ou igual a 0,05mm). Estes poros só permanecem preenchidos por água em situações de saturação, ficando a maior parte do tempo preenchidos por ar. Uma boa aeração do solo depende dos macroporos e é primordial para o crescimento das plantas. A tabela 13 mostra a média da macroporosidade das amostras, o desvio padrão e coeficiente de variação, por porção do relevo e profundidade.

Tabela 13: Médias de Macroporosidade em alta, média e baixa encostas.

		Macroporosidade			
		Media	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	n
Alta Encosta	0 – 5 cm	17,02	4,75	27,91	4
	5 – 10 cm	16,16	2,56	15,83	4
Média Encosta	0 – 5 cm	22,12	3,86	17,44	4
	5 – 10 cm	13,61	4,72	34,69	4
Baixa Encosta	0 – 5 cm	21,43	5,98	27,89	4
	5 – 10 cm	16,22	2,07	12,77	4

A figura 44 mostra as médias de macroporosidade por profundidade.

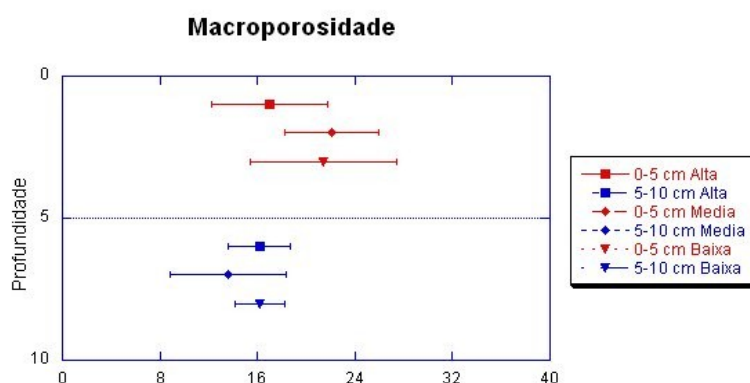


Figura 44: Médias de Macroporosidade por porção da encosta e profundidade

Quanto à macroporosidade, observa-se que a média das amostras da alta e baixa encosta permanecem estáveis em profundidade e as amostras de média apresentaram diminuição. As figuras 45, 46 e 47 mostram os valores de macroporosidade nas porções alta, média e baixa encostas.

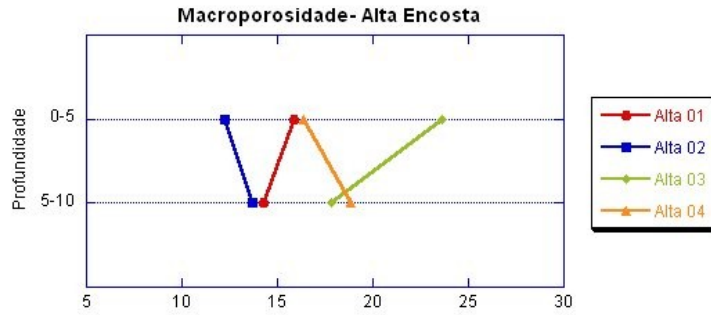


Figura 45: Variação da Macroporosidade por profundidade, na alta encosta.

A figura 45 mostra que as amostras da alta encosta apresentaram heterogeneidade no comportamento de sua macroporosidade em relação à profundidade.

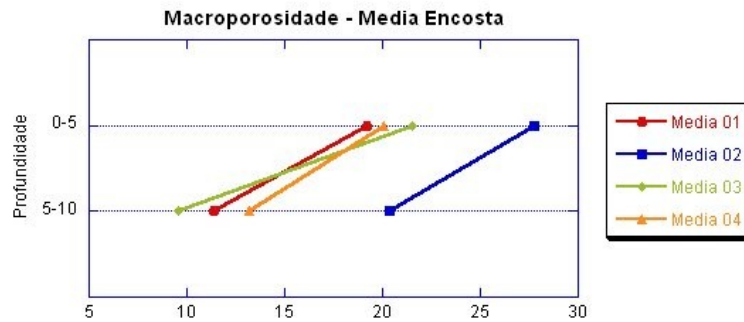


Figura 46: Variação da Macroporosidade por profundidade, na média encosta.

As amostras da média encosta mostraram uma tendência de diminuição na macroporosidade com a profundidade, como podemos observar na figura 46.

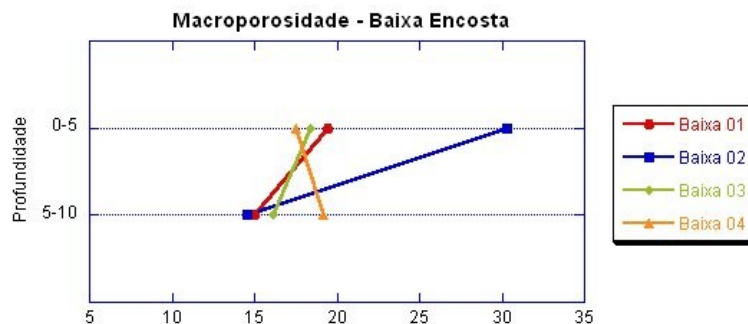


Figura 47: Variação da Macroporosidade por profundidade, na baixa encosta.

A figura 47 mostra a tendência de diminuição na macroporosidade com a profundidade nas amostras de média encosta.

5.4.3 - MICROPOROSIDADE

Os Microporos são menores do que 0,05mm, onde a água fica retida principalmente por capilaridade. Ao contrário da água dos macroporos, a água retida nos poros menores não é facilmente retirada por gravidade e devido ao seu tamanho diminuto, estes poros não favorecem a movimentação de ar. Quando presentes nas camadas superiores do solo, tendem a dificultar a infiltração. A tabela 14 mostra a média da microporosidade das amostras, o desvio padrão e coeficiente de variação, por porção do relevo e profundidade.

Tabela 14: Média de Microporosidade em alta, média e baixa encostas.

		Microporosidade			
		Media	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	n
Alta Encosta	0 – 5 cm	39,61	5,77	14,58	4
	5 – 10 cm	35,54	4,8	13,51	4
Média Encosta	0 – 5 cm	34,44	4,28	12,43	4
	5 – 10 cm	39,85	6,49	16,28	4
Baixa Encosta	0 – 5 cm	31,13	7,58	24,35	4
	5 – 10 cm	35,43	0,64	1,81	4

A figura 48 mostra as médias de microporosidade por profundidade e porção do relevo.

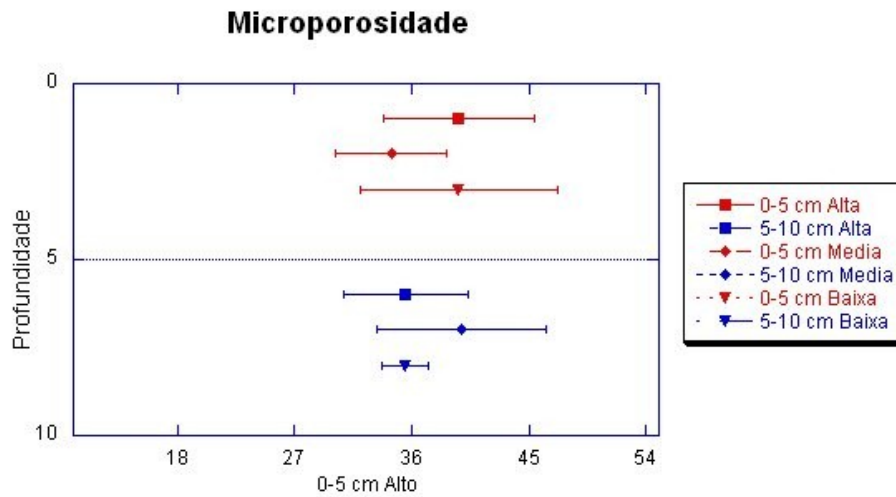


Figura 48: Médias de Microporosidade por porção da encosta e profundidade

As médias de microporosidades, da alta, da média e da baixa encostas não apresentaram variação com a profundidade. Nas figuras 49, 50 e 51 estão os valores de microporosidade nas porções alta, média e baixa encostas.

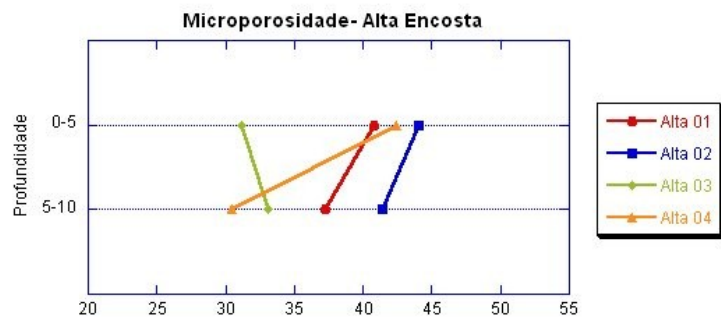


Figura 49: Variação da Microporosidade por profundidade, na alta encosta.

Na figura 49, observamos que o ponto “alta 04” apresenta diminuição da microporosidade com a profundidade. O ponto “Alta 03” mostra um leve aumento e os outros pontos apresentam uma pequena diminuição.

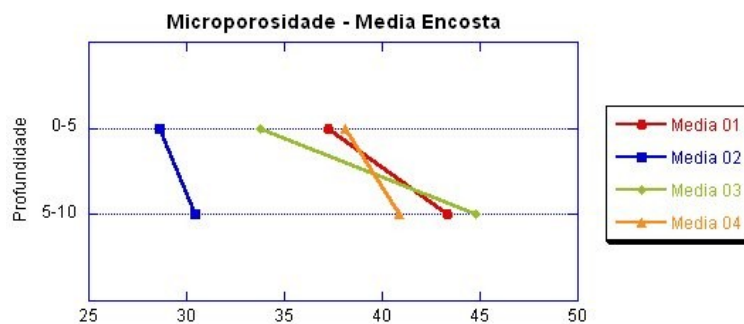


Figura 50: Variação da Microporosidade por profundidade, na média encosta.

Nas amostras de microporosidade de média encosta, observamos um aumento da microporosidade com a profundidade.(Figura 50)

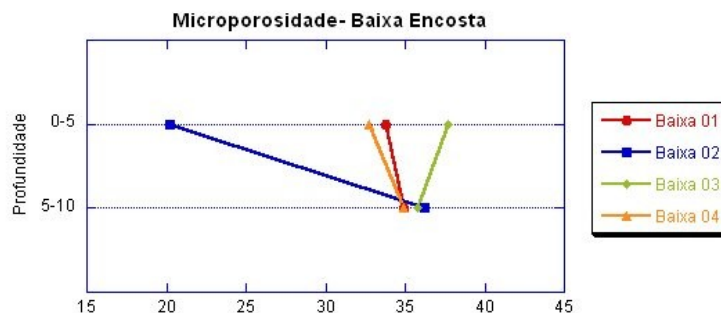


Figura 51: Variação da Microporosidade por profundidade, na baixa encosta.

Na figura 51, podemos observar o comportamento da microporosidade nas amostras da baixa encosta, em que as amostras apresentaram pouca variação, exceto a amostra “baixa 02”, que apresentou um aumento na microporosidade. Um fato interessante é a proximidade dos valores de microporosidade da camada sub-superficial.

5.5 - DENSIDADE APARENTE

A densidade aparente é uma propriedade bastante susceptível a alterações decorrentes do manejo. A tabela 15 mostra a média da densidade aparente das amostras, o desvio padrão e coeficiente de variação, por porção do relevo e profundidade.

Tabela 15: Média de Densidade Aparente em alta, média e baixa encostas.

Densidade Aparente					
		Media	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	n
Alta Encosta	0 – 5 cm	1,93	0,07	3,54	4
	5 – 10 cm	1,89	0,11	5,59	4
Média Encosta	0 – 5 cm	1,8	0,03	1,56	4
	5 – 10 cm	1,97	0,11	5,44	4
Baixa Encosta	0 – 5 cm	1,82	0,18	10,1	4
	5 – 10 cm	1,85	0,08	4,33	4

A figura 52 mostra as médias de densidade aparente por profundidade e porção do relevo.

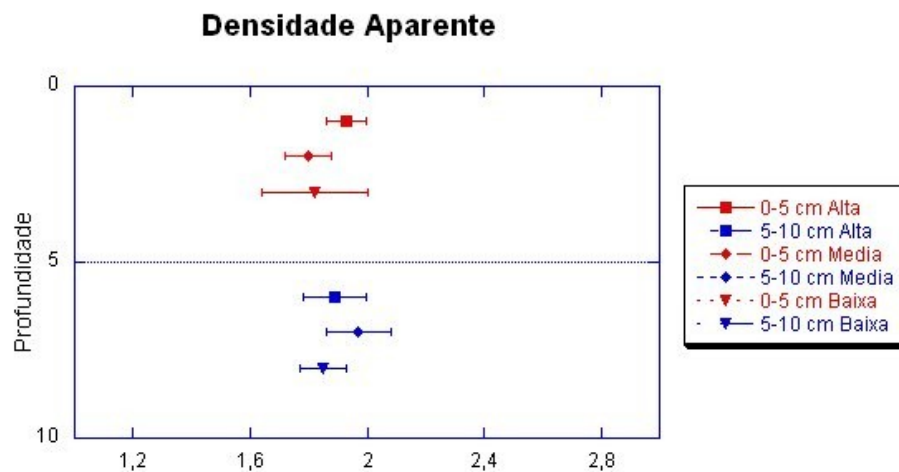


Figura 52: Médias de Densidade Aparente por porção da encosta e profundidade

Observamos na figura 53 que as médias das densidades aparentes tiveram pouca ou nenhuma variação em profundidade nas amostras de alta e baixa encosta, e as amostras de média encosta mostraram um aumento significativo.

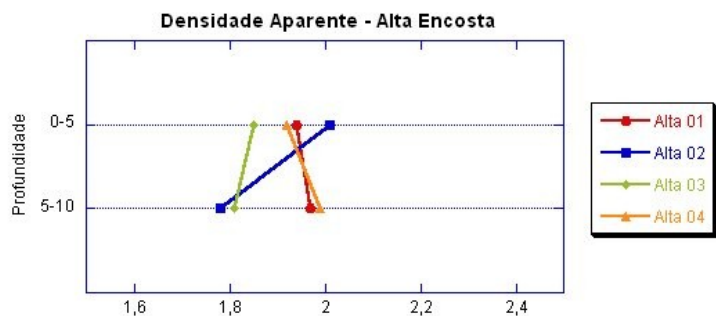


Figura 53: Variação da Densidade aparente por profundidade, na alta encosta.

Na figura 53, observamos que a densidade aparente das amostras teve pouca variação na porção alta do relevo, apenas o ponto “alta 02” apresentando uma diminuição considerável da densidade aparente na profundidade de 0-5cm.

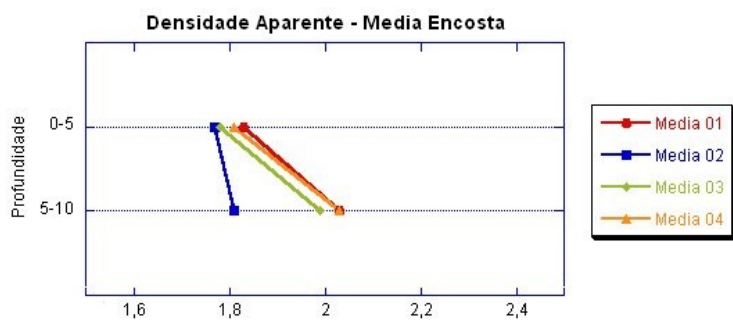


Figura 54: Variação da Densidade aparente por profundidade, na alta encosta.

As amostras da média encosta apresentaram diminuição na densidade aparente, conforme observamos na figura 54.

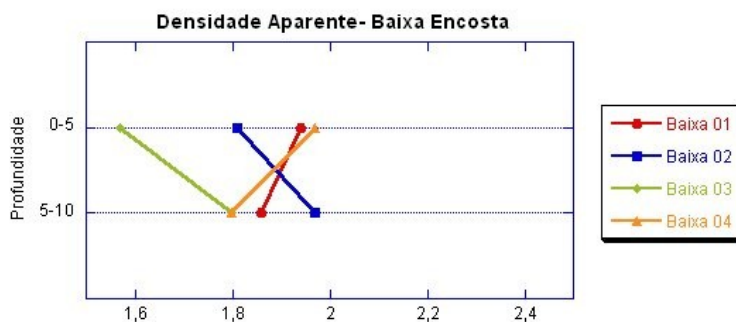


Figura 55: Variação da Densidade aparente por profundidade, na alta encosta.

A figura 55 mostra que as amostras da baixa encosta apresentam heterogeneidade no comportamento da densidade aparente nas diferentes profundidades.

5.6 - MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica de um solo afeta diretamente várias de suas propriedades, como a agregabilidade afetando consequentemente a porosidade. É também responsável por grande parte das reações químicas que ocorrem no solo. Pode-se observar na tabela 16 os percentuais e médias do Teor de Matéria Orgânica do solo nos pontos coletados.

A tabela 16 mostra as médias e o desvio padrão dos teores de matéria orgânica, nas porções alta, média e baixa.

Tabela 16: Médias dos teores de matéria orgânica, em g/kg

Teor de Matéria Orgânica					
Alta Encosta		Média Encosta		Baixa Encosta	
Media 20,82		Media 18,46		Media 19,77	
0 – 5	DP 3,73	0 – 5	DP 2,88	0 – 5	DP 1,73
n 6		n 6		n 6	
Media 19,19		Media 22,70		Media 19,88	
5 – 10	DP 4,16	5 – 10	DP 1,62	5 – 10	DP 3,34
n 6		n 6		n 6	

A figura 56 mostra as médias dos teores de matéria orgânica e sua variação com a profundidade.

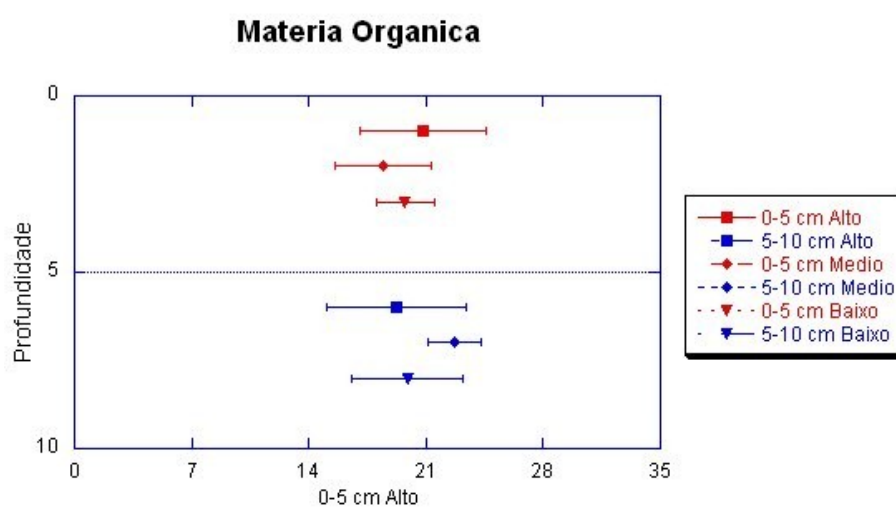


Figura 56: Médias de Matéria Orgânica por porção da encosta e profundidade.

Na figura 56, podemos observar que apenas as amostras de média encosta tiveram variação significativa. As figuras 57, 58 e 59 mostram os teores de matéria orgânica nas porções alta, média e baixa encostas.

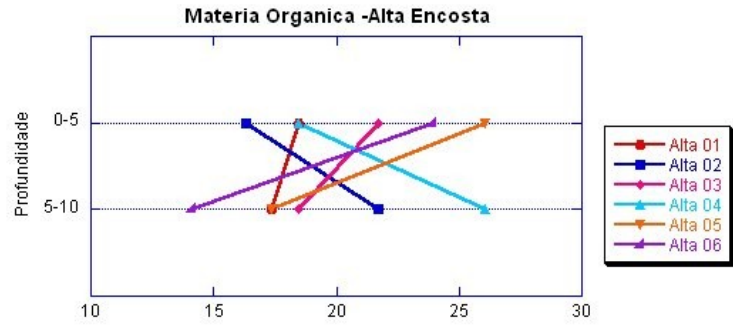


Figura 57: Variação da Matéria Orgânica por profundidade, na alta encosta.

A figura 57 mostra os teores de matéria orgânica na alta encosta. Observamos uma heterogeneidade no comportamento da Matéria Orgânica entre as profundidades.

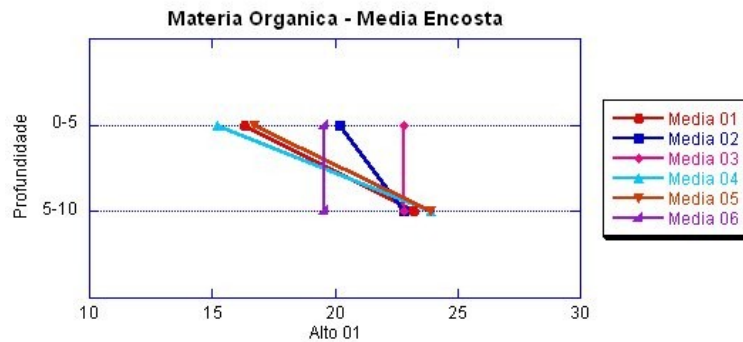


Figura 58: Variação da Matéria Orgânica por profundidade, na média encosta.

Na média encosta, observa-se uma forte tendência de diminuição no teor de matéria orgânica com a profundidade, com exceção das amostras “media 03” e “media 06”.

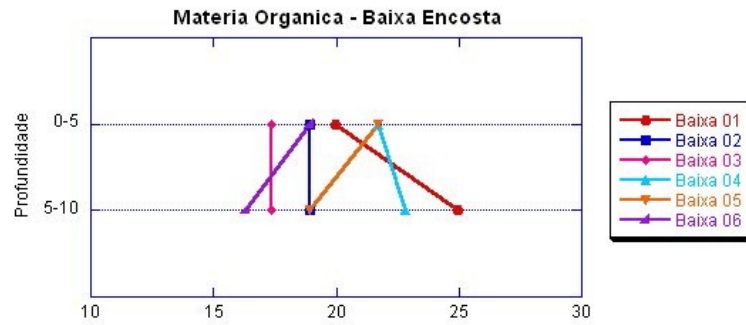


Figura 59: Variação da Matéria Orgânica por profundidade, na baixa encosta.

Na baixa encosta, observa-se uma heterogeneidade no comportamento das amostras por profundidade.

5.7 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O pH das amostras da primeira fase de coleta foi de 5. Já na segunda, o pH variou entre 4 e 5. De qualquer forma, todas as análises evidenciaram solos ácidos.

5.8 - QUESTIONÁRIOS

Foram realizadas 37 entrevistas com agricultores da região, visando principalmente à relação destes com os agrotóxicos. A partir das entrevistas, podemos observar que a grande maioria dos agricultores é do sexo masculino (97,3%), contra 2,7% do sexo feminino. A idade média encontrada foi de 35,62 anos, sendo que o agricultor mais novo encontrado tinha 16 anos, e o mais idoso, 66 anos. A escolaridade dos agricultores variou entre um e sete anos de estudo, tendo uma média de 3,36 anos de estudo. A renda familiar média encontrada foi de R\$ 800,00 reais por mês. A idade em que os agricultores começaram a trabalhar na agricultura variou entre 6 e 19 anos, com uma média de idade de 10,22 anos. Os agricultores trabalham, em média, 9,05 horas por dia.

Quando perguntados se alguém na família trabalhava com agrotóxicos, 16,22% responderam que não, e 83,78% responderam que sim (figura 60). Entre os que responderam sim, a média de pessoas da família que trabalhavam com agrotóxicos foi de 1,16 pessoa.

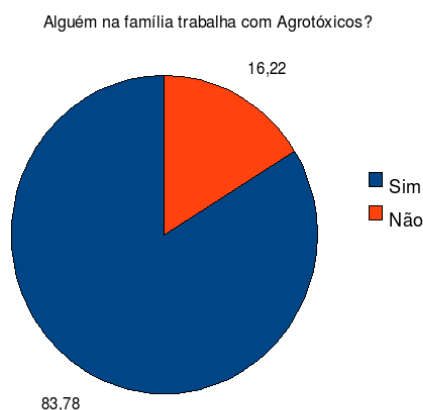


Figura 60: Pessoas da família que trabalham com agrotóxicos.

Quando questionados se eles próprios aplicavam agrotóxicos, 10,81% dos entrevistados responderam que não, e 89,19% responderam que sim (figura 61). Isso mostra que na pergunta anterior, alguns não se incluíram em pessoas da família que trabalham com agrotóxicos.

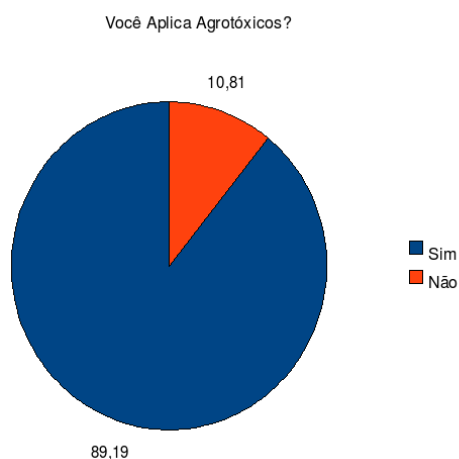


Figura 61: Relação dos agricultores com os agrotóxicos.

Segundo os agricultores entrevistados, a cultura mais praticada por eles nos últimos dois meses foi a de pimentão (51,35%), seguida pela de tomate, com 35,14%. Um percentual de 5,41 planta ambas as culturas, e 8,11% declarou plantar outros produtos (figura 62). Apesar de Paty do Aferes ser considerada a terra do tomate, estas culturas, por serem temporárias estão fortemente ligadas ao mercado, que influencia na escolha do agricultor sobre o que vai plantar na próxima estação. Por isso, existe uma variação sazonal nas culturas praticadas. Apesar disto, as culturas de tomate e pimentão são as mais fortes na região.

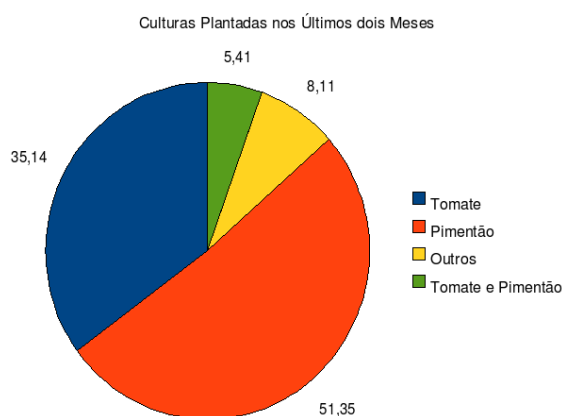


Figura 62: Culturas plantadas nos últimos dois meses

As culturas de tomate e pimentão são bastante susceptíveis a pragas e, por isso, utilizam uma grande quantidade de agrotóxicos. Quando questionados se utilizavam algum tipo de técnica com a finalidade de diminuir o uso de agrotóxicos, 67,57% responderam que não e 27,03% responderam que sim. (figura 63) Entre os que responderam sim, 10%

relataram o uso de sabão em pó, 10% relataram utilizar armadilhas de lâmpadas para insetos, 20% plantavam milho em volta da plantação de tomate, para proteger de pragas e 60% relataram o uso do Manejo Integrado de Pragas. Esta técnica consiste em uma observação da lavoura, por amostragem, e a aplicação de agrotóxicos apenas se um determinado percentual estiver atingido.

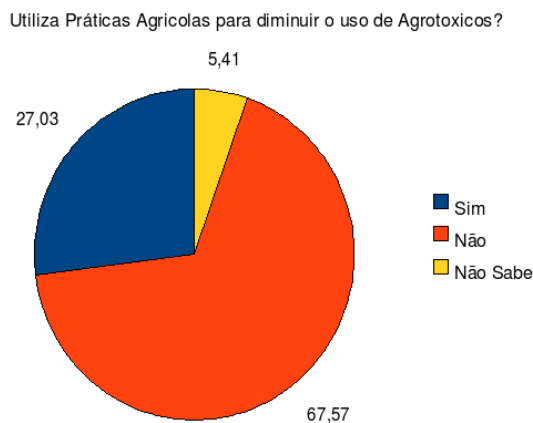


Figura 63: Utilização de práticas agrícolas para diminuir o uso de agrotóxicos.

Outra questão importante é a do armazenamento de agrotóxicos. Dos agricultores entrevistados, 43,24% utilizavam um local só para agrotóxicos, 5,41% declararam utilizar um local com outros materiais, 8,11% guardavam na própria lavoura e 40,54% utilizavam outros locais (figura 64). Foi observado em campo que nas lavouras maiores, os agricultores não estocavam agrotóxicos, comprando apenas a quantidade que iriam utilizar.

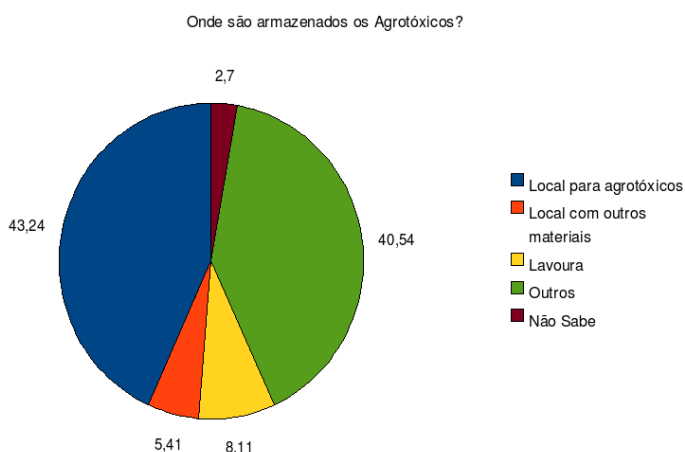


Figura 64: Locais onde são armazenados os agrotóxicos

O descarte das embalagens é considerado também um fator importante quando se avaliam as contaminações ambientais por agrotóxicos. Na figura 65, observamos que 51,

35% leva as embalagens para o local de descarte de embalagens. 8,11% declararam que as embalagens vão parar em corpos d'água, 10,81% dos entrevistados queimam as embalagens, 2,7% não sabe ou não respondeu e 27,03% declararam dar outro destino às embalagens. Destes, a maioria afirmou que as levava de volta à loja onde comprava os agrotóxicos.

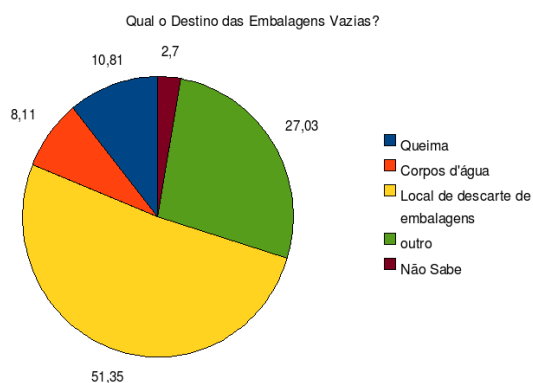


Figura 65: Destino das embalagens vazias de agrotóxicos

Quando questionados se utilizavam as embalagens vazias para algum outro fim, 97,3% declarou que não, 2,7% não respondeu ou não sabia. (figura 66)

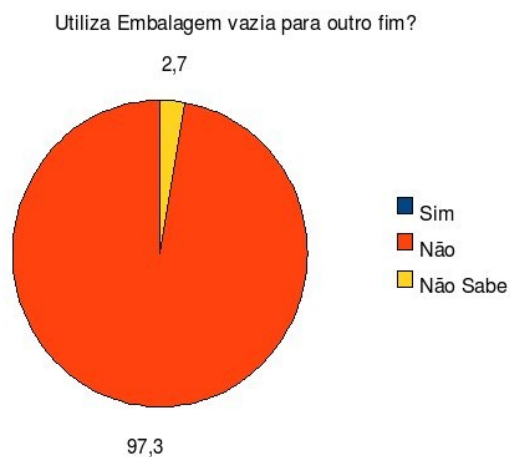


Figura 66: Utilização de embalagens para outros fins.

Outra questão importante é a lavagem do equipamento utilizado para preparar e aplicar os agrotóxicos. Dos entrevistados, 45,95% declararam lavar na própria lavoura. 2,7% no tanque de uso doméstico, 32,43% não lava o equipamento, 8,11% no tanque para

equipamentos, 8,11% declarou utilizar outros locais e 2,7% não sabe ou não respondeu (figura 67).

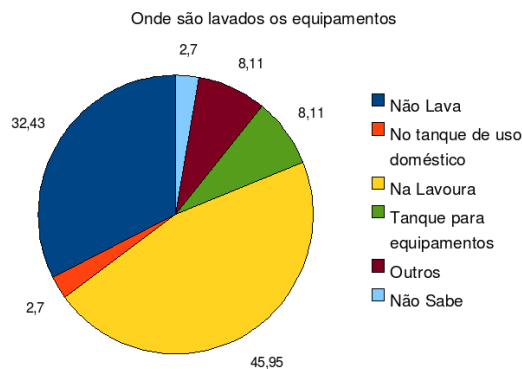


Figura 67: Locais de lavagem de equipamentos

Entre os agricultores que declararam que lavam o equipamento, 53,57% afirma que a água da lavagem permanece no solo, 3,57% afirma que a água vai para a rede de esgoto, 10,71% declara que esta água vai para outros locais e 3,57% não sabe ou não respondeu.

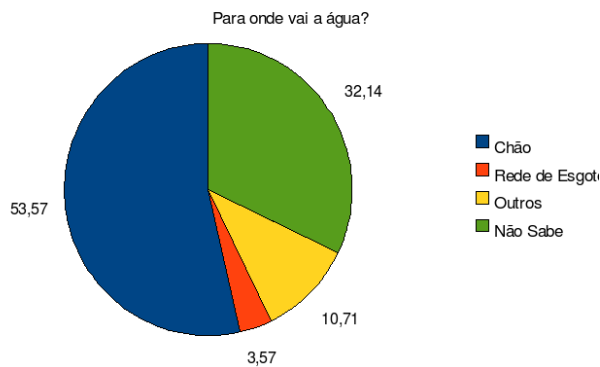


Figura 68: Destino da água de lavagem de equipamentos.

Dos agricultores entrevistados, 83,78% declararam utilizar o EPI completo, e 16,22% declararam não utilizar nenhum tipo de proteção (figura 69).



Figura 69: Uso de proteção ao aplicar agrotóxicos.

As roupas utilizadas no manuseio de agrotóxicos podem ser uma fonte de contaminação ambiental e de exposição para agricultores e familiares. Dos agricultores entrevistados, 83,78% declararam que as roupas são lavadas separadamente das outras roupas da casa, 2,7% lavam junto com as outras roupas, 5,41% declararam outras formas de lavagem e 8,11% não sabe ou não respondeu (figura 70).

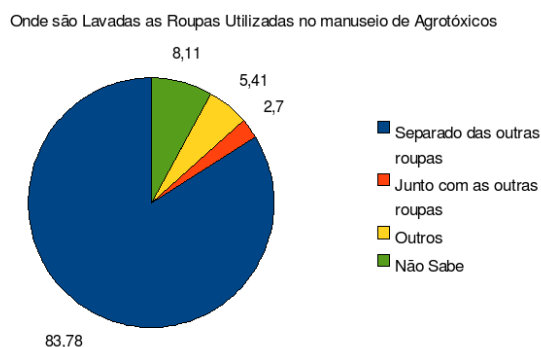


Figura 70: Locais de lavagem das roupas utilizadas para preparar agrotóxicos.

Quando questionados sobre quem faz a lavagem destas roupas, 27,03% declararam que o próprio faz a lavagem, 43,24% afirmaram que é a mãe quem faz a lavagem, 18,92% declararam ser a esposa quem lava e 10,81% declarou que outras pessoas lavam suas roupas (figura 71). Estas informações são importantes, já que mesmo não trabalhando diretamente na lavoura, muitas mulheres estão constantemente em contato com os agrotóxicos.

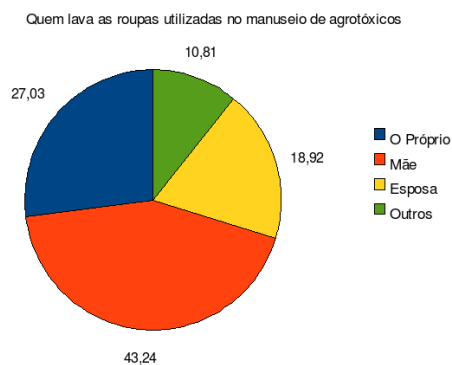


Figura 71: Quem faz a lavagem das roupas utilizadas no manuseio dos agrotóxicos.

Quando questionados se já haviam passado mal após aplicar agrotóxicos, 10,81% declararam que sim, e 89,19% afirmaram que não (figura 72). Apesar disto, quando questionados especificamente sobre alguns sintomas, o percentual de agricultores que alegaram ter algum sintoma aumenta consideravelmente, como vemos na figura 73.

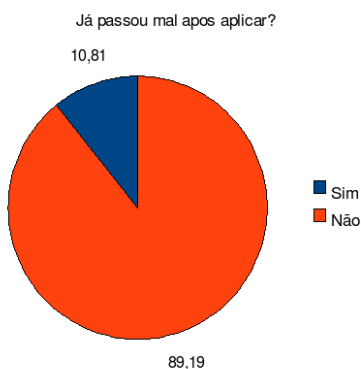


Figura 72: Entrevistados que passaram mal depois de aplicar

Alguns sintomas, como dores de cabeça, vertigens e irritação na pele, são típicos de intoxicação por agrotóxicos. Quando questionados se já sentiram alguma vez algum destes sintomas, 67,57% declararam nunca ter sentido nenhum dos sintomas. 10,81% declararam já ter sentido dois ou mais sintomas, 8,11% já sentiram dores de cabeça, 5,41% já sentiram vertigens, 5,41% já sentiram irritações na pele e 2,7% declararam ter sentido outros sintomas, como garganta seca (figura 73).

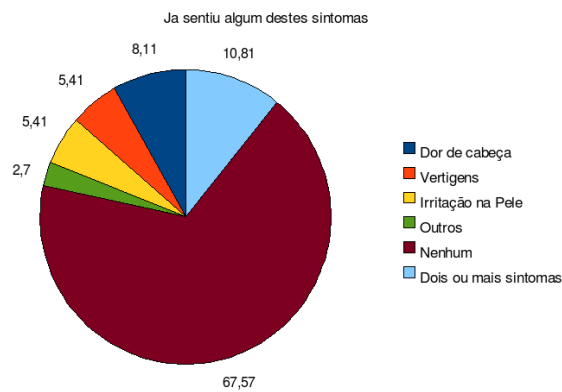


Figura 73: Sintomas de intoxicação sentidos pelos agricultores.

Com relação à informação sobre casos de intoxicação na propriedade onde eles trabalham, 16,22% afirmaram que sim, 81,08% afirmaram que não e 2,7% afirmaram que não sabem (figura 74)

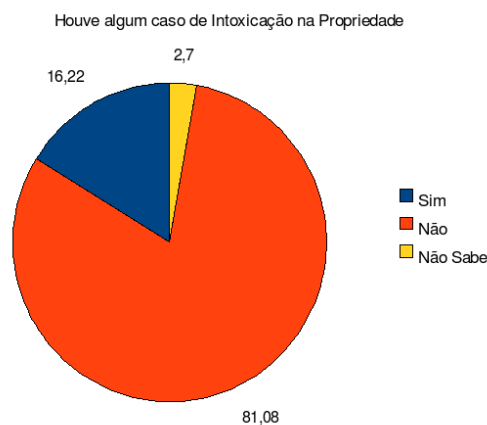


Figura 74: Casos de intoxicação na propriedade em que trabalham.

Uma questão importante para a possível intoxicação dos agricultores é a crença de que agrotóxicos fazem mal à saúde, já que se eles acreditam que estes produtos podem fazer mal a eles, tendem a se proteger melhor. Dos agricultores entrevistados, 5,41% acreditam que agrotóxicos não fazem mal à sua saúde, e 94,59% acreditam que estes produtos podem sim fazer mal à sua saúde (figura 74).

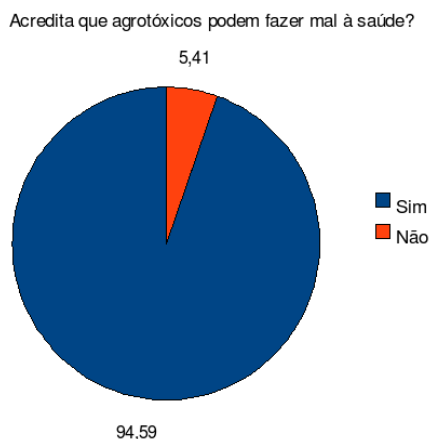


Figura 75: Se os agricultores acreditam que agrotóxicos podem fazer mal à sua saúde.

Apesar de a maioria acreditar que os agrotóxicos podem fazer mal à sua saúde, quando questionados se têm medo de aplicar agrotóxicos, 70,27% afirmam que não têm medo, 27,03% afirmam ter medo e 2,7% não sabem ou não responderam.

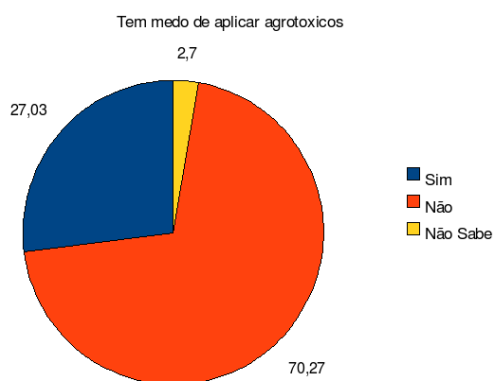


Figura 76: Se os agricultores têm medo de aplicar agrotóxicos.

Os agricultores foram questionados sobre quais produtos utilizavam em suas lavouras. A tabela 17 mostra os produtos, separados por classe.

Tabela 17: Produtos Utilizados na Região por classe. Adaptado de SIA, 2008⁴⁶

CLASSE	PRODUTO	PRINCÍPIO ATIVO	GRUPO QUÍMICO
Fungicida	Azul	Cúprico	Inorgânicos
Fungicida	Fegatex	Cloreto de benzalcônio	Amônio quaternário
Fungicida	Ridomil	Metalatil + mankozeb)	Alquilenobis(ditiocarbamato) + acilalaninato
Fungicida	Cercobin	Metil Tiofanato	Berzamidazol (precursor de)
Fungicida	Ortocide	Captan	Dicarboximida
Fungicida	Manzate	Mancozebe	Alquilenobis(ditiocarbamato)
Fungicida	Bravonil	Clorotalonil	Isoftalonitrila
Fungicida	Score	Difenoconazol	Triazol
Fungicida	Amistar	Azoxistrobina	Estrobilurina.
Fungicida	Curzate	Ditiocarbamato	Ditiocarbamato
Fungicida	Cobre	Cúprico	Inorgânicos
Fungicida	Daconil	Isoftalonitrila	Isoftalonitrila.
Fungicida	Cercobin	Tiofanato metílico	Benzimidazol
Fungicida	Cuprogarb	Cuprico	Inorgânicos
Fungicida	Rubigan	Fenarimol	Pirimidinil carbinol
Fungicida – Acaricida	Tiovite	Enxofre	Inorgânicos
Fungicida – Acaricida	Pirate	Alorfenapir	Análogo de pirazol
Fungicida – Acaricida	Tamaron	Metamidofós	Organofosforado.
Fungicida – Acaricida	Dithane	Paraquat,	Bipiridílios.
Fungicida – Acaricida	Orthene	Acefato	Organofosforado
Fungicida – Acaricida	Kumulo	Enxofre	Inorgânicos
Fungicida – Acaricida	Vertimec	Abamectina	Avermectinas.
Fungicida – Acaricida	Deltafos	Deltametrina + triazofós	Piretróide + organofosforado
Fungicida – Acaricida	Dicarzol	Cloridrato de formetanato	Metilcarbamato de fenila
Fungicida – Acaricida	Microzol	Enxofre	Inorgânicos
Fungicida – Acaricida	Grimectin	Abamectin	Avermectinas.
Fungicida – Acaricida	Politrin	Cipermetrina + profenofós	Piretróide + organofosforado
Fungicida – Acaricida	Polo	Diafenilturon	Tiouréias.
Fungicida – Inseticida	Tiodam	Endossulfan	Clorociclodieno
Fungicida – Inseticida	Tiobel	Cloridrato de cartape	Bis(tiocarbamato
Fungicida – Inseticida	Cartap	Cartap	Bis(tiocarbamato
Inseticida	Folidol	Metil Paraoxon	Organofosforado
Inseticida	Piredam	Piredam	Piretróide
Inseticida	Fastac	Alfa-cipermetrina	Piretróide
Inseticida	Lorsban	Clorpirifós,	Organofosforado
Inseticida	Confidor	Imidadoprido	Neonicotinóide
Inseticida	Astro	Clorpirifos	Organofosforado
Inseticida	Elsan	Metilfosforoditioato	Organofosforado)
Inseticida	Sumithion	Fenitrothion	Organofosforado
Inseticida	Lanate	Metomil	Metilcarbamato de oxima
Inseticida	Actara	Tiametoxan	Neonicotinóides
Inseticida	Decis	Deltametrina	Piretróide
Inseticida	Trigard	Ciromazina	Triazinamina
Inseticida	karate	Labdacyhalothrin	Piretróide
Inseticida – Nematicida	Furadam	Carbofurano	Metilcarbamato de benzofuranila
Inseticida Biológico	Tracer	Espinosade	Espinosinas
Herbicida	Gramoxone	Paraquat,	Bipiridílio
Herbicida	Roundup	Glifosato	Glicina substituída.
Herbicida	Paraquat	Paraquat,	Bipiridílios.
Bactericida, Fungicida	Recop	Oxicloreto de cobre	Inorgânicos
Bactericida, Fungicida	Kocide	Hidróxido de cobre	Inorgânicos
Cupinicida - Inseticida	Confidor	Imidacloprido.	Neonicotinóide
Espalhante adesivo	Agral	Etilenoxi etanol	Alquil Fenóis Etoilado

5.9 - AGROTÓXICOS X SOLOS

Observamos que os agrotóxicos mais utilizados são os fungicidas tendo sido citados 15 vezes, seguidos pelos fungicidas e acaricidas, que foram citados 13 vezes, e dos inseticidas, que foram citados 13 vezes. Uma característica do plantio de tomates e pimentões na região, observada nestes resultados, é o pouquíssimo uso de herbicidas que, quando ocorre é antes e nunca durante o plantio, por se tratarem de espécies sensíveis que não podem ter contato com herbicidas.

Quando separados por princípio ativo, podemos observar na tabela 18, que os mais citados foram Abamectina, que apareceu em 17 entrevistas, Paraquat, com 13 citações, seguidos de Mancozeb, com 10 e Metamidofós com 9.

Tabela 18: Princípios ativos e frequência dos agrotóxicos citados nas entrevistas.

PRINCÍPIO ATIVO	FREQUÊNCIA	PRINCÍPIO ATIVO	FREQUÊNCIA	PRINCÍPIO ATIVO	FREQUÊNCIA
Abamectina	17	Fenitrothion	4	Piredam	2
Paraquat,	13	Clorfenapir	4	Ditiocarbamato	2
Mancozebe	10	Alfa-cipermetrina	4	Metil Parathion	2
Metamidofós	9	Acefato	4	Glifosato	2
Clorpirifós,	7	Fenarimol	3	Endossulfan	1
Enxofre	6	Imidacloprido.	3	Tiametoxan	1
Captan	6	Metilfosforoditioato	3	Diafenilturon	1
Cúprico	6	Lambdacyhalothrin	3	Clorothalonil	1
Deltametrina	5	Sulfametoxazol+trimetropina	3	Etilenoxi etanol	1
Metalatil + mancozeb	5	Azoxistrobina	3	Carbofurano	1
Tiofanato metílico	4	Grichem	2	Cartap	1
				Isoftalonitrila	1

No gráfico de frequência de substâncias relatadas por grupo químico, observamos que os organofosforados são os mais utilizados (sendo citados 26 vezes), seguidos pelas avermectinas (15 citações), piretróides (citados 14 vezes), bipiridílios (13 citações) e dos inorgânicos (citados 12 vezes).

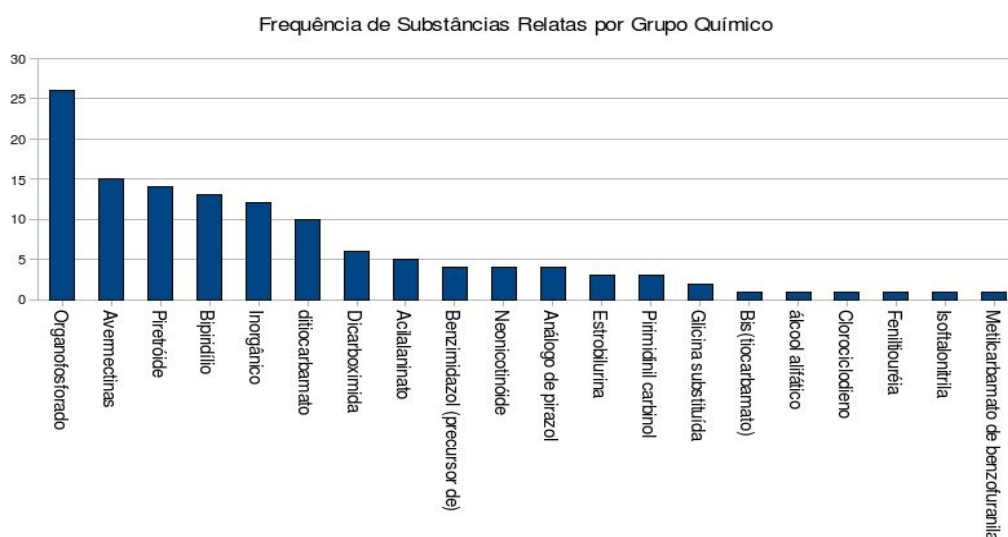


Figura 77: Frequência de substâncias relatadas por grupo químico.

Na tabela 19, observamos que as substâncias variam de “insolúveis em água”, como metalatil, “praticamente insolúvel em água”, como as avermectinas, passando por “dispersível em água”, como as dicarboximidas, “solúvel em água”, como os piretróides, as glicinas substituídas e os bis (tiocarbamatos), até “completamente solúvel em água”, como os neonicotinóides.

Tabela 19: Substâncias relatadas, seus grupos químicos, solubilidade e classe toxicológica.

GRUPO QUÍMICO	NOME COMERCIAL	SOLUBILIDADE	CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA
Organofosforado	Folidol, sumithion, Lorsban, Orthene, Astro, Tamaron, Elsan	Pouco solúveis ou insolúveis em água, sendo solúveis na maioria dos solventes orgânicos.	I – III
Avermectinas	Abamectina	Praticamente insolúvel em água, solúvel em metanol, isopropanol, acetona e tolueno	I
Piretróide	Piredam, Decis, karate, Fastac	Solúvel em água e óleo	II – III
Bipiridílio	Gramaxone, dithan, paraquat	Altamente solúvel na água, pouco solúvel em metanol e insolúvel em solventes orgânicos não polares	I
ditiocarbamato	Curzate	Muito pouco solúvel em água e insolúvel na maioria dos solventes orgânicos, sendo solúvel em clorofórmio e piridina.	III
Dicarboximida	Ortocide	Dispersível em água.	III – IV
metalatil	Ridomil	Insolúvel em água	III
Benzimidazol (precursor de)	Cercobin	Pouco Solúvel em água	IV
Neonicotinóide	Confidor	Completamente solúvel	III
Glicina substituída	Glifosato	Solúvel em água	IV
Clortalonil	Bravonil, daconil	Pouco Solúvel em água	II
Bis(tiocarbamato)	Cartap	Solúvel em água	III

A solubilidade das substâncias em água, associada às propriedades do solo, é importante para a relação das substâncias com o solo, já que quando as substâncias são solúveis em água, espera-se que tenham mais afinidade com a solução do solo, e tenham uma

tendência a acompanhar o movimento da água no solo. Por outro lado, para substâncias pouco solúveis em água, esperamos que tenham afinidade com as frações minerais e orgânicas do solo.

Para Prata (2002)¹⁸, a solubilidade em água é um dos mais importantes parâmetros que afetam o destino dos agrotóxicos no solo, já que substâncias altamente solúveis, com algumas exceções como o glifosato, tendem a apresentar baixos coeficientes de sorção em solos e sedimentos, em função da baixa afinidade aos colóides do solo, principalmente os colóides orgânicos. Já as substâncias menos solúveis em água, podem permanecer no solo como resíduo-ligado, sendo que a matéria orgânica é a principal responsável pela formação desses resíduos.

Cassamassimo (2005)¹⁹ afirma que algumas propriedades do solo, tais como, argila, pH, matéria orgânica, retenção de água e aeração atuam como fatores ambientais do processo de decomposição dos agrotóxicos. Em seu estudo com glifosato, encontra que a lixiviação do glifosato no solo sob serapilheira foi 36% menor do que no solo sem serapilheira¹⁹.

Já Marchese (2007)²⁴ afirma que para sofrer lixiviação, o agrotóxico tem que estar na solução do solo ou adsorvido às partículas de baixo peso molecular, tais como, argilas e os ácidos fúlvicos e húmicos. Neste sentido, o potencial de lixiviação é maximizado quando agrotóxicos de alta solubilidade são aplicados em solos arenosos, com baixo conteúdo de matéria orgânica. Em seu estudo com Ametrina em solos tratados com lodo de esgoto, a autora encontrou um potencial de sorção muito maior da ametrina em solos argilosos e com maior teor de matéria orgânica, enquanto que solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica apresentaram moderado potencial de sorção.

Prata (2002)¹⁸, em seu estudo com glifosato, encontrou, em seus resultados, que o glifosato foi extremamente sorvido aos solos, independentemente da presença da matéria orgânica. Nestes solos, a sorção do glifosato foi relacionada principalmente à fração mineral, sendo que a fração orgânica desempenhou papel secundário. Não houve dessorção do glifosato, permanecendo a maior parte na forma de resíduo- ligado.

Os solos coletados na região mostraram-se bastante argilosos, com médio a baixo teores de matéria orgânica e pH variando entre 4 e 5. Além disto, apresentaram baixa macroporosidade. Por isso, espera-se que dificultem a infiltração das substâncias que venham a entrar em contato com ele. Estas condições, associadas ao relevo acidentado propiciam condições ideais para o escoamento superficial.

Estas condições são de grande importância para o estudo das águas superficiais, já que grande parte das propriedades da região situa-se próxima a rios, açudes ou outros corpos

hídricos, o que pode se tornar um risco de contaminação, principalmente para substâncias solúveis em água, como os piretróides, neonicotinóides e glicina substituída. Mesmo em caso de substâncias que tendem a ficar retidas nas partículas do solo, não se pode desprezar a questão da perda de solo por erosão, que pode carrear as substâncias adsorvidas junto às partículas, diretamente para os corpos hídricos.

Tabela 20: Volume de precipitação (mm/24h) nos dez dias anteriores a cada coleta

	03/10/07	07/11/07	30/11/07	18/12/07	23/01/08
1 dia antes	0	4	0	0	7,5
2 dias antes	0	19,8	0	0	12,5
3 dias antes	0	46	39,8	3,7	72,8
4 dias antes	8,8	0	0,4	6,6	0,3
5 dias antes	0	0,5	0	17,4	0
6 dias antes	0	0	0	0	8,4
7 dias antes	0	0	0	0	0
8 dias antes	0	0	0	4,8	0
9 dias antes	0	0	0	0	0
10 dias antes	0	0	0	3	0

A quantidade de água que pode chegar aos corpos hídricos tem relação direta com a pluviosidade. A maioria das amostras foi coletada durante a época da seca, o que acarreta em pouco escoamento superficial, e conseqüentemente, pouca erosão (tabela 17). Por isso, a possibilidade de estes contaminantes chegarem aos corpos hídricos nesta época é diminuída. Já nos meses de chuvas intensas, os agricultores só aplicam agrotóxicos nas lavouras quando não está chovendo. Entretanto, segundo os agrônomos da região, algumas pragas são conhecidas por atacarem exatamente após as chuvas, e por isso, os agricultores aplicam agrotóxicos depois que chove, antes mesmo de surgir alguma doença.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as características da área de estudo, com as propriedades dos solos e sabendo através das entrevistas quais são as substâncias mais utilizadas na região, podemos esperar alguns comportamentos por parte dessas substâncias.

Encontramos na região um relevo bastante acidentado, com solos argilosos, ácidos e com teores medianos de matéria orgânica. Por causa do alto teor de argila, os solos tendem a ter uma alta microporosidade e baixa macroporosidade. Este fato, aliado ao relevo, propicia o escoamento superficial, em detrimento da infiltração. Por isso, espera-se que as substâncias solúveis em água tenham uma grande facilidade de alcançar os corpos hídricos.

Já as substâncias pouco solúveis em água tendem a ter maior afinidade pelas partículas finas e pela matéria orgânica. A questão é que em solos cultivados, principalmente com o tipo de cultivo praticado na região, que não deixa nenhum tipo de cobertura para proteger o solo, a perda de solo por erosão é bastante acentuada, o que pode acarretar no carreamento destas substâncias, mesmo que estejam ligadas às partículas sólidas.

Apesar de sabermos da importância econômica dos agrotóxicos, é necessário que se pense em formas de minimizar o uso de tais substâncias, tanto pela contaminação ambiental, que pode afetar plantas e animais do entorno, quanto pelo risco que representa à saúde humana.

A saúde humana pode ser afetada tanto pelo contato direto com os agrotóxicos, no caso de pessoas que trabalhem diretamente com estas substâncias e pelo consumo de água e alimentos contaminados. O solo pode também ser uma importante fonte de exposição, principalmente no caso das crianças, já que têm contato com o solo durante as brincadeiras, e possuem o hábito de levar mãos e objetos à boca.

Para compreendermos a questão dos agrotóxicos, é necessário um olhar abrangente sobre os múltiplos fatores envolvidos. É importante observar que esta não é apenas uma questão ambiental. É uma questão política, econômica, ambiental e social, e deve ser tratada como tal, ou seja, com uma visão ampla e multidisciplinar.

O conhecimento de um compartimento ambiental como o solo é indispensável para uma avaliação ambiental preliminar que sirva de suporte para futuros estudos de avaliação e gerenciamento de risco e monitoramento ambiental. Compreender a dinâmica da região auxilia no desenho de novos estudos, que possam aprofundar o conhecimento sobre a questão dos agrotóxicos neste local específico, que por causa das suas peculiaridades, pode levar tais substâncias a comportamentos distintos dos encontrados em outros locais.

7 - BIBLIOGRAFIA

1. BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos/** Nyle C. Brady, “The nature and properties of soils”. Trad. Antônio B Neiva Figueiredo. F. 7 ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989, 878p.
2. LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**, Oficina de Textos, São Paulo, SP, 2002
3. AZEVEDO, A. C. DE, DALMOLIN, R. S. de. **Solos e ambiente: uma introdução**. Santa Maria, Ed. Pallotti, 2004. BAIRD, C., Química Ambiental, Barcelona, Editorial Reverté S.A, 2001
4. ANJOS, J. T., UBERTI, A.A.A., VIZZOTTO, V.J., LEITE, G. B. e KRIEGGER, M. **Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas/SP, Volume 18, Número 1, Artigo 19. 139-145, 1994.
5. BERTOL, I. **Erosão Hídrica em Cambissolo húmico distrófico sob diferentes preparos do solo e rotação de culturas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas/SP. V 18, N 2, Art 16. 267-271, 1994
6. KEPLER, D. e ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas/SP, V19, N3, Art.09, p 395-401, 1995
7. CHAVES, L. H. G; CHAVES, I. B., VASCONCELOS, A. C. F; LEÃO, A. B. **Avaliação de potássio, matéria orgânica e fósforo em neossolos dos perímetros irrigados Engenheiro Arcoverde e São Gonçalo, PB**, REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA ISSN 1519-5228, Volume 5- Número 2 - 2o Semestre 2005
8. LUCHESE, E. B. **Fundamentos da química do solo/** Eduardo Bernardi Luchese, Luzia Otilia Bortotti Favero, Ervim Lenzi. – Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2001, 182p.
9. SANTOS, F. A., **Estudo comparativo entre o efeito de duas coberturas vegetais distintas sobre as características e propriedades de um solo, para fins de avaliação das condições de degradação do mesmo: microbacia da Estrangina**, Petrópolis, RJ. UERJ, Departamento de Geografia, 2004
10. FERREIRA, A. S., **Influência dos potenciais matriciais nos processos erosivos de solos com diferentes usos: Estação Experimental Urbana do**

- DGEO/FFP/UERJ. 2004. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
11. BAIRD, C., **Química Ambiental**, Barcelona, Editorial Reverté S.A, 2001
 12. RESENDE, M., CURI, N., REZENDE, S. B., CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base Para a Distinção de Ambientes**. 2. ed. Viçosa, MG: NEPUT – Núcleo de Estudo e Planejamento do Uso da Terra, 1997. 334 p.
 13. KIEHL, E.J. 1979. **Manual de edafologia**; relações solo/planta. Agronômica Ceres. 262p.
 14. SILVA, T. M.; MOURA, J. R. S.; BAYERL, E.; ANDRADE, L. B.; PEIXOTO, M. N. O.; SALGADO, C. M.; Lessa, L. A & Santos, D. A.(1998). **Análise Geomorfológica do Município de Paty do Alferes. Workshop nacional de agricultura sustentável em regiões tropicais de relevo acidentado, Paty do Alferes, RJ**, EMBRAPA-CNPS, CD-ROM.
 15. PERES, F., ROZEMBERG B., ALVES S. R., MOREIRA J. C. e SILVA J. J. O. **Comunicação relacionada ao uso de agrotóxicos em região agrícola do Estado do Rio de Janeiro**. Revista de Saúde Pública 2001;35(6):564-70
 16. TOMITA, R. Y., BEYRUTH, Z., **Toxicologia de Agrotóxicos em Ambiente Aquático**. Biológico, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 135-142, Jul/Dez 2002.
 17. JAVARONI, R. DE C. A., LANDGRAF, M. D. E REZENDE, M. O. O. **Comportamento dos herbicidas atrazina e alaclor aplicados em solo preparado para o cultivo de cana-de-açúcar**. Revista Química Nova, São Carlos – SP, 22(1) (1999).
 18. PRATA, F. **Comportamento do Glifosato no solo e deslocamento miscível de atrazina**. São Paulo, 2002. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo
 19. CASSAMASSIMO, R. E. **Dissipação e mobilidade dos Herbicidas glifosato e oxifluirfen em um solo manejado no sistema de cultivo mínimo e florestado com Eucaliptus Grandis**. São Paulo, 2005. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
 20. DAMIN, V. **Biodegradação, Sorção e Dessorção do Herbicida 14C-Diuron em dois latossolos tratados com lodo de esgoto**. São Paulo, 2005. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo

21. CORRÊA, C. M. D. **Efeito de óleo de soja na persistência de endossulfan no ambiente**. São Paulo, 2005. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo
22. LAVORENTI, A. **Comportamento de herbicidas no meio ambiente**. In: WORKSHOP SOBRE BIODEGRADAÇÃO. Campinas, 1996. Anais. Jaguariuna: EMBRAPA, CNPMA, 1996. p:81- 115.
23. NAKAGAWA, L. E. **Alteração de Características do solo para remoção de hexaclorobenzeno de área contaminada**. São Paulo, 2003. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
24. MARCHESE, L. **Sorção/Dessorção e Lixiviação do Herbicida Ametrina em solos canavieiros tratados com lodo de esgoto**. São Paulo, 2007. Dissertação de Mestrado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo.
25. RANGEL, A. L. R. **A organização espacial do município de Paty do Alferes-RJ**. 1992. Especialização em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
26. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE - Censo Agropecuário, 2006. Disponível em IBGE-Cidades - <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>, acessado em 05/02/2008.
27. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico, 2000, com divisão territorial de 2001. Disponível em IBGE-Cidades - <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>, acessado em 05/02/2008.
28. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produto Interno Bruto, 2005. Disponível em IBGE-Cidades - <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>, acessado em 05/02/2008.
29. RAMALHO, J. F. G. P., AMARAL SOBRINHO, N. M. B. DO, E VELLOSO, A. C. X., **Contaminação da Microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos**. Revista de Pesquisa agropecuária. brasileira., Brasília, v.35, n.7, p.1289-1303, jul. 2000
30. VEIGA, M. M., SILVA, D. M., **Análise da contaminação por agrotóxicos em sistemas hídricos superficiais e subterrâneos no município de Paty do Alferes/RJ**. In: 23o. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. Campo Grande/MS.

31. VEIGA, M. M., SILVA D. M., VEIGA, L. B. E., FARIA, M. V. C., **Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil.** Cad. Saúde Pública Vol.22 no.11 Rio de Janeiro. nov. 2006.
32. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Perfil agrossocioeconômico e estratos de produtividade da cultura do tomate na microbacia do Córrego da Cachoeira, Paty do Alferes, RJ** / Lauro Charlet Pereira [et al.]. – Rio de Janeiro, 1998.
33. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de Métodos de Análise de solos.** 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS/Brasília: EMBRAPA - CNPDIA, 1997, 212 p.
34. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Downloads, página de download de Geociências, disponível em http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#download, acessado em 12/11/2007.
35. SOUZA, A.P., JARDIM, H.L., SOUZA, F.M.S., LOPES, A.S; GOMES, R.A.T.; MIRANDA, J.P.L.; BERTOLINO, A.V.F.A.; FERNANDES, N.F., **Monitoramento do potencial matricial, das perdas de solo e da água para diferentes técnicas de manejo do solo, durante o evento pluviométrico: campus experimental da PESAGRO (Paty do Alferes/RJ).** X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2003
36. ROSA, P. S. **Pequena produção agrícola no distrito de Avelar (Paty do Alferes - RJ): um diagnóstico sócio-ambiental.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
37. CALDERANO, S. B & LEMOS, A. L. **Estudos Geológicos no Município de Paty do Alferes. Workshop nacional de agricultura sustentável em regiões tropicais de relevo acidentado, Paty do Alferes,** EMBRAPA-CNPS, CD-ROM. (1998)
38. LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J.; MARTINS, J.S., PEREIRA, N.S., LARACH, J.I., PALMIERI, F & CALDERANO, S.B. (1998). **Levantamento semidetalhado de solos do município de Paty do Alferes e sub-bacias dos afluentes do Córrego do Saco-Rio Ubá, estado do Rio de Janeiro.** Workshop nacional de agricultura sustentável em regiões tropicais de relevo acidentado, Paty do Alferes, EMBRAPA-CNPS, CD-ROM.

39. PALMIERI, F. (1998). **Interações Ambientais tendo em vista o Desenvolvimento Sustentável das Microbacias dos Afluentes do Córrego do Saco – Rio Ubá, nos Municípios de Paty do Alferes e Miguel Pereira.** Consórcio EMBRAPA – Solos/ UFRJ/ UFRRJ/ UERJ/ UFF/ FIOCRUZ/ EMATER – RJ/ PMPA. Relatório Final Convênio 6696007800EMBRAPA – CNPS Tomos I, II e III, 614p.
40. CARVALHO JÚNIOR, W C., CALDERANO FILHO, B., VIEIRA, E. G. M., **Uso atual das terras do Município de Paty do Alferes e sub-bacias dos afluentes do córrego do Saco-Rio Ubá, Estado do Rio de Janeiro, (1998).** Workshop nacional de agricultura sustentável em regiões tropicais de relevo acidentado, Paty do Alferes, RJ, EMBRAPA-CNPS, CD-ROM.
41. EIRA, P. A DA., PÉREZ, D. V., CARMO, C. A. F. S DO, MENEGUELLI, N. DO A., BARRETO, W. DE O., CLAESSEN, M. E. C., GOUVEIA, R. F DE, LUMBRERAS, J. F., CUNHA, T. J. F., MARTINS, J. S. E PEREIRA, N. R. **Avaliação da fertilidade do solo no município de Paty do Alferes, RJ. (1998).** Workshop nacional de agricultura sustentável em regiões tropicais de relevo acidentado, Paty do Alferes, RJ, EMBRAPA-CNPS, CD-ROM.
42. OLIVEIRA, L. B. D. e PAULA, J. L. D., **Determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pela “mesa de tensão”.** EMBRAPA, Rio de Janeiro. 1983.
43. PAULA, J. L. D. e OLIVEIRA, L. B. D. **Determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pelos métodos da panela de pressão e da mesa de tensão.** EMBRAPA, Rio de Janeiro. 1984.
44. FONSECA, G. F., NISHIYAMA, L. **Comportamento da dispersibilidade de solos argilosos das chapadas da região de Uberlândia/MG.** I Simpósio Regional de Geografia - “perspectivas para o cerrado NO SÉCULO XXI” Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia, 26 a 29 de Novembro de 2003.
45. CPRM, **Projeto Rio de Janeiro (RJ) CD-Rom, 2000**
46. SIA – **Sistema de Informações sobre Agrotóxicos/Anvisa**, disponível em: http://www4.anvisa.gov.br/AGROSIA/asp/frm_dados_agrotoxico.asp?iVarAux=1&MarcaCod=455 Acessado em 11/03/2008

QUESTIONÁRIO

LEVANTAMENTO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL E AMBIENTAL

Coordenadas GPS: Latitude: S °' , ” Longitude: WO °' , ”

1-Identificação: _____ 2-Data: ____/____/____

3-Nome: _____

4-Data de nascimento: ____/____/____ 5-Idade: _____

6-Sexo: 1-feminino 2-masculino

7-Endereço: _____

8-Localidade: Paty do Alferes outra: _____

9-Telefone para contato: _____

10- Estado civil:

1-casado 2-Solteiro 3-divorciado 4-Amigado 5-Viúvo

11-Tem filhos?

1-sim 2-não

12.1a- n° homens: _____ 12.1b- n° mulheres: _____

12-Nível de escolaridade:

1-analfabeto 2-primário incompleto 3-primário completo
 4-ginásio incompleto 5-ginásio completo
 6-2º grau incompleto 7-2º grau completo

13-Relação de trabalho:

1-proprietário 2-empregado 3-meeiro 4-ajuda a família
5-ocupante
 6-administrador 7-parceiro c/ ônus dos insumos 8-parceiro s/ ônus
 9-parceiro c/ ônus parcial dos insumos 10-outros _____

14-Renda familiar: _____

15-Quantos anos trabalho na agricultura: _____

16-Idade que começou a trabalhar (independente se é foi na agricultura): _____ anos

17-Quantas pessoas da sua família trabalham na agricultura? _____

18-Alguém da família trabalha com agrotóxicos?

1-sim 2-não 3-não sabe

18.1- Quantas pessoas? _____

19- Você aplica agrotóxicos?

- 1-sim 2-não

20- Quantas horas por dia você trabalha ? _____

21-Quantas horas por dia são gastas na aplicação de agrotóxicos? _____

22-Há quanto tempo foi o último contato que você teve com agrotóxicos?_____

23-Qual o tamanho da propriedade:

24-Quais os nomes das culturas plantadas nos últimos 2 meses?

- 1-tomate 2-pimentão 3-feijão vagem
 4-outros: _____

25- Quantos pés de (cultura praticada) você cultiva? _____

26- Você utiliza práticas agrícolas para tentar diminuir o uso de agrotóxico?

- 1-sim 2-não

26.1- Se sim, quais?

27- Conhece o receituário agrônomo?

- 1-sim 2-não

28- Utiliza o receituário agrônomo?

- 1-sim 2-não

39- Você já recebeu algum treinamento sobre como usar agrotóxicos?

- 1-sim 2-não

39.1- Se sim, como foi o treinamento?

- 1-palestra 2-explicação no local de trabalho
 3-outros _____

39.2- Com que frequência ocorre este treinamento?

- 1- uma vez por ano 2- duas vezes por ano
 3- três vezes por ano 4- mais de 3 vezes por ano

30- De quem recebeu a orientação para preparação e/ou aplicação de agrotóxico?

- 1-não recebeu 2-cooperativa 3-técnico agrícola
 4-agrônomo
 5-proprietário 6-administrador da propriedade 7-engenheiro florestal
 8-EMATER
 9-representante do fabric. de equipamento 10-representante do fabric. de agrotóxico
 11-outros: _____

31- Quem indica para você qual agrotóxico usar?

- 1-proprietário 2-representante do fabricante de agrotóxico 3-agrônomo 4-outro agricultor 5-vendedor do estabelecimento comercial 6-administrador 7-outros: _____

32- De quem você compra o agrotóxico?

- 1-representante de laboratório 2-vendedor 3-estabelecimento comercial
 4-outros: _____

33- Você lê o rótulo das embalagens que você usa?

- 1-freqüentemente 2-às vezes 3-nunca

34- Você segue as recomendações contidas no rótulo das embalagens que você usa?

- 1-freqüentemente 2-às vezes 3-nunca

35- Quem recomenda o cálculo da dosagem do agrotóxico?

- 1-fabricante (rótulo) 2-representante de laboratório 3-vendedor 4-agrônomo
 5-outro agricultor 6-o próprio (dosagem aleatória) 7-outros: _____

36- Qual o lugar onde são armazenados os agrotóxicos?

- 1-residência 2-local só para agrotóxicos 3-local com outros materiais
 4-lavoura 5-outro: _____

Especifique os locais mais próximos do(s) lugar(es) de aplicação do agrotóxico e sua distância em relação a:

		MAIS DE 30 m	MENOS DE 30 m
38	represa		
39	corpos d'água		
40	manancial de abastecimento de água		
41	residência		
42	pastagem		
43	outro:		

37- Qual a origem da água usada na sua casa para consumo (água que bebe)?

- 1-fonte natural 2-CEDAE (água encanada) 3-poço
 4-outros _____

38- Qual a origem da água usada para irrigar a plantação?

- 1-açude próximo a propriedade 2-CEDAE (água encanada) 3-poço
 4-outros _____

39- Após a aplicação do agrotóxico você espera o tempo recomendado (no rótulo, ou por quem lhe dá assistência técnica) para fazer a colheita?

- 1-freqüentemente 2-às vezes 3-nunca

40- Qual o destino das embalagens de agrotóxicos vazias?

- 1-vende 2-queima 3-guarda 4-lavoura 5-corpos d'água
 6-enterra
 7-entrega no local específico para descarte de embalagens de agrotóxico
 8-sistema de coleta de lixo normal 9-reutiliza 10-outro: _____

41- Você usa a embalagem do agrotóxico vazia para outro fim?

- 1-sim 2-não

41.1- Se sim, para que?

42- Sua pele entra em contato com o agrotóxico?

- 1-sim 2-não

48.1- Se sim, com que freqüência?

- 1- diariamente 2- duas vezes/semana 3- uma vez/mês
 4- nunca

43- Onde são lavados os equipamentos usados para preparar e aplicar o agrotóxico?

- 1-não são lavados 2-no tanque de uso doméstico 3-junto ao poço de água potável
 4-na lavoura 5-nos corpos de água 6- no manancial de abastecimento de água
 7-no tanque só para lavar equipamentos 8- outros: _____

49.1- Se são lavados, para onde são levadas as águas de lavagem?

- 1-sumidouro 2-manancial de abastecimento de água 3-chão
 4-corpos de água 5-rede de esgoto 6-outros:

44- Você utiliza alguma medida de proteção quando aplica e ou prepara o agrotóxico?

- _____ 1-sim,
qual? _____
 2-não

45- Você lava suas mãos após o trabalho?

- 1-freqüentemente 2-às vezes 3-nunca

46- Você toma banho logo após aplicar o agrotóxico?

- 1-freqüentemente 2-às vezes 3-nunca

47- Observa a direção do vento durante a aplicação de agrotóxico?

- 1-freqüentemente 2-às vezes 3-nunca

48- O local onde você prepara as misturas de agrotóxicos é perto da sua casa?

- 1-sim 2-não

48.1- Se sim, a quantos metros este local fica da sua casa fica ? _____

49- Onde são lavadas as roupas usadas para aplicar o agrotóxico?

- 1- separadamente de outras roupas 2-junto com outras roupas 3-outros _____

50- Quem faz a lavagem das vestimentas utilizadas na aplicação de agrotóxicos?

- 1-o próprio 2-o meeiro 3-pai 4-mãe 5-esposa 6-outros: _____

51- Quando faz a lavagem das vestimentas utilizadas na aplicação de agrotóxicos?

- 1-logo após a aplicação de agrotóxicos 2-no dia seguinte 3-dias depois: _____
 4-outros: _____

52- Você já sentiu alguns desses sintomas e/ou sinais durante ou após a aplicação?

- 1-náuseas 2-dor de cabeça 3-vômitos 4-vertigens
 5-diminuição da visão
 6-diarréia 7-dores no peito 8-tremores 9-irritação da pele
 10-outros: _____

53- Você acredita que o agrotóxico pode fazer algum mal para a saúde?

- 1-sim 2- não 3-não sabe

54- Você já passou mal depois de ter aplicar/trabalhado com pesticida?

- 1-sim 2- não 3-não lembra

55- Quantas vezes? _____

56- Houve caso de intoxicação por agrotóxico na propriedade?

- 1-sim 2- não 3-não lembra

56.1- Se sim, quantos? _____

56.2- E como estas pessoas passaram mal?

57- Você tem medo de aplicar o pesticida?

- 1-sim 2- não

Nº	SUBSTÂNCIA	Nº DE APLICAÇÕES / SEMANA	HORAS GASTAS EM CADA APLICAÇÃO	ÉPOCA DA ÚLTIMA APLICAÇÃO	PERÍODOS DE UTILIZAÇÃO (toda plantio, 1 mês, outros)
Exemplo	TAMARON	2	6	20 dias atrás	todo plantio
1					

2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Para o entrevistador lembrar os nomes:

Inseticidas/organofosforados: Folidol, Tamaron, Lorsban, Evolution, Sulmition

Inseticidas (carbamatos): carbaril, furadam,

Inseticidas (organoclorados): aldrin, lindano

Inseticida (piretróides): Neothrim, Fastac, Decis, Sumidam

Fungicidas: maneb, dithane, Ridomil, Manzate, Orthocide, Forum plus, Score

Herbicidas: paraquat (gramaxone), round-up

Atenção do entrevistado:

- 1-orientado e atencioso
- 2-pouco atencioso
- 3-mal informado
- 4-muito mal informado e confuso

Veracidade e exatidão das respostas:

- 1-francas e exatas
- 2-provavelmente francas e exatas
- 3-nem sempre francas e exatas
- 4-poucas vezes francas e exatas
- 5-não foram francas e exatas

Atitude do entrevistado

- 1-cooperadora e interessada
- 2-cooperador
- 3-indiferente
- 4-não cooperadora

TERMO DE CONSENTIMENTO

(Em acordo às Normas da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde-MS)

Instituições participantes do Estudo:

Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana - CESTEH/ENSP da Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ.

Título do Estudo:

A Questão dos Agrotóxicos e a Qualidade da Água de Consumo Humano

Investigadores:

Equipe do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, ENSP, FIOCRUZ.
Coordenador: Dra. Paula de Novaes Sarcinelli

Nome do Participante: _____

Como voluntário (a), o Sr. (a) está sendo solicitado a participar de um estudo científico, patrocinado pela Fundação Oswaldo Cruz com o **objetivo de estudar a contaminação por agrotóxicos em água de abastecimento para o consumo humano**. Com o seu pleno consentimento, os seus dados poderão ser utilizados para fins acadêmicos.

Este documento procura fornecer ao Sr. (a) informações sobre o problema de saúde em estudo e a experiência que será realizada, detalhando os procedimentos e exames, benefícios, inconvenientes e riscos potenciais. O Sr. (a) poderá recusar-se a participar da pesquisa ou, mesmo, dela se afastar em qualquer tempo, sem que este fato venha lhe causar qualquer constrangimento ou penalidade por parte da instituição. As informações obtidas dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

Antes de assinar este termo, o Sr. (a) deve informar-se plenamente sobre o mesmo, não hesitando em formular perguntas sobre qualquer aspecto que julgar conveniente esclarecer. É importante estar ciente das seguintes informações:

4. O problema de saúde investigado é a possível contaminação da água de consumo por agrotóxicos. Esta contaminação ocorre em função da aplicação desses agentes nas lavouras próximas às estações de tratamento de água, havendo a possibilidade de exposição das populações através do consumo de água. A contaminação do ambiente depende de vários fatores, como as características das substâncias aplicadas, a quantidade e o número de vezes que são utilizados.
5. As avaliações realizadas nesta pesquisa podem indicar se existe, e qual é o nível de contaminação do ambiente. Não existem benefícios materiais aparentes para você participar, entretanto, os resultados deste estudo poderão nos ajudar a conhecer melhor os perigos das exposições ambientais e aprender como evitá-las da melhor forma possível.
6. A sua participação se dará somente no momento da coleta da entrevista, quando serão coletadas informações sobre o trabalho na lavoura, quais os agrotóxicos utilizados, como são preparados e aplicados, qual a frequência de aplicação, como é feito o descarte das embalagens e onde e como são lavados os equipamentos de trabalho.

Nome e assinatura do pesquisador

Endereço do Comitê de Ética/ENSP:
ENSP/Fiocruz
Rua Leopoldo Bulhões, 1480-CEP: 21041-210
Sala 314 – Tel: 2598-2863
e-mail: cep@ensp.fiocruz.br

Endereço do pesquisador:
CESTEH/ENSP/Fiocruz
Rua Leopoldo Bulhões, 1480-CEP: 21041-210
Sala 24 – Tel: 2598-2434

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Assinatura do participante

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)