

João Anésio Bednarz

**PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS EM UMA ÁREA DE
CULTIVO DE TABACO NO MUNICÍPIO DE IRATI-PR.**

Guarapuava, 2013
João Anésio Bednarz

**PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS EM UMA ÁREA DE
CULTIVO DE TABACO NO MUNICÍPIO DE IRATI-PR.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Geografia área de concentração Dinâmica da Paisagem, Geomorfologia e Análise Ambiental da Universidade Estadual do Centro Oeste UNICENTRO, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Aparecido Ribeiro de Andrade.

Co-orientador: Prof. Dr. Valdemir Antoneli.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da UNICENTRO, Campus Guarapuava

Bednarz, João Anésio

B 412p

Processos hidrogeomorfológicos em uma área de cultivo de tabaco no município de Irati - PR / João Anésio Bednarz. -- Guarapuava, 2013
xiv, 91 f.: il.; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração em Dinâmica da Paisagem, Geomorfologia e Análise Ambiental, 2013

Orientador: Aparecido Ribeiro de Andrade

Co-orientador: Valdemir Antoneli

Banca examinadora: Edivaldo Lopez Thomaz, José Edézio da Cunha

Bibliografia

1. Geografia. 2. Tabaco - cultivo. 3. Monitoramento. 4. Perdas de água e solos. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Geografia.

CDD 551.4098162



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO CEDETEG
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – SEAA/G
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG

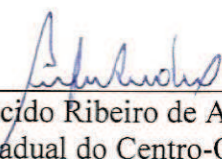


TERMO DE APROVAÇÃO


JOÃO ANÉSIO BEDNARZ

PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS EM UMA ÁREA
DE CULTIVO DE TABACO NO MUNICÍPIO DE IRATI - PR

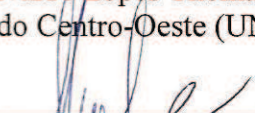
Dissertação **APROVADA** em 20/12/2013 como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Geografia, na área de concentração Dinâmica da Paisagem e dos Espaços Rurais e Urbanos, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Aparecido Ribeiro de Andrade – presidente
Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)



Prof. Dr. Edivaldo Lopes Thomaz,
Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)



Prof. Dr. José Edezio da Cunha
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)



João Anésio Bednarz

Guarapuava (PR), 20 de dezembro de 2013.

Dedico...

A todos os fumicultores que fazem
desta polêmica cultura seu meio de
sobrevivência, na qual através de seu digno
e árduo trabalho vão construindo seus
sonhos e lutando por um futuro prospero e
produtivo.

Epígrafe

É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória e nem derrota.

(Theodore Roosevelt)

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por ter-me permitido estar aqui;

Ao professor e orientador **Aparecido**, agradeço por todos os conhecimentos e ensinamentos que me foram passados durante o mestrado, pela dedicação, paciência, compreensão, conselhos e acima de tudo pela amizade dos quais serei grato pelo resto de minha vida.

Ao professor e Co-orientador, **Valdemir** pela amizade, conselhos e ensinamentos os quais serviram e servem de apoio e incentivo para o prosseguimento de meu trabalho o qual também serei eternamente grato.

Aos meus pais **Nelson** e **Olinda** pelo incentivo, orações e acima de tudo pela ajuda na coleta de dados, sem os quais a construção deste trabalho ficaria mais difícil.

Ao professor **Edivaldo** o qual se tornou um segundo Co-orientador, e um amigo o qual sem medir esforços deu inúmeras contribuições no decorrer da construção deste trabalho.

A **Fran** pela compreensão, amor, carinho, cuidado, e acima de tudo pelo incentivo nos momentos mais difíceis desta caminhada, sem os quais os momentos de aflição se tornariam mais difíceis de serem superados.

A **CAPES** pelo auxílio financeiro.

Ao **Alceu** pelo excelente auxílio prestado na secretaria do programa, bem como pela sua amizade.

A todos os colegas do programa especialmente aos de minha turma, pela amizade em especial a **Fátima, Alessandra, Suellen, Gustavo, Azemir e Adalberto**.

A todos os alunos dos laboratórios de Hidrologia, Climatologia, Geomorfologia e Erosão de solos.

Ao meu Filh@ o qual sem mesmo estar presente meu deu incentivo para o termino deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para a construção e finalização deste trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Geografia

PROCESSOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS EM UMA ÁREA DE CULTIVO DE TABACO NO MUNICÍPIO DE IRATI-PR.

Autor: João Anésio Bednarz

Orientador: Aparecido Ribeiro de Andrade

Co-orientador: Prof. Dr. Valdemir Antoneli.

Local e data da defesa, Guarapuava 20 de dezembro de 2013.

O número de famílias que produzem tabaco na região sul do Brasil tem crescido significativamente nos últimos anos, desencadeando um atrito referente aos recursos naturais principalmente em relação ao processo erosivo. Neste contexto, está pesquisa se propôs a avaliar como o cultivo do tabaco tem contribuído para este processo. Para o monitoramento escolheu-se uma vertente com área de 1,08 ha, que é submetida ao sistema convencional do plantio do tabaco. Foram instaladas 12 calhas coletoras de água e sedimento (calhas de Gerlach) em dois períodos distintos, sendo um na entressafra e outro no período da safra, a fim de analisar em quais dos períodos o processo de perda de água solos é maior. Durante o período de entressafra foram monitorados 32 eventos pluviométricos dos quais apenas 09 produziram perdas de água e solo. Estes eventos juntos geraram uma perda média de 110 L /m² de perda de água e 1.407 g/m² de perda de solo, resultados de três meses do total de cinco deste período. Já os valores encontrados na safra diferem dos encontrados no período anterior, onde foram monitorados 37 eventos pluviométricos, dos quais 24 geraram perda de água e solo, os quais apresentaram uma média de 69 L/m² de perda de água e 7.443 g/m² de perda de solos.

Palavras Chaves: Cultivo do Tabaco, monitoramento, perdas de água e solos.

ABSTRACT

Master Dissertation
Pós-Graduate Program in Geography

HIDROGEOMORFOLÓGICOS PROCESSES IN A GROWING AREA OF TOBACCO IN THE MUNICIPALITY OF IRATI-PR.

Author: João Anésio Bednarz

Adviser: Aparecido Ribeiro de Andrade

Co-supervisor: Valdemir Antoneli

Place and date of defense, Guarapuava December 20, 2013

The number of the families which produce tobacco in the south area of our country has significantly increased during the recent years triggering a grip related to the natural resources, mainly related to the erosion. In this context, this research is going to assess how the tobacco culture, especially in areas with steep slopes, together with how to use and the management developed by the farmers has contributed to this process. To perform the monitoring, we picked up a shed within an area of 1.08 ha, which is subjected to the conventional system of the tobacco plantation. 12 water and sediments collectors (Gerlach tracks) were installed, in two distinct periods, one in the off season and another one during the season in order to analyze the periods in which the process of loss of water from soil is greater. During the off-season were monitored 32 pluviometric events in which only 09 produced water and soil loss. Those events together generated an average loss of 110L/m² of the water loss, and 1,407g/m² of soil loss, results of three months from the five months of this period. The values that were found in the harvest differ from those found during the previous period, were 37 pluviometrics events were monitored, of which 24 loed to the water and soil loss, which showed an average of 69 L/m² of water loss and 7,443 g/m² of soil loss.

Key Words: tobacco cultivation; monitoring; water and soil loss

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Distribuição da fumicultura por núcleo regional. | 21 |
| Figura 2: Mapa de localização da área de estudo. | 34 |
| Figura 3: Relação entre uso e ocupação da bacia do Rio Guamirim de Cima. | 35 |
| Figura 4: Mapa de declividade da Bacia do Rio Guamirim de Cima. | 36 |
| Figura 5: Mapa de Uso do solo da Bacia do Rio Guamirim de Cima. | 38 |
| Figura 6: Mapa Geomorfopedológico da Bacia do Rio Guamirim de Cima | 40 |
| Figura 7: Perfil representativo dos segmentos da vertente..... | 43 |
| Figura 8: Mapa da classificação climática do Estado do Paraná..... | 44 |
| Figura 9: Mapa da distribuição média pluviométrica anual do Estado..... | 45 |
| Figura 10: Estação Meteorológica de Irati Pr. Médias de 1973 até 2012. | 46 |
| Figura 11: Estação Meteorológica de Irati Pr. Médias de 1973 até 2012. | 47 |
| Figura 12: Distribuição Pluviométrica sazonal na área de pesquisa..... | 49 |
| Figura 13: Fluxograma adotado na pesquisa. | 52 |
| Figura 14: Estação Meteorológica presente na área de estudo..... | 53 |
| Figura 15: Parcelas de infiltração e escoamento no período de entressafra sem cobertura vegetal (A) e com cobertura vegetal(B). | 56 |
| Figura 16: À esquerda esquema sobre os camalhões logo após a construção..... | 57 |
| Figura 17: Esquema representativo do método de medida da rugosidade. | 59 |
| Figura 18: Esquema representativo da medida da influência das folhas do tabaco na exposição do solo..... | 61 |
| Figura 19: Calendário Agrícola da área de monitoramento. | 63 |
| Figura 20: Índice de solo exposto ao longo do período de monitoramento. | 64 |
| Figura 21: Esquema representativo a área do camalhão. | 66 |
| Figura 22: Influência da planta do tabaco na distribuição espacial da umidade no camalhão..... | 67 |
| Figura 23: Distribuição espacial da umidade, fase inicial do crescimento do tabaco..... | 68 |

| | |
|--|----|
| Figura 24: Distribuição espacial da umidade segunda fase e fase final do crescimento do tabaco. | 69 |
| Figura 25: (A) equipamento utilizado para demarcar as distancia de largura entre os camalhões; (B) equipamento utilizado para construir os murundus; (C) capinadeira, utilizada para eliminar ervas daninhas; (D) entrelinhas após a passagem da capinadeira. | 72 |
| Figura 26: A) área após a gradagem para semeadura da aveia; B) área com a adubação verde desenvolvida. | 73 |
| Figura 27: Representação da perda de água no período da entressafra. | 75 |
| Figura 28: Relação perda de solo e porcentagem de cobertura vegetal. | 75 |
| Figura 29: Relação perda de água e precipitação nos três segmentos da vertente no período da safra. | 77 |
| Figura 30: Relação perda de solos e índice de cobertura foliar do tabaco. | 79 |
| Figura 31: Índice de solo exposto no mês de janeiro. | 80 |
| Figura 32: Evolução da média de escoamento durante os dois períodos de monitoramento. | 81 |
| Figura 33: Evolução da perda de solos ao longo dos dois períodos de análise. | 82 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Distribuição dos minerais do solo dos três segmentos da vertente. | 42 |
| Tabela 2: Distribuição das parcelas nos segmentos da vertente. | 58 |
| Tabela 3: Média das declividades dos camalhões nos segmentos da vertente | 66 |
| Tabela 4: Síntese dos dados coletados na entressafra. | 74 |
| Tabela 5: Síntese dos dados coletados na safra. | 77 |
| Tabela 6: perdas de solo em diferentes cultivos. | 83 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1 REVISÃO DE LITERATURA..... | 19 |
| 1.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA FUMICULTURA | 19 |
| 1.2. FATORES CONTROLADORES DO PROCESSO EROSIVO | 22 |
| 1.3. CONCEITO DE VERTENTE E SUA RELAÇÃO COM O PROCESSO EROSIVO..... | 25 |
| 1.4. COBERTURA VEGETAL..... | 26 |
| 1.5. RUGOSIDADE SUPERFICIAL..... | 28 |
| 1.6. DINÂMICA DA UMIDADE NO SOLO | 29 |
| 1.7. SISTEMA DE CULTIVO E PREPARO DO SOLO | 31 |
| 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 33 |
| 2.1. CARACTERIZAÇÃO DE USO E MANEJO..... | 35 |
| 2.2. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOPEDOLÓGICA | 39 |
| 2.3. CLIMA REGIONAL..... | 43 |
| 2.4. CLIMA DO MUNICÍPIO DE IRATI | 46 |
| 2.5. CARACTERIZAÇÃO DOS EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS..... | 47 |
| 3 MATERIAL E MÉTODO..... | 51 |
| 3.1. MONITORAMENTO DAS VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS | 52 |
| 3.2. CARACTERIZAÇÃO CARTOGRÁFICA..... | 53 |
| 3.3. CALENDÁRIO AGRÍCOLA..... | 54 |
| 3.4. AVALIAÇÃO DA DECLIVIDADE | 54 |
| 3.5. MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS..... | 54 |
| 3.6. AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE | 58 |
| 3.7. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DO SOLO | 59 |
| 3.8. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE UMIDADE DO SOLO | 61 |

| | |
|---|----|
| 4 ANÁLISE DOS DADOS | 62 |
| 4.1. CALENDÁRIO AGRÍCOLA..... | 62 |
| 4.2. EXPOSIÇÃO DO SOLO..... | 64 |
| 4.3. ESPACIALIZAÇÃO DA UMIDADE NA VERTENTE SOB O CULTIVO DO TABACO..... | 65 |
| 4.4. MUDANÇA NA RUGOSIDADE DOS SOLOS CULTIVADOS COM TABACO SOB O SISTEMA CONVENCIONAL..... | 70 |
| 4.5. CARACTERÍSTICAS DO USO E MANEJO DO SOLO NA ENTRESSAFRA | 72 |
| 4.6. ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ENTRESSAFRA | 74 |
| 4.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SAFRA | 76 |
| 5 SÍNTESE DOS RESULTADOS | 81 |
| 5.1. TOTAL DE PERDA DE ÁGUA E SOLO | 81 |
| CONCLUSÕES..... | 84 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 86 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a exploração dos recursos naturais tem aumentado de maneira significativa, bem como a desordenada forma de uso e ocupação do solo. O avanço tecnológico vem proporcionando uma mudança na forma de cultivar a terra, a busca pelo aumento produtivo vem desencadeando um efeito cascata referente aos recursos ambientais principalmente em relação ao solo e aos recursos hídricos.

A apropriação de novas áreas pelas forças produtivas para a expansão agrícola em bacias hidrográficas é realizada na maioria das vezes sem práticas conservacionistas, gerando uma situação de conflito entre a sociedade e a natureza, e também perante a legislação vigente.

Com a expansão do sistema capitalista na agricultura brasileira a partir de meados da década de 1960 e conseqüentemente com o processo de modernização as áreas ditas impróprias para a aplicabilidade da tecnologia, ou seja, as pequenas propriedades com restrições ao uso foram relegadas a utilização de práticas e técnicas agrícolas rudimentares características da agricultura familiar.

Na região sul do Brasil é comum à presença de pequenas propriedades rurais as quais apresentam como característica pequenas glebas de terra com cerca de 2 a 3 hectares, onde são desenvolvidas diversas atividades agrícolas, dentre elas merece destaque o cultivo do tabaco.

O tabaco apresentou um aumento significativo nos últimos anos. Este crescimento está relacionado principalmente a condicionantes econômicos e de estrutura fundiária que dão uma garantia maior perante outros sistemas agrícolas.

Segundo dados da AFUBRA¹, do ano de 1995 até o ano de 2013, mais de 26.000 famílias na região sul do país passaram a ter no cultivo do tabaco sua principal fonte de renda, portanto hoje mais de 159.000 famílias produzem cerca de 712.000 toneladas de tabaco, o qual gera em torno de R\$ 5.309.987.500,00.

O cultivo do tabaco passou a ser uma das atividades que mais angariou pequenos agricultores rurais nas últimas décadas na região sul do Brasil, tendo seu ápice na década de 1990 e posteriormente entre os anos 2000 e 2006. Este crescimento tem como principal fator condicionante a valorização do produto pelo mercado consumidor e em consequência aos valores pagos pelo produto que cresceram tornando-o mais atrativo perante outras atividades.

¹ AFUBRA Associação dos fumicultores do Brasil.

Com esse significativo aumento da produtividade e das áreas para o cultivo de tabaco houve também uma mudança no modo de se cultivar a terra, onde algumas formas de agricultura foram deixadas de lado ou substituídas como é o caso das roças de toco ou coivara, bem como dos sistemas de faxinais que passaram a serem influenciadas pela dinâmica de uso do solo demandada para o cultivo dessa planta.

Por ser o cultivo do tabaco, uma atividade temporária, acaba apresentando alternâncias na exposição do solo durante o ano. Entre os meses de abril a agosto os solos das áreas agricultáveis estão sob influência da cobertura vegetal de inverno. E no período de setembro a outubro é feito transplante das mudas que ficarão na lavoura até o mês de março sendo que no período de dezembro a fevereiro é a época de colheita.

O cultivo do tabaco é caracterizado pela construção de camalhões ou murchões, onde após o revolvimento da cobertura vegetal do período do inverno, é feita a junção de terras de ambos os lados formando uma elevação com uma média de 20 a 30 cm de altura e a uma distância de 1,30 metros entre um e outro. Estas elevações se tornam sulcos que concentram a água da chuva promovendo um fluxo maior potencializando as perdas de água e solo.

Ao decorrer do período entre o transplante até a fase final da colheita a morfologia do pé do tabaco vai se alternando, com isso vai ocorrendo variação no índice de cobertura do solo, promovendo alterações na dinâmica hidrogeomorfológica das áreas cultivada com essa espécie.

As atividades desenvolvidas pelos agricultores ao longo do cultivo acabam potencializando as perdas de água e solos ao longo do cultivo. Isso é agravado ainda mais nas propriedades rurais em que o tabaco é cultivado em áreas com declive superior a 30%, como é o caso da área da presente pesquisa.

Como foi exposto acima há uma rede de processos que envolvem a fumicultura como, um elevado número de famílias que cultivam o tabaco e muitas delas com pequenas porções de terras, bem como uma estrutura em termos de mercado e subsidio técnico que as entidades públicas, como prefeituras, secretárias de agricultura e de planejamento agrícola não tem capacidade de fornecer ou atender aos produtores. Isso atrelado à pequena quantidade de terras disponíveis para o pequeno produtor acaba sendo fatores que contribuem significativamente no aumento do número de produtores envolvidos com a fumicultura.

Ao mesmo tempo em que há garantia de assistência técnica por parte das empresas fumageiras para esta forma de cultivo, ela muitas vezes não é voltada ao

desenvolvimento de práticas conservacionista, e sim apenas em implantar técnicas produtivas, a fim de aumentar a quantidade produzida. Com isso temos uma crescente degradação ambiental, provocada pelo aumento de produtos químicos lançados anualmente nos solos bem como o aumento na pressão destas áreas que por vários anos consecutivos são usadas para o cultivo desta solanácea.

O sistema de cultivo convencional do tabaco exige que sejam adotadas algumas práticas de uso e manejo que acabam contribuindo para o desgaste dos solos, principalmente devido à utilização de equipamentos, os quais revolvem esporadicamente os solos, deixando-o suscetível aos efeitos meteorológicos. O cultivo convencional de tabaco ainda está presente na grande maioria das propriedades produtoras, onde devido a condicionantes econômicos e até mesmo culturais não permitem que práticas conservacionistas sejam adotadas.

Com isso, este trabalho buscou avaliar a perda de água e solo em uma área de cultivo do tabaco, buscando interpretar quais atividades desenvolvidas pelos fumicultores apresentam maior contribuição para estes processos. Partiu-se do pressuposto de que a forma de cultivo (plantio convencional) em áreas com restrições morfológicas, associadas às atividades diárias ao longo do cultivo que pode potencializar as perdas de água e solo.

Outras pesquisas com referência ao tabaco já foram desenvolvidas, mas a maioria focando as consequências para a saúde humana, ou referente ao uso dos agrotóxicos, mas com relação à degradação dos solos, as pesquisas ainda são muito poucas.

Para a compreensão deste, foram instaladas parcelas de erosão em uma pequena propriedade rural no município de Irati, na qual se utiliza do plantio do tabaco no modo convencional sem adoção de práticas conservacionista como plantio direto ou cultivo mínimo.

Foram analisadas as perdas de água e solo no período da entressafra, nos meses de abril a agosto, e safra, no mês de setembro até o mês de fevereiro, bem como outras variáveis como pluviosidade, uso e manejo, rugosidade, declividade e índice de cobertura.

A área de monitoramento que tem 1,08 ha foi dividida em três segmentos alta, média e baixa vertente onde em cada um destes segmentos foram instaladas 04 parcelas para o monitoramento, totalizando 12 parcelas de escoamento.

Portanto a busca pela compreensão dos fatores que estão diretamente ligados ao processo erosivo na fumicultura, como a precipitação, tipo de solo ou a dinâmica que é empregada pelo agricultor no cultivo levou a despertar a curiosidade e interesse no desenvolvimento da pesquisa já que esta cultura tem se mostrado um forte meio de subsistência para os pequenos produtores.

O monitoramento dos fatores contribuintes na produção de sedimentos em vertentes deve ser realizado, principalmente, considerando algumas variáveis como condições climáticas ou meteorológicas, suscetibilidade do solo, características topográficas e uso e manejo. Nesse caso, o estudo hidrossedimentológico quantifica e estima a produção de sedimentos, bem como, relaciona este com outras variáveis que possibilitam uma interpretação fragmentada, mas ao mesmo tempo com um possível entendimento do todo.

Nesse sentido, buscou-se com o presente trabalho um melhor entendimento dos fatores ligados à degradação do solo na cultura do fumo, numa vertente declivosas com solos rasos, com ênfase no uso e manejo do solo, erosão do solo, escoamento e produção de sedimentos.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA FUMICULTURA

A produção de tabaco no Brasil para fins comerciais inicia no século XVII sob o monopólio português quando a metrópole colonial passou a incentivar esse cultivo sobre tudo no Nordeste brasileiro com a finalidade de fomentar as trocas comerciais com a Europa e a fim de garantir o fornecimento de mão de obra escrava para o cultivo e o beneficiamento do açúcar nos canaviais.

A cultura do tabaco já estava presente na agricultura colonial, mas até o início do século XX era pouco expressiva do ponto de vista das áreas plantadas e dos volumes de produção.

Até 1810 somente era permitido o plantio de tabaco na Bahia, entretanto, a abertura dos portos para outras nações proporcionou a desconcentração das áreas produtoras para as outras províncias dentro da própria nação brasileira. A partir de 1850, Rio Grande do Sul e Santa Catarina começaram a ganhar destaque na produção de tabaco, em razão do cultivo que passava a ser realizado em pequenas propriedades, nas áreas destinadas à colonização com imigrantes europeus, notadamente, nas áreas com imigrantes alemães, (NARDI, 1996).

A partir principalmente de 1980 o cultivo do fumo se expandiu para a região Centro Sul do estado do Paraná, foi introduzido nas pequenas propriedades familiares dos descendentes de imigrantes italianos, poloneses e ucranianos, e passou desde então, a ser um dos principais produtos agrícolas dos municípios que compõem a região.

O fumo é uma cultura agrícola típica de estruturas fundiárias de pequenas propriedades, com emprego intensivo de mão de obra familiar o que gera uma maior rentabilidade, já que o custo com a mão de obra contratada torna o produto mais caro.

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor mundial de fumo em folha, e desde 1993 o principal país exportador, além da tradição do país desde o século XVII em cultivar e exportar o tabaco existe um conjunto de fatores internos e externos que explica e fundamenta esse desempenho (AFUBRA 2012).

A produção de tabaco no Brasil está inserida, principalmente, na região Sul do Brasil, que no momento é responsável por 97,4% da produção de fumo do país, na última safra de 2012/13 mais de 160 mil famílias distribuídas em 656 municípios dos

três estados do Sul do país produziram mais de 727 toneladas, segundo dados da AFUBRA (2012).

Segundo pesquisa da AFUBRA (2012), a atividade fumageira no país é caracterizada por desenvolver-se em pequenas propriedades tendo em média 16,8 hectares, dos quais apenas 2,6 hectares são dedicados a produção do fumo. Embora a área utilizada pela cultura seja considerada baixa, o cultivo representa em média 56% da renda do agricultor.

Outro dado apontado pela entidade é que 26% das famílias da região sul do Brasil que produzem fumo (estimativa da última safra 2012/ 2013) não possuem o fator de produção mais importante que é a terra. Assim, estima-se que mais de 42 mil famílias desenvolvem a cultura na forma de parceria ou arrendamento.

A produção de fumo no Brasil apresenta uma forma peculiar por ser desenvolvida em pequenas propriedades onde se absorve grande parte da mão de obra familiar. Neste processo há certa integração na qual os produtores desenvolvem todas as fases da produção e encontra partida as indústrias fumageiras comprometem-se em comprar a produção, (estabelecida na estimativa²) além de oferecer assistência técnica e insumos agrícolas como adubo, sementes herbicidas fungicidas entre outros para o plantio do tabaco.

A produção de tabaco no Brasil está relacionada principalmente às características físicas, culturais e econômicas das microrregiões, estas são essenciais tanto na produtividade como também na área plantada.

Atualmente a região sul do Brasil é responsável pela produção de fumos claros da variedade *Virginia* e *Burley* os quais são submetidos ao processo de secagem em estufas a base de lenha e eletricidade, (*Virginia*) e também em galpões (*Burley*).

Esta variedade de tabaco do tipo *flavour* é muito procurada e a preferível do mercado internacional, pois este produto é tido como principal responsável pelo sabor do tabaco no produto final que é o cigarro.

² Estimativa, número aproximado da produção em (kg) que é estabelecida geralmente em três etapas, sendo a primeira quando se inicia o contrato a segunda na fase de desenvolvimento da lavoura e a terceira na fase final da colheita, esta estimativa é estabelecida dependendo da política da empresa e da oferta de mercado, mas geralmente é reconsiderada em até 500 Kg para mais ou para menos da produção estimada a priori na última avaliação, em ano de escassez do produto este número não é levado em conta podendo ser alterada.

Segundo Silveira *et al.* (2011), o restante da produção brasileira de tabaco é cultivado principalmente nos Estados da Bahia e de Alagoas, onde predomina ainda o tabaco para a fabricação de charutos e cigarrilhas.

A microrregião de Irati que abrange quatro municípios num total de 2.834,182km² segundo o senso de 2006 passou a ser considerado a 2º maior produtora de tabaco da região sul do Brasil, passando da 17º posição em 1996 chegando a 2º em 2006 (SILVEIRA *et al.* 2010).

Como se pode observar na figura 01 a microrregião de Irati é fortemente caracterizada pela produção do tabaco, isso faz com a produção do tabaco ocupe 25 % no ranking das atividades desenvolvidas no município que englobam esta atividade, em outros municípios de outras microrregiões também a fumicultura apresenta-se de forma significativa como é o caso de Ponta Grossa com 21% Curitiba 15%, outros núcleos já apresentam porcentagens mais baixas.

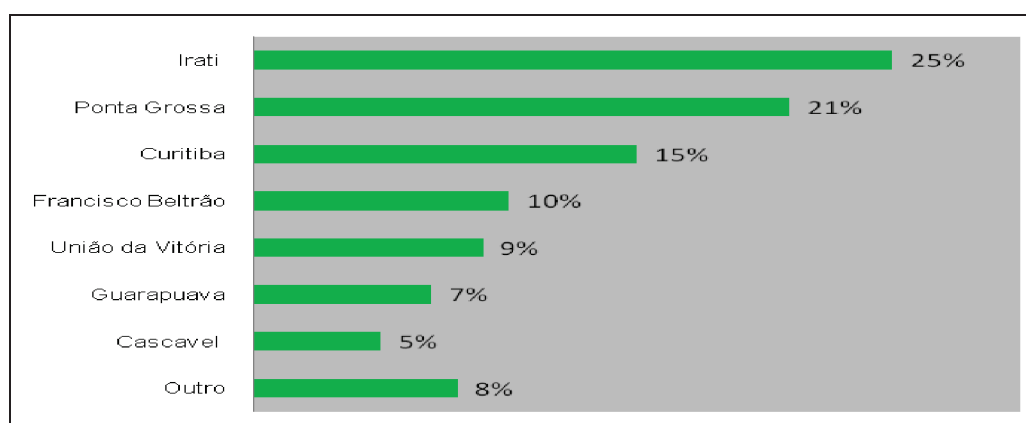


Figura 1: Distribuição da fumicultura por núcleo regional.

Fonte: SEAB/DERAL Org. Autor.

Esta evolução segundo Silveira *et al.* (2011), ocorreu por vários fatores, entre eles podemos destacar a gradativa substituição do cultivo de outras culturas tradicionais e de subsistência como a batata e o feijão pelo cultivo do tabaco.

Buainain & Souza Filho (2009) relatam que a menor rentabilidade a maior dificuldade de financiamento os custos de transporte e a incerteza do ponto de vista da comercialização de culturas agrícolas tradicionais levaram a substituição de tais culturas pelo tabaco, por conta da maior segurança e lucratividade que o sistema integrado de produção do tabaco aparenta possuir.

Com todo este contexto a fumicultura apresentou um grande crescimento nas últimas décadas e isso provocou uma mudança significativamente nas paisagens das regiões produtoras. SANTOS *et al.* (2008), destacam que a inserção da fumicultura e

seu modo de produção acarretou mudanças ambientais na ordem ambiental através do desmatamento e poluição dos recursos hídricos.

Antoneli (2004), ao mensurar a produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica no Município de Guamiranga Paraná, onde a atividade fumageira é responsável por 85% das áreas agrícolas da bacia, constatou que há um aumento de 30% na carga de material suspenso transportado pelo rio nos períodos em que a bacia esta sobre influência da fumicultura (setembro a março).

Antoneli e Thomaz (2009), ao correlacionar o calendário agrícola com a produção de sedimentos no Município de Guamiranga Paraná, constataram que o manejo da fumicultura potencializou a produção de sedimento.

Embora a fumicultura traga inúmeros benefícios econômicos tanto na escala local, regional e até mesmo nacional, ela também apresenta problemas ambientais. O modo em que é cultivado o tabaco provoca alterações principalmente nos solos, e isto é agravado ainda mais perante o tempo, visto que a produção da safra se da em apenas metade do período anual.

1.2. FATORES CONTROLADORES DO PROCESSO EROSIVO

O termo erosão descreve o destacamento, transporte e deposição dos constituintes do solo por forças naturais principalmente a água e o vento, este processo ocorre de forma natural no meio, no entanto a influência das atividades humanas acelera este processo principalmente com as atividades agrícolas.

A evolução dos processos erosivos se da de forma natural no meio ambiente, lenta e gradual, causando, no decorrer da evolução terrestre, mudanças principalmente no relevo e na vegetação (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990). A erosão pode ser natural ou geológica, a qual se desenvolve em condições de equilíbrio com a pedogênese, (BARBALHO, 2002).

A perda de solo que ocorre em uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada com o uso e manejo do solo, e os sedimentos originam-se de processos de erosões que geralmente ocorrem no solo por diferentes formas de ação (FIGUEIREDO, 1989).

Os processos erosivos são mais visíveis principalmente nas áreas agrícolas onde os reflexos da forma do uso e ocupação dos solos ocorrem de maneira mais descontrolada. A atuação das atividades humanas tem gerado uma degradação dos solos em níveis praticamente irreversíveis em determinados locais.

Segundo BOARDMAN (2009), a erosão acelerada do solo pelas águas é responsável por 56% da degradação das terras no mundo, diante disso, o desafio é entender os processos responsáveis pela erosão reconhecendo que estes fenômenos não são só físicos, mas também socioeconômicos.

A ocupação humana, por meio da retirada da cobertura vegetal para uso da agropecuária afeta diretamente as características físicas da superfície do solo e, por conseguinte, altera a resposta hidrogeomorfológica das vertentes. A partir disso, ocorrem mudanças nas características do topo do solo causadas por diversos processos como compactação do solo, redução da infiltração, erosão laminar, ravinamentos, secas edáficas, entre outros.

Percebe-se que o processo erosivo dos solos agrícolas não causa somente prejuízos no âmbito produtivo, mas sim um efeito dominó atingindo setores do ambiente, onde o solo retirado das áreas de lavouras e pastagens pode alcançar a rede de drenagem, aumentando a quantidade de sedimentos em suspensão, estes que por sua vez, transportam nutrientes e pesticidas (herbicidas, principalmente), poluindo as águas.

O Brasil devido a sua localização na região tropical com taxas termo pluviométricas elevadas e intensas atividades agrícolas à erosão hídrica se apresenta com maior frequência causando danos e prejuízos as diversas esferas sociais e econômicas do país.

O processo associado à erosão hídrica pode ser descrito da seguinte forma: com o início da precipitação, parte do volume precipitado é interceptada pela vegetação (quando existente) e parte atinge a superfície do solo, provocando o umedecimento dos agregados do solo e reduzindo suas forças coesivas.

Segundo Bryan (1999) a intensidade do processo erosivo depende das variáveis pluviométricas, principalmente dos aspectos físicos como, massa, velocidade, tipo de precipitação e intensidade. Estas variáveis em conjunto com as variáveis pedológicas podem ser decisivas na formação do processo erosivo bem como na dinâmica de fluxo da água sobre a encosta.

Com a continuidade e aumento do volume da precipitação, pode ocorrer a desintegração de agregados, resultando no desprendimento de partículas menores. A quantidade de solo desestruturado aumenta com a intensidade da precipitação, a velocidade e o tamanho das gotas.

Segundo PANACHUKI *et al.* (2004) o desprendimento ou desagregação das partículas ocorre pelo efeito integrado da energia de impacto das gotas de água e da

força cisalhante do escoamento superficial constituindo assim, o estágio inicial e mais importante do processo da erosão hídrica.

Os danos causados pelas gotas de chuva que atingem o solo constituem o primeiro passo no processo da erosão, independentemente do grau de inclinação do terreno. As gotas da chuva golpeiam a superfície do solo rompendo os grânulos e torrões, reduzindo-os a partículas menores, lançando-as para longe e ainda, diminuindo a capacidade de infiltração de água no solo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

GUERRA & GUERRA (1997) destacam a importância das gotas de chuva no princípio do processo erosivo destacando a ruptura dos agregados do solo através do que denominaram como efeito splash, o qual pode ser responsável na formação do selamento superficial e conseqüentemente promovendo o escoamento superficial.

O efeito splash acaba sendo o principal responsável pelo selamento da parte superficial, o qual provoca a diminuição dos percentuais de infiltração principalmente em áreas agrícolas.

À medida que a água da chuva infiltra no solo este logo começa a apresentar sinais de saturação, ou seja, a capacidade em armazenar água é reduzida com isso inicia-se o processo de escoamento superficial. O escoamento superficial da água exerce o papel de agente, transportando e carregando as partículas de um local para outro normalmente para locais com declividades mais baixas.

Neste contexto a magnitude das perdas por erosão depende de uma série de fatores, dentre os quais se destacam a cobertura vegetal (SILVA, 1986), a declividade da área (WATSON LAFFLEN, 1986; AMORIM *et al.* 2001; COGO *et al.* 2003), o tipo de uso do solo (GUERRA *et al.* 1999) energia cinética da chuva (EVANS, 1980) rugosidade de (REYNOLDS, ZOBECK & POPHAM, 1997) e por fim o escoamento superficial de (HORTON 1945 & DUNNE 1980).

Após o início da saturação do solo o volume excedente de água forma minúsculos filetes devido às micro rugosidades da superfície, estes acabam ganhando maior volume à medida que descem a encosta e quando se concentram ou bifurcam com outros formam as conhecidas enxurradas.

1.3. CONCEITO DE VERTENTE E SUA RELAÇÃO COM O PROCESSO EROSIVO

O conceito de vertente é utilizado mais especificamente pela ciência geomorfológica e pelas engenharias, sua terminologia na geomorfologia foi consagrada por DYLIK (1968) sendo genericamente entendida como “toda superfície terrestre inclinada, muito extensa ou distintamente limitada, subordinada às leis gerais da gravidade”.

Segundo CASSETI (1991) a vertente se caracteriza como a mais básica de todas as formas de relevo, razão pela qual assume importância fundamental para os geógrafos físicos. Essa importância pode ser justificada sob dois ângulos de abordagem: primeiro por permitir o entendimento do processo evolutivo do relevo em diferentes circunstâncias, o que leva à possibilidade de reconstituição do modelado como um todo tendo como princípios sua formação e evolução e outro por sintetizar as diferentes formas do relevo tratadas pela geomorfologia, encontrando-se diretamente alterada pelo homem devido os seus métodos de uso e ocupação.

Desde o princípio dos estudos geomorfológicos a compreensão dos componentes das vertentes vem ganhando importância. Ainda que quase toda a superfície terrestre seja formada por encostas e a compreensão de suas formas e processos naturais que nelas atuam seja fundamental para a Ciência Geomorfológica e também para a Engenharia, pois através da compreensão de sua dinâmica podem-se fazer planejamentos mais precisos.

Os processos resultantes da evolução natural das vertentes podem levar à ocorrência de eventos de ordem geomorfológica que colocam em risco as atividades humanas. Independentemente da frequência e violência com que estes processos ocorrem à evolução das vertentes demonstram uma dinâmica não uniforme. Esta dinâmica tem períodos em que a energia utilizada para o transporte, erosão e sedimentação de materiais é extremamente baixa, enquanto que em outros momentos, a energia disponível é tão grande que permite a movimentação de grandes quantidades de materiais, cuja dimensão e extensão podem ser extremamente variáveis.

O ângulo de uma encosta bem como seu declive associado com a cobertura vegetal afeta diretamente na disponibilidade de umidade, esta em contrapartida vai demandar o índice de infiltração e escoamento.

O volume e a velocidade das enxurradas estão diretamente relacionados ao grau de declividade do terreno (Bertoni e Lombardi Neto, 1993). Segundo Amorim *et al.* (2000), pouca importância tem sido dada ao efeito da declividade da superfície do solo principalmente referente a sua influência no processo erosivo, no entanto, WATSON & LAFLEN (1986) constataram que o aumento da declividade da superfície do solo aumenta a erosão nas áreas, principalmente em sulcos, isso torna-se mais intenso conforme a apresentação da forma da vertente.

Amorim *et al.* (2000) *apud* Lattanzi *et al.* (1974) verificaram que, quando a declividade da superfície do solo foi aumentada de 2% para 20%, a erosão entre sulcos de um solo siltoso aumentou mais que o dobro. BRYAN (1979) avaliando 10 tipos de solo em uma faixa de 5% a 58% de declividade observou que à medida que a declividade foi aumentando a quantidade de remoção de solo também crescia significativamente, LANG *et al.* (1984) constataram que a erosão entre sulcos em um solo com pouca profundidade foi maior para 9% de declividade que em 3%.

Portanto as formas e o índice de declividade do relevo regulam os movimentos das águas ao longo da vertente, tanto em superfície como no interior do solo, agindo sobre seu regime hídrico, influenciando na percolação bem como no transporte de material através do escoamento.

As dinâmicas de como as topografias alteram os sistemas de escoamento depende muito da escala de abordagem, e da forma em que se apresenta o relevo, Oliveira (2011) destaca que a ação ou influência do relevo ocorre em todas as escalas destacando grandes maciços montanhosos como exemplo de macro escala e áreas como vertentes ou pequenas planícies sendo abordados na microescala, ou como descrevem (RESENDE *et al.* 2005) em estudos mais aprofundados na região do cerrado brasileiro define esta escala como sendo o estudo da micromorfologia.

O microrrelevo ou pequenas variações de altitude em relação às regiões mais aplainadas tem importante implicação na retenção de água bem como na disponibilidade de fluxo o qual se responsabilizará em transportar material.

1.4. COBERTURA VEGETAL

Sobre a influência da cobertura vegetal nos processos erosivos, Brandt (1986), ressalta que o tipo de vegetação pode atuar de três maneiras: (a) reduzindo o volume de água que chega ao solo, através da interceptação, (b) alterando a distribuição do

tamanho das gotas de chuva, afetando, com isso, a energia cinética da chuva, (c) reduzindo a perda de solos através do processo erosivo.

Mota (1995) define a vegetação como reguladora do fluxo natural das águas, sendo um condicionante físico de maior importância na ocupação de uma bacia hidrográfica. Coelho Neto (1995), afirma que a vegetação tem como uma de suas múltiplas funções o papel de interceptar parte da precipitação (P), armazenar água nas copas arbóreas (A), e “redistribuí-las” através atravessamento (At) e fluxo de tronco (Ft).

Se a superfície está recoberta com mata, a copa das árvores absorve a maior parte da energia cinética das gotas da chuva e o manto das folhas sobre o solo (serrapilheira³) amortece o restante do impacto (LEPSCH 2002).

É importante destacar que, a presença de vegetação, permite que, grande quantidade de água seja transpirada, reduzindo a umidade do solo, contribuindo para o aumento da taxa de infiltração e a redução do volume de escoamento superficial.

Nas áreas agrícolas adota-se a cobertura vegetal com leguminosas ou outras espécies como as gramíneas a fim de recobrir o solo em épocas de entressafra bem como com o intuito de formar palhada para cultivar no sistema plantio direto. Além disto, o cultivo da adubação verde é uma prática a qual “quebra” o ciclo de pragas e elimina várias espécies de ervas daninhas além de contribuir na regeneração de solos degradados.

A cobertura vegetal atua ainda como um obstáculo que diminui a energia do material em movimento. Em função dos obstáculos proporcionados pela vegetação, o fluxo tem sua energia dissipada e conseqüente reduz a capacidade de transporte o que segundo CASSETI (1991), minimiza a morfogênese e o assoreamento das partes mais baixas do relevo.

No caso de pequenas propriedades rurais, devido à baixa disponibilidade de terras resta apenas a possibilidade de transformar as florestas de encostas com acentuadas declividades em áreas cultiváveis, o que proporciona o aumentando do processo erosivo.

Com isso, nas áreas de cultivo, a própria cultura exerce o papel representativo da cobertura vegetal influenciando na distribuição da água da chuva. Dependendo da morfologia da planta, na qual pode haver um fluxo maior pelo tronco, bem como através

³ Serrapilheira- camada de matéria orgânica sob uma vegetação, composta de galhos folhas e frutos.

do gotejamento pelas folhas, acaba concentrando umidade em determinados locais, estes tendem há exceder a capacidade de infiltração mais rapidamente.

È o caso da fumicultura a qual apresenta folhas que servem como coletoras de água da chuva e as direcionam ao centro das entrelinhas aumentando o índice de umidade do solo nestas áreas, sendo estas as que mais sofrem influência do uso e manejo, com isso a remoção de materiais se torna mais alta.

A morfologia do tabaco vai se alternando quase que diariamente a partir do transplante, e quanto mais aumenta o índice de cobertura vegetal maior é atuação das folhas sobre o direcionamento das águas pluviais.

Corroborando com esta questão Antoneli (2010) aponta que na fumicultura, o formato das folhas potencializa o gotejamento, pois as folhas atuam como pequenas calhas coletoras de água, que acabam concentrando seu fluxo em um determinado local na superfície do solo (sulcos), contribuindo com o escoamento superficial, principalmente se o solo da entrelinha estiver descoberto (sem camada morta) caso do cultivo tradicional de tabaco.

1.5. RUGOSIDADE SUPERFICIAL

Vários fatores podem contribuir para a maior ou menor rugosidade da superfície do solo como, tipo de solo, umidade, índice pluviométrico e o principal deles, o modo e método de uso e preparo do solo.

A rugosidade da superfície do solo é representada pela microondulação do terreno, mais precisamente pelas microelevações e microdepressões influenciadas por duas causas, as naturais e não naturais. Como naturais podemos considerar a ação das águas pluviométricas que alteram a superfície do terreno, e não naturais sendo as atividades provocadas pela ação do homem no uso e preparo do solo como também a ação e pressão causadas pelos animais que provocam alterações na morfologia superficial do solo.

A rugosidade da superfície é uma propriedade dinâmica do solo que influencia muitos processos que ocorrem na superfície, afetando a infiltração, o armazenamento superficial, o escoamento, a refletância solar, a liberação e o transporte de partículas associadas à erosão hídrica (Castro *et al.* 2006).

A intervenção humana acelera esses processos erosivos por meio da ocupação e uso intensivo do solo, removendo paulatinamente as camadas superficiais do solo, chegando a formar sulcos e ravinas, quando o escoamento da água é torrencial (Endres

et al. 2006). Os preparos de solo conservacionistas se caracterizam por pequena movimentação mecânica do solo, manutenção da maioria dos resíduos culturais sobre a superfície o que torna esses sistemas de manejo mais eficazes no controle da erosão hídrica que os preparos convencionais.

A rugosidade superficial se constitui também numa das condições físicas mais importantes do ponto de vista de redução da erosão hídrica. A rugosidade tem efeito positivo na retenção e infiltração superficial da água da chuva no solo, na redução do volume e velocidade da enxurrada e no aprisionamento dos sedimentos erodidos, com efeitos marcantes na conservação do solo e da água. (JUNIOR 2006).

Na fumicultura percebe-se que há uma mudança brusca neste processo, pois a maneira ou método utilizado para o cultivo do tabaco exige que alterações sejam feitas na confecção dos camalhões, alterando a morfologia do terreno. Esta alteração é modificada semanalmente ou quinzenalmente com o uso de equipamentos rústicos para a eliminação de ervas daninhas assim como para fazer o “aterramento” do pé do tabaco.

A maior ou menor rugosidade da superfície do solo permite armazenar diferentes quantidades de água nas microdepressões, sendo que superfícies mais rugosas têm maior capacidade de armazenar água temporariamente em relação a superfícies menos rugosas. A quantidade de água que infiltra no solo depende, em grande parte, da retenção de água na superfície, já que, maior parte da água armazenada na superfície do solo tende a infiltrar.

O processo de manejo desenvolvido pelo agricultor provoca alterações significativas na dinâmica hídrica, provocando assim alterações no relevo ou micro relevo desencadeando mudanças no índice de infiltração e retenção de água no solo.

1.6. DINÂMICA DA UMIDADE NO SOLO

O conhecimento da espacialização e volume de umidade do solo é de fundamental importância devido ao papel ambiental que está desempenha principalmente relacionada a processos, biológicos, ecológicos, hidrológicos e atmosféricos (Zhan *et al.* 2004).

A umidade do solo é um dos elementos mais relevantes no controle dos processos hidrológicos, visto que exerce influência na geração do escoamento superficial, na evaporação do solo, na transpiração de plantas e em uma série de interações geográficas e pedogênicas. (Ávila *et al.* 2010).

Ainda segundo os mesmos autores o teor de água no solo é variável no espaço e no tempo, embora em uma mesma unidade pedológica o comportamento da umidade possa apresentar considerável variabilidade devido à ação de diversos fatores, especialmente aqueles associados ao uso e manejo do solo.

Segundo PANACHUKI (2004) o solo é um meio poroso e heterogêneo, cujas propriedades podem ser alteradas com o tempo e conforme o sistema de manejo praticado. A infiltração de água no solo é um fenômeno físico que consiste na entrada de água no solo pela sua superfície, podendo ser influenciada pelas suas propriedades pelo modo como a água atinge sua superfície.

Segundo Bertol *et al.* (2001), práticas diferenciadas de manejo do solo e de cultivos provocam alterações nas propriedades físicas do solo que, podem manifestar-se de várias maneiras, influenciando o desenvolvimento das plantas. Assim, o solo cultivado tende, com o tempo, a ter a estrutura original alterada, pelo fracionamento dos agregados em unidades menores, com conseqüente redução no volume de macroporos e aumento no volume de microporos e na densidade do solo. Portanto em decorrência disso, observa-se uma diminuição da taxa de infiltração de água no solo, com conseqüente aumento das taxas de escoamento superficial.

O processo de infiltração é de suma importância, pois, muitas vezes, determina o balanço de água na zona das raízes e o deflúvio superficial, responsável pelo fenômeno da erosão durante precipitações pluviais REICHARDT *et al.* (1996).

A infiltração é definida como a entrada de água no solo através da interface solo atmosfera. O termo taxa de infiltração refere-se à quantidade de água que atravessa a unidade de área da superfície do solo por unidade de tempo.

A umidade antecedente presente no solo é um fator importante se tratando das respostas de um evento de chuva no escoamento superficial e na produção de sedimentos. Nesse sentido, vários estudos têm sido realizados identificando o efeito da umidade antecedente do solo sobre a geração do escoamento superficial (Kim *et al.* 2005) e produção de sedimentos (Minella *et al.* 2006).

Haja vista que, o início do processo de escoamento se dá através do excedente de capacidade de infiltração um importante fator além da estrutura pedológica é a umidade que já se faz presente ao solo anteriormente ao evento pluviométrico.

A umidade antecedente pode ser definida como a água que ocupa os micro e macroporos do solo em determinado momento. García-Ruiz *et al.* (2005) mostraram que

o volume escoado e a descarga líquida dependem, fundamentalmente, da umidade antecedente do solo à chuva e da intensidade da chuva.

Onde as precipitações geralmente excedem a evaporação, como em regiões de climas temperados ou tropicais (variando também devido à sazonalidade), o processo de circulação de água no solo se dá de maneira mais rápida devido à maior presença de umidade antecedente no solo haja vista que, a periodicidade dos eventos é menor.

No caso do tabaco a concentração de umidade provocada pelas folhas no centro das entrelinhas acaba favorecendo a saturação destas áreas, que também são áreas mais revolvidas, com isso a remoção de sedimentos conseqüentemente se torna maior.

1.7. SISTEMA DE CULTIVO E PREPARO DO SOLO

Os diferentes mecanismos de mobilização do solo alteram sua estrutura e seus atributos físicos, em virtude do grau e intensidade de mobilização (Shaffer & Johnson, 1982). O modo de preparo do solo altera as propriedades físicas da superfície e subsuperfície, que favorece o processo de erosão.

De modo geral, o aumento na intensidade do preparo diminui a cobertura, a rugosidade e a porosidade total da camada preparada (Burwell *et al.* 1963), que segundo (Cogo, 1981) aumenta a erosão hídrica, e por conseguinte a perda de nutrientes e matéria orgânica.

Os sistemas de preparo do solo promovem modificações nas propriedades físicas como na estabilidade dos agregados do solo (Castro Filho *et al.* 1998), na densidade e na porosidade do solo (De Maria *et al.* 1999), estas propriedades funcionam como indicadores de possíveis modificações que promovem efeitos tanto no solo como também no desenvolvimento das culturas.

Os métodos de preparo do solo possuem algumas variáveis as quais influenciam diretamente os sistemas estruturais do solo, dentre eles destacamos: extensão de superfície do terreno trabalhado, a profundidade de preparo, modo e método empregado, umidade antecedente e tipo de solo.

No caso do sistema de manejo do solo para o cultivo do tabaco, encontramos dois tipos de sistema, o Sistema de plantio Convencional (SPC) e o Sistema de Plantio Mínimo sobre a Palha (SPMP).

No sistema de plantio convencional (SPC) o tabaco é cultivado sobre camalhões construídos com a ajuda de equipamentos tracionados por tratores ou

animais, neste caso, também são utilizados equipamentos quinzenalmente, para eliminar ervas daninha e revolver o solo, a fim de promover maior aeração do sistema radicular.

Já no sistema de plantio mínimo sobre a palha (SPMP), os camalhões são construídos logo após o período da safra anteriormente a semeadura da adubação verde. Um mês antes do transplante a adubação verde é dessecada, a fim de eliminar plantas invasoras e promover o dessecamento da espécie cultivada, na qual será transplantado o tabaco.

O cultivo do tabaco vem passando por algumas transformações, durante décadas predominou-se a forma de preparo intensivo do solo para o cultivo convencional. Principalmente a partir de 1990 com incentivo ou obrigatoriedade das empresas passou-se a implantar novos sistemas de produção, como destaca FREY & WITTMAN (2006), aonde o Sistema de Plantio Direto vem sendo incentivado pela indústria, dadas as suas vantagens econômicas e ambientais em comparação com o cultivo convencional.

Segundo os autores citados acima, o Cultivo Mínimo e o Sistema de Plantio Direto são recomendados, principalmente, para regiões com declividade acentuadas, nas quais é comum o plantio do tabaco.

Para Oliveira *et al.* (2012), o preparo e o manejo do solo podem influenciar as taxas de erosão hídrica ocorridas em um solo, expondo-o em maior ou menor intensidade ao impacto das gotas de chuva e a ação da enxurrada. Em consequência temos a ocorrência de erosão, a qual pode acarretar degradação da estrutura do solo, perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica.

Embora as empresas venham a incentivar novas técnicas e novos modos de uso e preparo do solo, muitas vezes faltam recursos financeiros para o agricultor implantá-las, assim como também o fator cultural acaba sendo um forte condicionante.

No caso daqueles fumicultores que não possuem terras esta situação fica ainda mais complexa, visto que, as áreas disponíveis para arrendamento são aquelas em que não é possível a utilização de maquinários, por apresentarem declividades acentuadas ou níveis de infertilidade, consequências já de um mau uso.

Portanto a dinâmica produtiva que é submetida no sistema de cultivo do tabaco esta atrelada a fatores sociais e econômicos, os quais interagem diretamente no meio natural alterando significativamente este sistema, o qual ainda levará alguns anos para ser mudado.

CAPÍTULO II

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para realização da pesquisa escolheu-se a comunidade rural de Governador Ribas localizada na área rural do município de Irati - PR. Nesta comunidade rural as transformações sócio, espaciais e econômicas, na sua maioria são ocasionadas devido ao ritmo imposto pelo cultivo do tabaco, que é desenvolvido em 99% das propriedades.

O município de Irati está localizado a 150 km da capital Curitiba, nas coordenadas 25° 27' 56" de latitude Sul e 50° 37' 51" de longitude W, a área em extensão que abrange o município é de 998,30 km², sendo 70,92% (cerca de 708,00 km²) ocupada com atividades agrícolas (agricultura e pecuária), 4,19% (cerca de 41,92 km²) com o perímetro urbano legal e 24,88% (cerca de 248,38 km²) com áreas de preservação legal ou áreas não ocupadas (IBGE, 2010).

Atualmente Irati é considerada uma cidade de porte pequeno, mas que possui uma grande diversidade sociocultural. Predominantemente, sua colonização foi européia (italianos, poloneses, russos, alemães, ucranianos, entre outros), além da própria migração interna, através de pessoas oriundas de outras regiões do Brasil, em especial da região Sul e Sudeste.

Segundo o quadro da divisão administrativa vigente a partir de 1º de julho de 1957, o Município de Irati é formado pelos distritos de Irati, Gonçalves Júnior, Guamirim e Itapará.

A localidade escolhida para a realização deste trabalho fica no distrito de Guamirim, criado com o nome de Bom Retiro, em 2 de agosto de 1904, pela Câmara Municipal de Imbituva, instalado em 1º de Outubro de 1904. Bom Retiro passou a chamar Guamirim somente em 1944, através de uma lei federal (ORREDA, 2004).

Em 1936, chegaram à região de Bom Retiro os trilhos da estrada de ferro Riozinho/Guarapuava, proporcionando que o Distrito se tornasse o maior centro produtor e exportador de batata do Município de Irati, conferindo a Irati o título de maior produtor nacional de batata-inglesa (ORREDA, 2004).

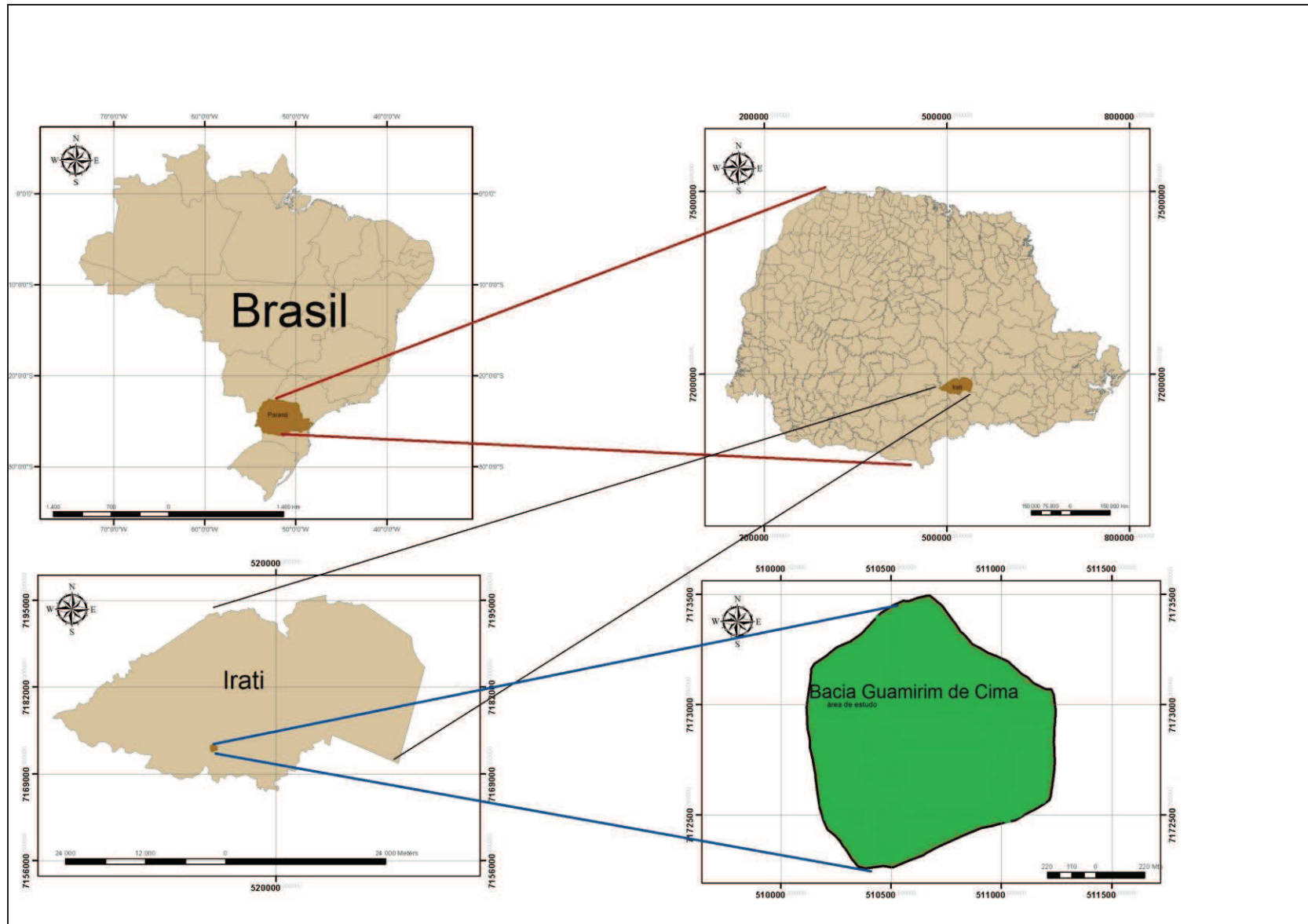


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo.

Após algumas décadas em que o ciclo da batata dominou o município, este começou a apresentar algumas dificuldades perante as questões climáticas, oscilações comerciais e também as diversas doenças que começaram a atacar as lavouras.

Hoje a economia do Distrito e do município está baseada principalmente nas pequenas propriedades rurais, onde se destacam as atividades ligadas a fumicultura, além de um pequeno percentual de propriedades ligadas as cadeias produtivas da soja e do milho.

2.1. CARACTERIZAÇÃO DE USO E MANEJO

A Bacia Hidrográfica do Rio Guamirim de Cima possui uma área de 99,8 hectares, localizada na área rural do município de Irati, na comunidade de Governador Ribas, está Bacia do Rio Guamirim de Cima é constituída por pequenas propriedades, sendo que algumas áreas, devido às altas declividades não são possíveis à circulação de máquinas agrícolas, como tratores, colheitadeiras, entre outros.

A utilização das áreas com maiores declividades se dá através de técnicas e manejos rudimentares, além da utilização destas também para o cultivo de alguns produtos que podem ser cultivados sem emprego de tecnologia como é o caso do milho, feijão e o tabaco.

Há uma diversidade considerável em relação ao uso do solo na bacia quando levado em consideração todos os usos, mas quando levado em consideração apenas as áreas agricultáveis, observa-se através da figura 03, que apenas três culturas apresentam expressividade⁴.

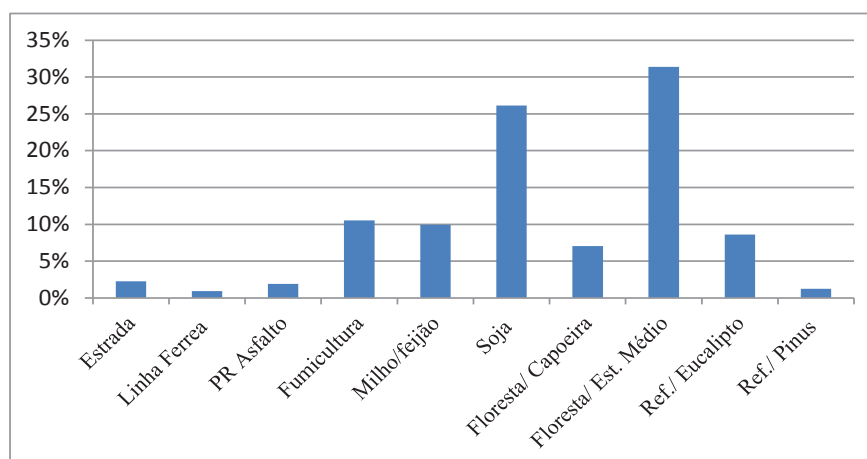


Figura 3: Relação entre uso e ocupação da bacia do Rio Guamirim de Cima.

⁴ Vale ressaltar que estes dados e estas culturas são representativas da bacia, e não da localidade em geral, pois em relação à comunidade, 99% das principais culturas cultivadas pelos agricultores é o tabaco.

Na bacia do rio Guamirim de Cima observa-se que a declividade é um fator importante na dinâmica do uso e manejo, haja vista que nas áreas com baixas declividades é cultivada com monoculturas como a soja e no restante nas áreas mais íngremes tabaco, milho e feijão.

Na vertente onde foram desenvolvidas as etapas de análise e monitoramento apresenta 1,08 ha onde a declividade na parte alta da vertente apresenta uma média de 5,6%, 10,5% na média e cerca de 10 % na parte baixa da vertente. Na parte vertical estabelecendo como critério a ápice do divisor de águas até o final da área cultivada tem-se uma média de 35% de declividade.

A figura 04 ilustra como estão distribuídas as declividades ao longo da vertente. Nota-se que há três níveis de declividade diferente na área de monitoramento.

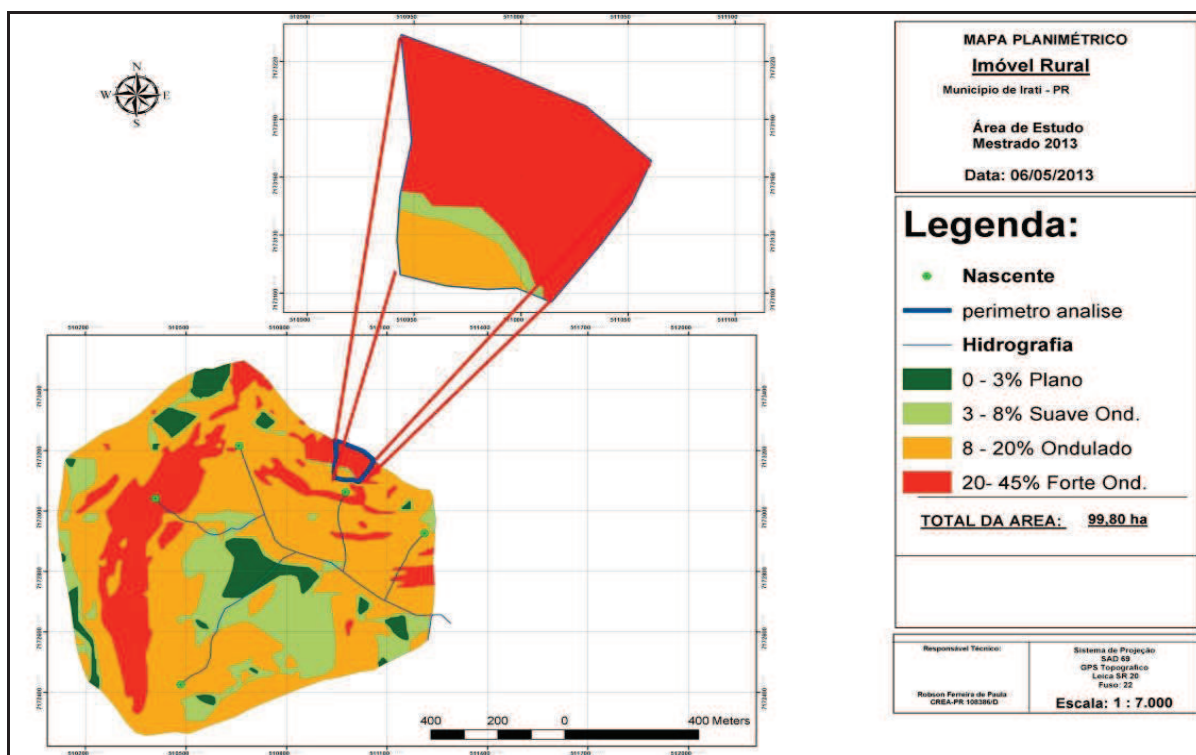


Figura 4: Mapa de declividade da Bacia do Rio Guamirim de Cima.
 Org. GEOMAP.

As áreas mais íngremes são utilizadas para o cultivo do tabaco, esta atividade não necessita da utilização de máquinas agrícola como tratores, e sim de equipamentos rudimentares de tração animal para realização das tarefas rotineiras. Outras áreas são impróprias, pois estão ocupadas com capoeiras (que podem ser visualizadas na figura 05 como Floresta em Estágio Inicial), em que o cultivo não é realizado devido à alta

declividade e a presença de solo raso ou exposto devido à ação do processo erosivo principalmente (Neossolo Litólico).

A bacia é composta por dois tipos de cultivos, um temporário e outro permanente. Dentre as culturas temporárias encontra-se a fumicultura, soja, feijão e milho, e nas áreas permanentes reflorestamento pinus e eucalipto, bem como floresta Ombrófila Mista e floresta em estágio inicial-capoeira.

Através da figura abaixo se pode observar a dinâmica de uso e ocupação do solos pelo mapa de uso e ocupação, que detalha a forma de ocupação da bacia do Guamirim de Cima.

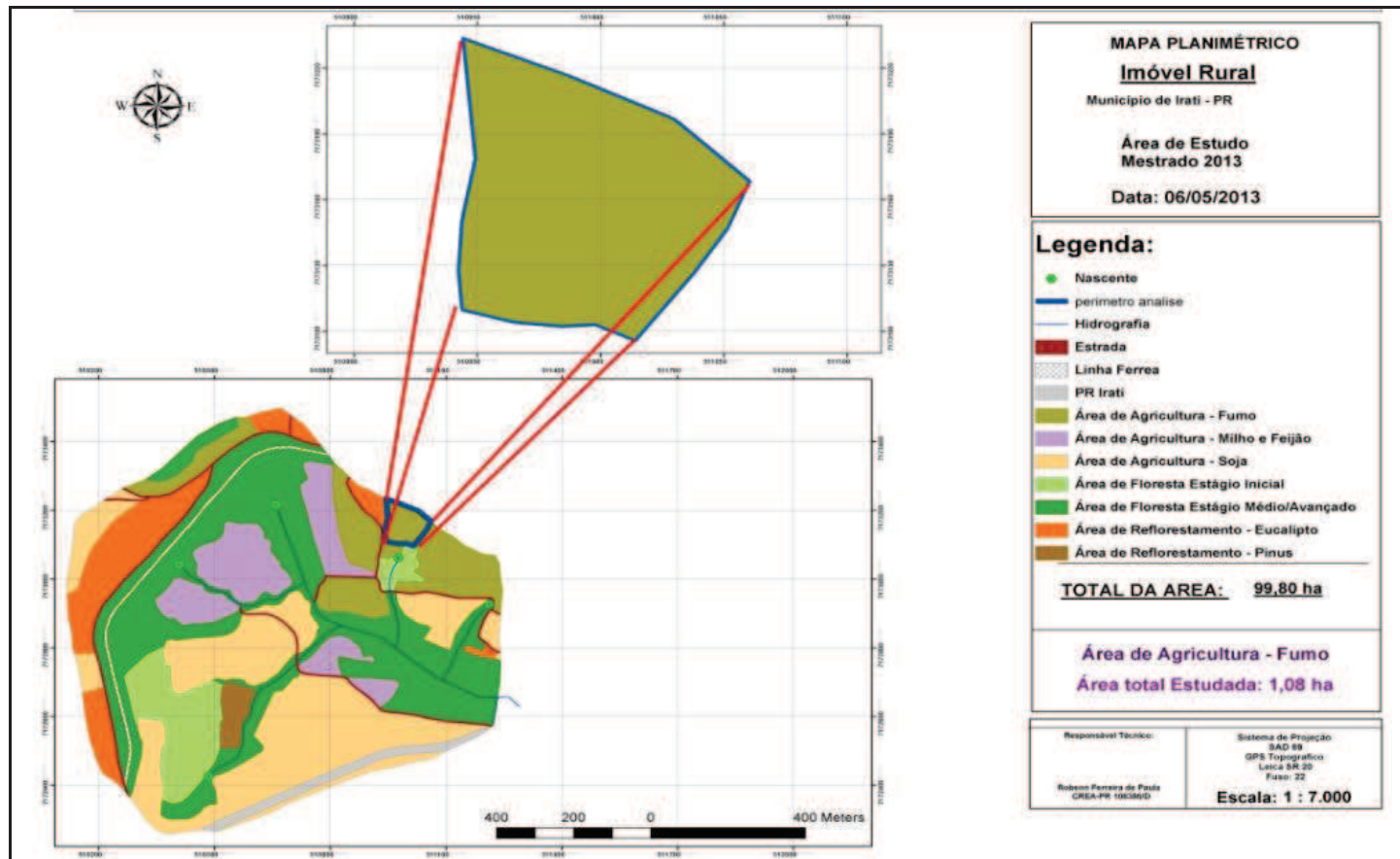


Figura 5: Mapa de Uso do solo da Bacia do Rio Guamirim de Cima.
Org. GEOMAP.

2.2. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOPEDOLÓGICA

A Região Centro Sul do Paraná está situada sobre as rochas sedimentares da Bacia do Paraná pertencentes as formações Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rastro, Botucatu e Serra Geral, além desses há também a presença de intrusões de diabásio neste caso sills e diques, além de aluviões recentes, esta região segundo a Paleontologia e a Geologia asseguram que há mais de 250 milhões de anos esta região era fundo de mar (MINEROPAR, 2002).

Geologicamente a área de estudo está sobre a formação Teresina pertencente ao Grupo Passa Dois que apresenta uma espessura variável entre 200 e 300 metros, caracterizada pela alternância de argilitos e folhelhos cinza esverdeados com siltitos e arenitos muito finos (MINEROPAR, 2002).

Segundo a classificação de solos do Paraná elaborada pelo IAPAR (1981), há uma heterogeneidade nos solos variando entre Latossolos, Nitossolos, Cambissolos Gleissolos Argissolos e Neossolos, cada um com suas especificidades que influenciam na dinâmica agricultável da região.

As áreas em que ocorrem os Neossolo Regolítico associados a um relevo mais dissecado com formas côncavas, são avaliadas como suscetíveis ao processo erosivo e ao ravinamento, já que o predomínio dessas formas auxilia no desencadeamento de focos erosivos.

Segundo Antoneli (2004) estas características associadas ao clima, permitem o surgimento de vertentes côncavo-convexas além de declividades mais acentuadas. Essas declividades potencializam a manutenção das práticas agrícolas rudimentares. O reconhecimento, identificação e a representação das classes de solos presentes na paisagem da bacia hidrográfica estão expressas no mapa Geomorfopedológico⁵ representado na figura 06.

Assim, identificou-se a existência de Gleyssolo Háplico, Cambissolo Húmico, Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico.

⁵ A elaboração deste mapa foi baseada na relação entre relevo e a distribuição de diferentes classes de solo na paisagem da bacia, apoiada nas observações de campo.

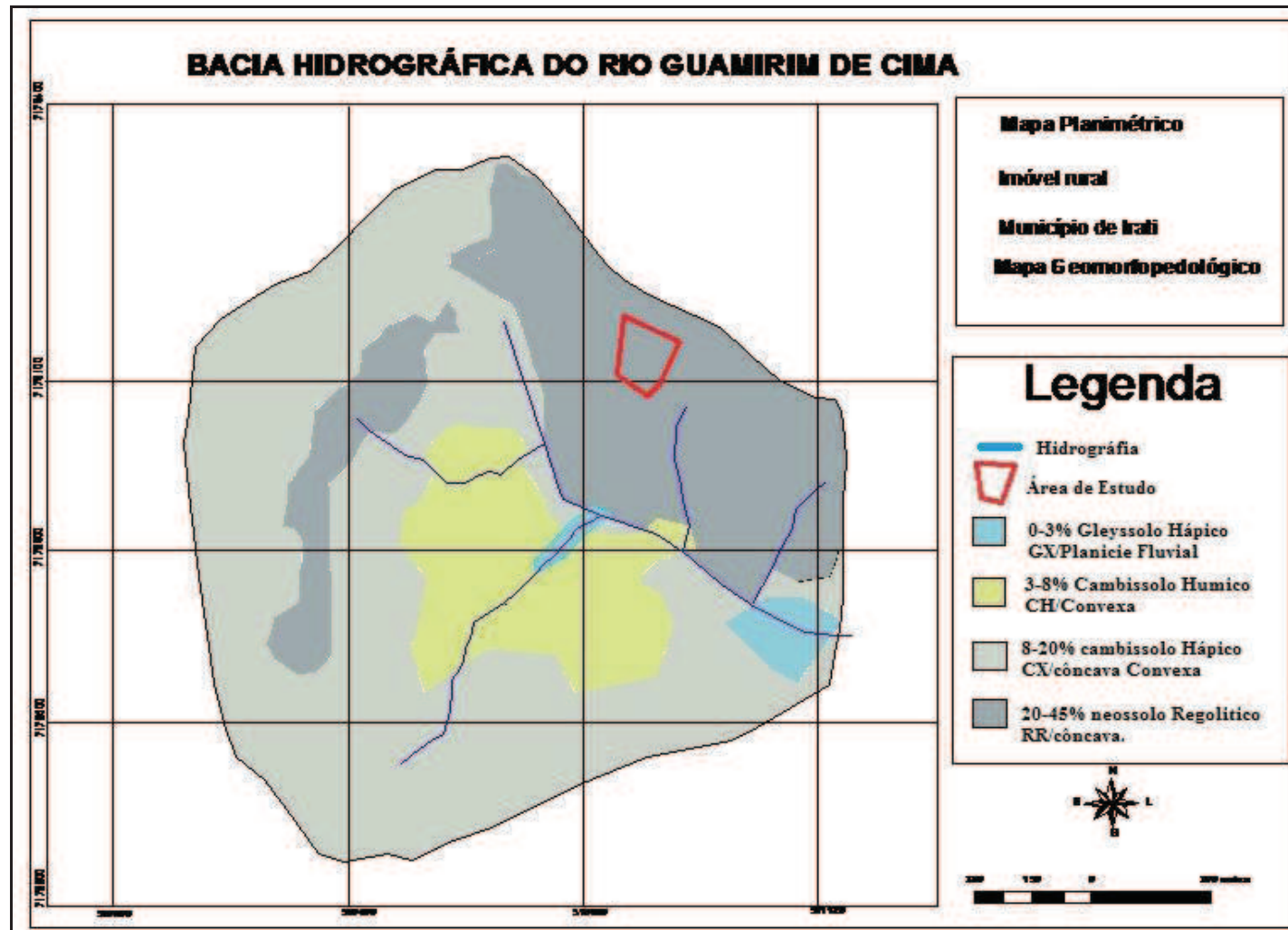


Figura 6: Mapa Geomorfopedológico da Bacia do Rio Guamirim de Cima
 Org. Antoneli, V.

Os Gleysolos apresentam um horizonte de subsuperfície (B ou C) de cor acinzentada (horizonte gley) (LIMA *et al.* 2007). A área em estudo ocupa, principalmente, a região plana ou abaciada de várzea na foz da bacia de drenagem. Visualmente, apresenta forte gleização com redução da presença de ferro e umidade permanente.

Já os cambissolos apresentam profundidades que variam de 50-130 cm, e são constituídos com materiais heterogêneos conseqüências principalmente de relevo e condições climáticas (OSAKI 1994). Através destas categorias temos a variação desta classificação em curtas escalas espaciais

Segundo Oliveira (2011) o conceito central é que os cambissolos são solos em estágio intermediário de intemperismo, isto é que não sofreram alterações físicas e químicas muito avançadas, que apresentam horizonte B em formação.

No entanto, os cambissolos ainda são mais profundos se comparados ao Neossolos. Pois os Neossolos que são solos rasos em estágio inicial de formação, sendo comum, a presença de perfil A-C ou A-R, com ocorrência, principalmente, em relevos declivosos, apresentando baixa espessura e, possivelmente, a presença de rochas (LIMA *et al.* 2007). Podendo constituir áreas de fragilidade ambiental.

Os Neossolos compreendem os solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso, com pequenas expressões dos processos pedogenéticos em conseqüência da baixa intensidade de atuação deste processo que ainda não atuou expressivamente alterando ou modificando o material originário, bem como a própria ação do relevo.

O Neossolo Regolítico apresenta varias restrições tanto em relação ao seu uso como também em relação a sua base produtiva. Com relação ao seu uso temos como característica, a baixa capacidade de armazenamento de água, exposição de rochas e pouco estoque de nutrientes. Com relação a sua base produtiva, não disponibilizam de suporte radicular para algumas plantas, devido a pouca profundidade, mas em alguns casos apresentam algumas fraturas verticais, que no caso do tabaco devido sua resistência consegue penetrar-se através delas.

Na bacia os Neossolos Regolíticos, aparecem em 25% da bacia principalmente em áreas extremamente declivosos as quais coincidem com as áreas cultivadas com o tabaco.

A distribuição dos minerais dos solos da área de estudo em relação à porcentagem de areia, silte e argila, nos três segmentos da vertente, alta, média e baixa pode ser observada na tabela abaixo.

Tabela 1: Distribuição dos minerais do solo dos três segmentos da vertente.

| Minerais | Segmento da Alta | Segmento da Média | Segmento da Baixa |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| % Areia | 17 | 20 | 24 |
| % Argila | 53 | 51 | 47 |
| % Silte | 30 | 29 | 29 |

* As coletas foram feitas de 0 a 30 cm de profundidade e foram feitas em laboratório particular.

A maior concentração é de argila, que esta associada à formação geológica da região. Embora apresente maior concentração deste mineral, o processo erosivo é bastante atuante na área devido à pressão exercida pelo uso e manejo bem como também estagio de degradação em que já se encontram estes solos, principalmente pelos vários anos em que é submetido ao cultivo do tabaco.

Nesta vertente os Neossolos Regolíticos estão em toda a área, acrescentada, com a forma e os variados níveis de profundidade e declividade que se encontram. Na alta vertente as declividades são menos acentuadas e os solos mais rasos, na média a declividade é mais acentuada e os solos apresentam a mesma característica de profundidade. Já na baixa vertente as declividades são menos acentuadas em relação à média vertente, mas em contrapartida os solos já apresentam maiores profundidades.

Através de tradagens construiu-se um esquema para representar a morfologia da vertente, assim como também demonstrar a posição de cada segmento e sua taxa de declividade e profundidade do solo.

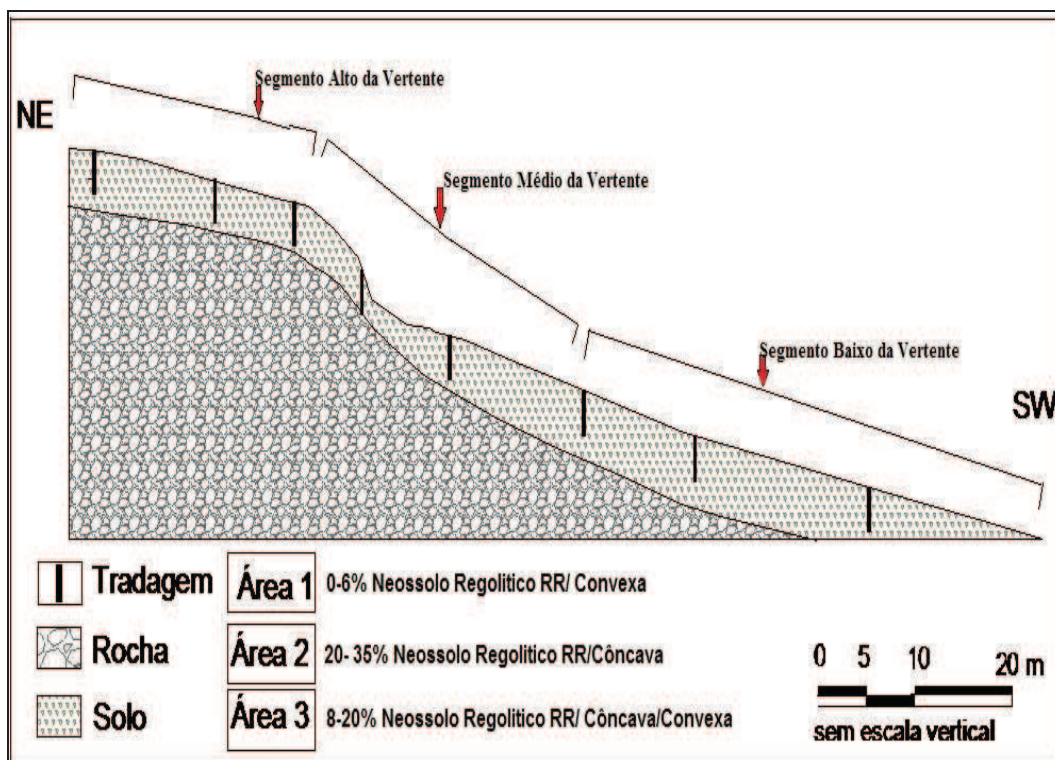


Figura 7: Perfil representativo dos segmentos da vertente.
Org. ANTONELI, V.

Os solos rasos em relevos declivosos se tornam muito susceptíveis ao processo erosivo, que no caso da fumicultura além da remoção de solos a perda de água também se faz presente, a qual acaba poluindo as águas, porque juntamente com o solo são carregados fertilizantes e herbicidas aplicados nas áreas cultivadas.

2.3. CLIMA REGIONAL

O Brasil apresenta uma diversidade climática, a maior parte de seu território se apresenta na zona tropical, sendo somente a região Sul que é dominada pelo clima subtropical, ou seja, clima tipicamente frio em comparação ao clima tropical onde são registradas temperaturas mais baixas do país.

No clima subtropical, as médias variam de 16 °C a 20 °C, com inverno bastante frio apresentando geadas freqüentes em quase todas as áreas, e em locais com altitudes mais elevadas, sendo possível até queda de neve. As estações do ano apresentam-se bastante diferenciadas com uma amplitude térmica anual relativamente alta (MAACK, 1968).

A dinâmica temporal e climática da região sul é formada por uma gama de fatores e elementos os quais se apresentam de forma muito heterogênea e com uma

frequência e intensidade muito particular de cada área dependendo do sistema de atuação e da escala de abordagem.

Dentro da classificação climática o Paraná se destaca pela sua localização longitudinal, latitudinal e também pela grande amplitude da altitude em relação ao nível médio dos mares, estes fatores são essenciais para a manutenção de um clima temperado, propriamente dito. Esta caracterização é visível através da carta climática do Paraná, como se pode observar na figura 08 que caracteriza o tipo climático do estado do Paraná bem como da área de estudo.

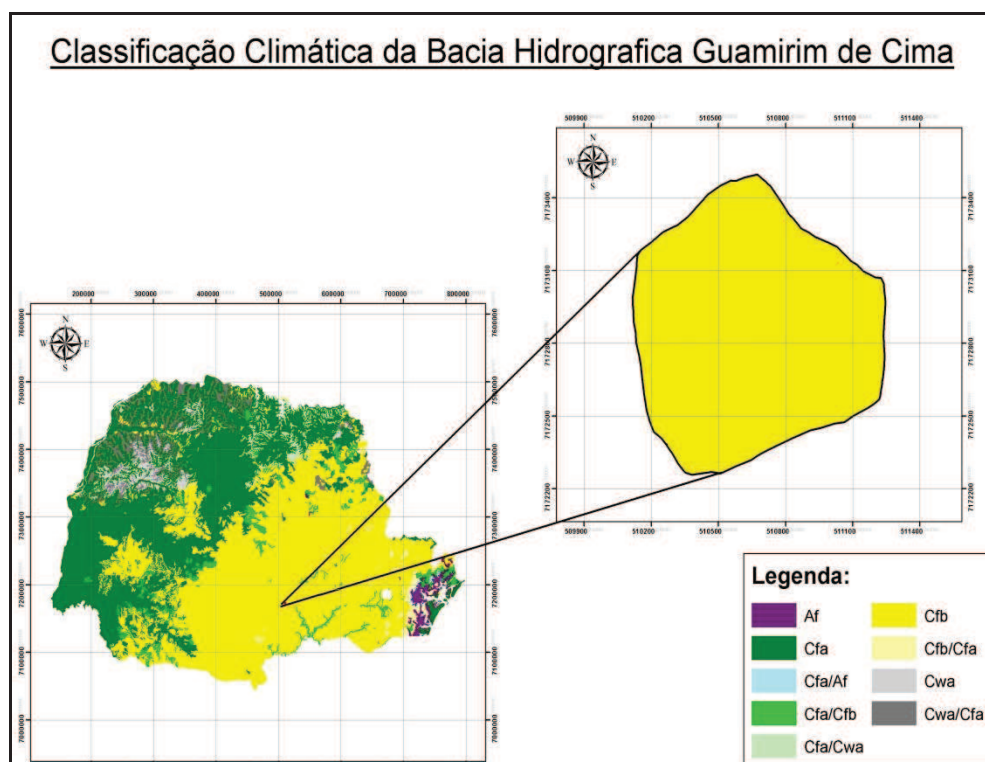


Figura 8: Mapa da classificação climática do Estado do Paraná
Fonte: ITCG/ Adaptado pelo autor.

O regime pluviométrico em quase toda a região do Paraná apresenta-se com relativa regularidade pelo ano inteiro, sem apresentar estações secas e chuvosas embora à concentração de chuvas seja maior nos meses de verão.

Embora o Estado não apresente estações secas e chuvosas algumas regiões apresentam maiores índices de pluviosidade em relação às outras, isto devido às particularidades físicas de cada região como exemplo, destacamos os maciços orográficos.

Na área de estudo a média de precipitação segundos dados do IAPAR como podemos observar na figura 09 apresenta média variando entre 1600 a 1800 mm

anualmente, vale destacar que estes são dados médios que podem ter variações devido à ocorrência ou presença de fenômenos extremos ou cíclicos.

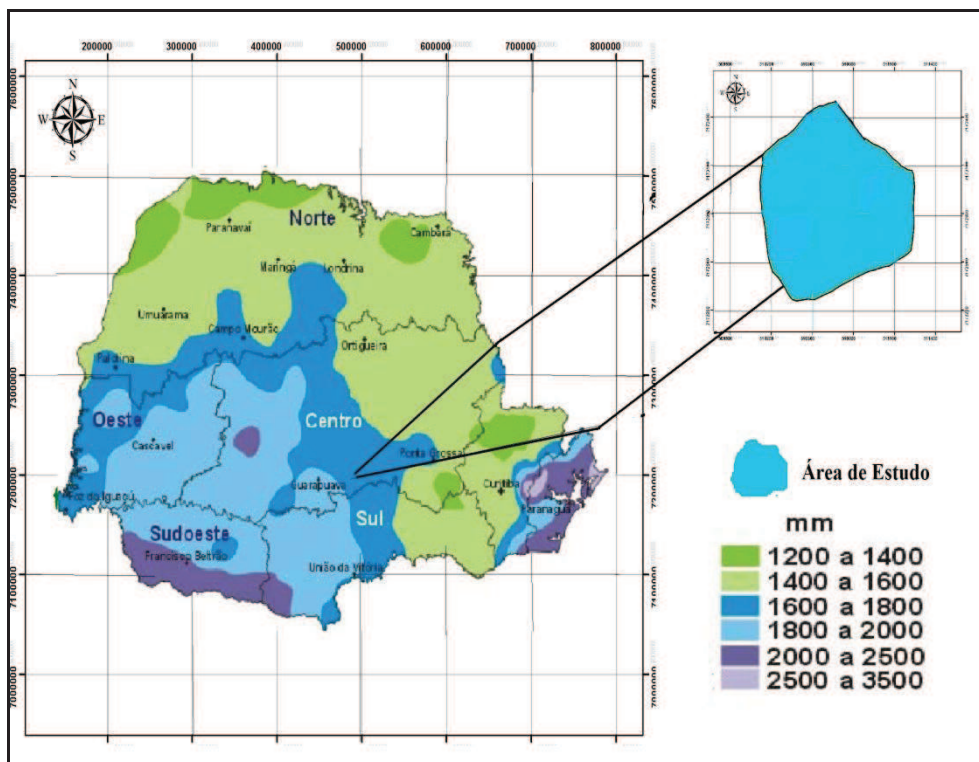


Figura 9: Mapa da distribuição média pluviométrica anual do Estado.

Fonte: IAPAR/Adaptado por Autor.

NERY (2005) salienta que esta região, devido a sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, principalmente as ocorrências frontogenéticas, principais causadoras de chuvas. Desta forma, estudar a dinâmica climática da Região Sul do Brasil requer uma análise sobre esses eventos, associando-os a continentalidade e maritimidade, por exemplo, que são efeitos locais gerados de climas regionais.

A região Sul devido a sua localização ao Sul do Trópico de Capricórnio, em uma zona temperada, é fortemente influenciada pelos sistemas de circulação perturbada de Sul, a qual é responsável pelas chuvas, principalmente no verão e pelo sistema de circulação de Leste, que acarretam a ocorrência de chuvas intensas, sendo em alguns casos caracterizadas como tempestades (INPE, 2013).

As massas de ar que atuam nas duas regiões do Brasil no caso Sul e Sudeste já foram caracterizadas a partir dos estudos de Monteiro (1963), trabalhos sobre a pluviosidade já eram observados anteriormente aos de Monteiro, exemplo disso temos Schroder (1956), que analisou a distribuição das chuvas no Estado de São Paulo no período de 1941 a 1951.

2.4. CLIMA DO MUNICÍPIO DE IRATI

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima de Irati é de predominância do clima subtropical úmido tipo Cfb (temperado) (úmido). Apresentando verões amenos, invernos com ocorrências de geadas severas e frequentes. O regime pluviométrico não apresenta muita amplitude, ou seja, não havendo estação chuvosa ou seca, o que é comum são períodos de estiagem prolongados, devido à ação de sistemas que bloqueiam a entrada e passagem de frentes.

A temperatura média anual é de 18 °C, a média da máxima fica em torno de 24,2 °C e média da mínima na casa dos 11,0 °C, a média mensal de precipitação pluviométrica é de 193,97mm e a média mensal de umidade relativa do ar é de 79,5% (Irati 2004) a média histórica da temperatura e precipitação com dados da estação meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) podem ser observados na figura 10, abaixo.

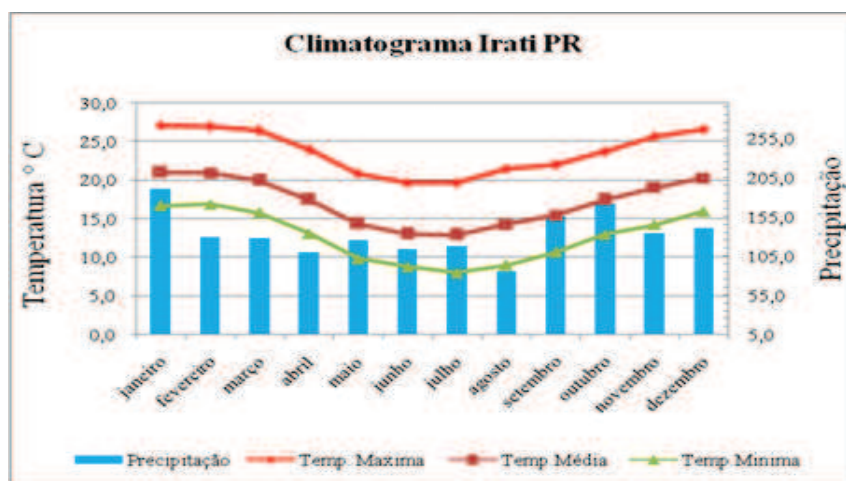


Figura 10: Estação Meteorológica de Irati Pr. Médias de 1973 até 2012.

Irati está localizado a oeste com a Escarpa de Esperança e a leste com a escarpa Devoniana, a Escarpa da Esperança também é considerada como um divisor entre o Segundo Planalto e o Terceiro paranaenses. O Segundo Planalto, Planalto de Ponta Grossa ou Planalto dos Campos Gerais é onde se localiza o município de Irati (MAACK, 1968).

Essa condição natural faz com que o município fique em um centro depressional, formando um corredor que direciona os sistemas atmosféricos atuantes e também os potencializa provocando a ocorrência de tempestades em algumas épocas do ano (BEDNARZ *et al*, 2012).

2.5. CARACTERIZAÇÃO DOS EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS

No decorrer do monitoramento entre os meses de abril de 2012 a fevereiro de 2013, vários sistemas atmosféricos atuaram na região e em especial na área de estudo, provocando não somente o aumento no volume pluviométrico, mas também um déficit se considerar a média histórica dos anos anteriores.

A figura 11, abaixo foi elaborada afim de analisar todas as média de precipitação do município de Irati – Pr, com base nas informações catalogadas da estação meteorológica desde o ano de 1973, para melhor representar os dados foram calculado os desvios de máxima e de mínimas bem como as médias da precipitação dos ultimos 40 anos, com relação aos dados coletados a campo da área em estudo,afim de representar/apresentar se os dados estão dentro ou fora dos padrões históricos.

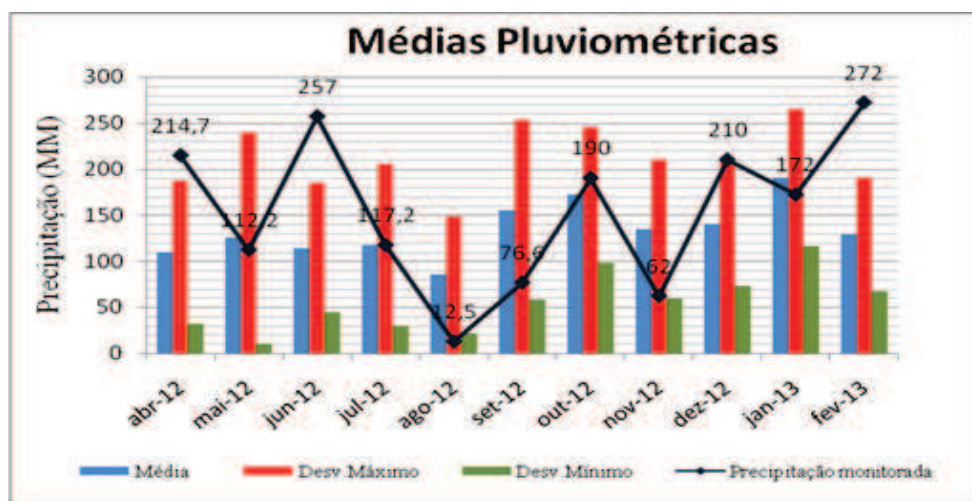


Figura 11: Estação Meteorológica de Irati Pr. Médias de 1973 até 2012.
Org. Autor

Por meio da figura 11 observa-se que em abril de 2012 a ocorrência de chuvas mais intensas causou a elevação na média da precipitação perante anos anteriores este fato ocorreu devido à atuação de vários sistemas frontais em conjunto com a passagem de perturbações na média e alta troposfera as quais elevaram em alguns eventos o volume precipitado.

Já o mês de maio permaneceu dentro da média histórica, mesmo com as incursões de massas de ar frio que declinaram as temperaturas mínimas a valores em torno de 0°C nas serras gaúchas e catarinenses, bem como no Paraná, neste período houve uma forte atuação de dois sistemas frontais um no sul da Amazônia e outro a

Leste do litoral na altura 23° até os 11° latitude, os quais formaram um bloqueio diminuindo a incursão de sistemas frontais, (INMET, 2013⁶).

No decorrer da primeira quinzena de junho houve a incursão de massas de ar frio que declinaram as temperaturas em várias localidades do sul do Brasil estes sistemas foram responsáveis pelo aumento pluviométrico registrado.

O mês de julho foi marcado pela diminuição das chuvas no Paraná bem como em outras regiões do Brasil devido o posicionamento e a maior intensidade das correntes de jato na alta troposfera que contribuíram para a ocorrência de chuvas no norte do Rio Grande do Sul até o meio do Estado de Santa Catarina bem como também para a entrada de massas de ar frio mais intenso no sul (INMET, 2013). Estas massas de ar frio que avançaram em meados de julho proporcionaram a formação de geada com isso os sistemas responsáveis pela precipitação pluviométrica perderam energia diminuindo o volume de precipitação em relação ao mês anterior.

Em agosto a atuação de um sistema de alta pressão anômalo adjacente à costa sudeste da América do Sul contribuiu para a escassez de chuva, durante o mês de agosto, na maior parte do Brasil. Segundo (INMET, 2013) a presença do escoamento anticiclônico anômalo adjacente à costa sudeste da América do Sul refletiu em uma situação de bloqueio que predominou no decorrer deste mês até metade do mês de setembro causando inibição das chuvas na maior parte do Brasil.

Segundo dados do CPTEC-INPE a partir do dia 20, com a diminuição dos bloqueios na região do Pacífico Sul, três sistemas frontais conseguiram atuar em território brasileiro, favorecendo a precipitação de chuvas e posteriormente o declínio das temperaturas.

Este sistema de escoamento anticiclônico anômalo que atuou nos meses de agosto e setembro na costa da América do Sul proporcionou o declínio do volume pluviométrico em relação aos anos anteriores tanto em relação às médias como as mínimas.

Em contrapartida em outubro, as atuações de sistemas frontais voltaram apresentar padrões normais de atuação provocando uma elevação no volume

⁶ As informações que foram descritas no capítulo 2.3 foram coletadas através da análise dos boletins técnicos disponibilizados pela instituição bem como pela interpretação de imagens de satélite gentilmente fornecidas pelo SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e Marinha do Brasil a qual disponibiliza imagens no site diariamente.

pluviométrico. Estes sistemas atuaram até a primeira semana de novembro, onde perderam forças, reduzindo as chuvas do referido mês.

Nos meses de dezembro e janeiro as atuações dos sistemas atmosféricos proporcionaram um aumento no volume pluviométrico em dezembro, mas, contudo já no mês de janeiro este voltou a apresentar comportamento normal segundo dados do (INMET 2013) o que manteve a média no mês de janeiro.

O último mês do verão foi marcado, segundo o INMET pela presença da Alta da Bolívia, e vórtices ciclônicos sobre a América do Sul e Oceano Atlântico, inibido as chuvas nos setores centrais e leste do Brasil durante o mês porém favoreceu o excesso de chuva em grande parte da região norte do país. Já no norte até o centro sul do Paraná as altas temperaturas e elevadas taxas de umidade adjacentes foram responsáveis pela presença de chuvas orográficas e convectivas causando variação do volume de chuva tanto na escala temporal como espacial.

Portanto os maiores índices pluviométricos foram registrados nas estações do inverno e do verão como podemos observar na figura 12. Na estação do inverno isso foi possível devido à maior incursão de massas e sistemas que alteram as condições de tempo, e no verão podemos observar que em conjunto com os sistemas atuam também outros tipos de chuva como a orográfica devido ao posicionamento geográfico e a convectiva devido à alta taxa de evapotranspiração e altas temperaturas.

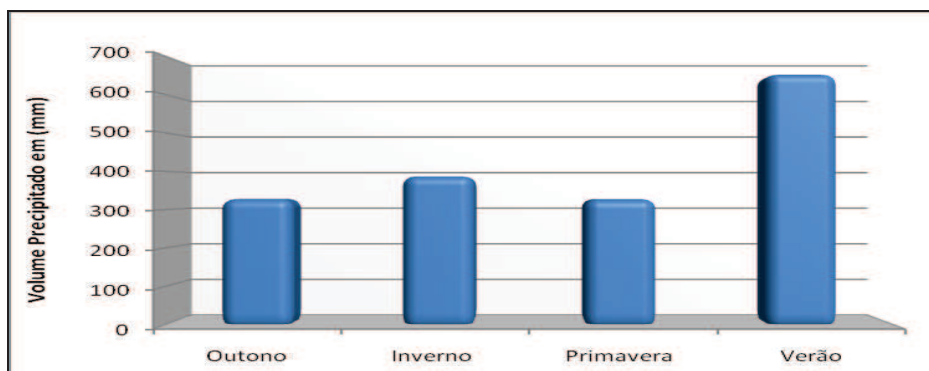


Figura 12: Distribuição Pluviométrica sazonal na área de pesquisa.

Com base nos dados coletados observa-se que há um desvio das médias em relação à precipitação sazonal, devido aos fatores acima citados, mas em relação à média total anual ela se apresenta dentro das médias históricas com base no mapa da distribuição pluvial do Estado do Paraná.

Associado ao processo erosivo, visto que a precipitação é um dos principais componente (em conjunto com outros) responsáveis, observa-se que nos meses de

inverno na região do estudo está não causa nenhuma alteração mesmo apresentando 23% do volume anual, pois neste período os solos encontram-se recobertos com cobertura vegetal, já nos meses de verão em que há um aumento de 16% no volume em relação ao inverno, esta acaba potencializando o processo de remoção dos solos, principalmente nos que estão sob o cultivo tradicional.

CAPÍTULO III

3 MATERIAL E MÉTODO

Toda pesquisa traz consigo uma contribuição, porém ela terá importância perante a comunidade científica desde que apresente ou siga um método. O método refere-se como sendo a ordem que se segue na procura de uma verdade no estudo da ciência, para procurar um fim determinado com uma explicação coerente sendo assim, pode-se considerar o método como sendo a “espinha dorsal” de uma investigação.

Segundo Libault (1971) os trabalhos produzidos dentro da Ciência Geográfica devem ser acompanhados de uma seqüência lógica. Estruturada em níveis que vão dando a orientação para que o autor possa dar início ao trabalho, justificando de forma clara, objetiva e finalize com argumentos concretos.

Relacionando-se os métodos e as técnicas algumas conhecidas e outras novas ou adaptadas das que a literatura nos orienta ou nos mostra é que se pode chegar aos objetivos propostos numa investigação científica.

Nesta pesquisa, foram utilizadas metodologias relacionadas com a avaliação da dinâmica erosiva de solos, e outras relacionadas com os fatores e elementos climáticos ambas seguindo uma seqüência (figura 13). O monitoramento foi realizado em duas etapas, a primeira no período de entressafra nos meses de abril a julho caracterizado pelo pousio do solo a espera da próxima safra, e a segunda no período da safra do tabaco (setembro a fevereiro).

Como demonstra a figura 13 após a identificação do problema a ser pesquisado buscou-se apoio literário para obtenção do melhor método que pudesse alicerçar a referida pesquisa. Logo após a identificação do método iniciou-se o monitoramento das variáveis erosivas e meteorológicas primárias bem como a busca de dados secundários, para posteriormente serem feitas análises e contextualizações dos dados para a construção do trabalho final.

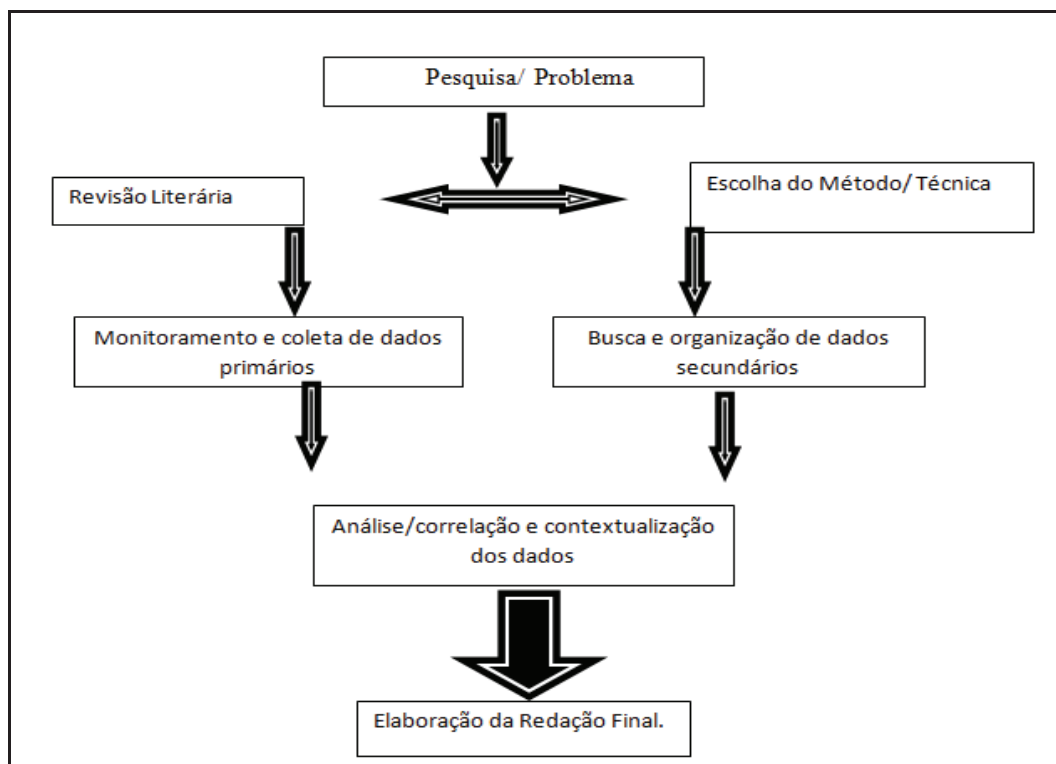


Figura 13: Fluxograma adotado na pesquisa.

3.1. MONITORAMENTO DAS VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS

No monitoramento das variáveis atmosféricas foram coletados dados de uma estação meteorológica modelo *Easyweather* com autonomia de coleta automática de uma em uma hora, a estação de coleta de dados está localizada em área livre de interferências estruturais (árvores, cercas, rede elétrica e residências) e a uma altura de 1,5m do solo próxima da vertente onde foram coletados os dados de erosão de solos.

Para ter uma maior confiabilidade foram utilizados dados de dois pluviômetros um instalado próximo da área e outro afastado cerca de 1,5 km, assim como também foram utilizados dados da estação meteorológica de Irati a qual está localizada na área pertencente ao Colégio Florestal Centro Estadual de Educação Profissional Presidente Costa e Silva 25° 28' Sul e 50° 38' Oeste, com altitude de 840 metros em relação ao nível médio dos mares.

A estação é administrada pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) desde o início de sua operação no ano de 1967, os dados são coletados diariamente nos três horários padrões (09h00min, 15h00min e 21h00min). Segundo o responsável os dados são repassados diretamente à sede regional do INMET em Porto Alegre-RS, onde são sistematizados estatisticamente e armazenados para uso em pesquisas e também

para o monitoramento e controle das condições do tempo como também para posterior controle climático.



Figura 14: Estação Meteorológica presente na área de estudo.

Nos principais eventos pluviométricos houve o acompanhamento sinótico dos sistemas atmosféricos que estavam atuando na região através das cartas sinóticas e imagens de satélites disponíveis em sites da Marinha do Brasil, CPTEC- INPE e também pelas imagens do SIMEPAR⁷.

Devido à particularidade da morfologia da região e principalmente pela localização *front* a Escarpa da Esperança, a qual apresenta fatores condicionantes e favoráveis para o aumento da intensidade e do volume pluviométrico, a presença de chuvas convectivas e orográficas é visivelmente mais presente em alguns meses do ano, afetando diretamente no processo erosivo haja vista que a intensidade e volume pluviométrico é uma das principais variáveis do índice de remoção de solos.

3.2. CARACTERIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Para a elaboração dos mapas utilizou-se de um GPS Geodésico da marca *Leica SR 20*, com frequência receptora L1, precisão do módulo Cinemático de 30 cm e no módulo Estático 05 cm. Para a obtenção dos dados foi percorrida toda a extensão do perímetro da Bacia de estudo bem como toda sua área, onde foi realizado o

⁷ Algumas imagens foram cedidas gentilmente outras estão disponíveis no site.

“fatiamento” das diversidades de campo como uso e ocupação, áreas preservadas, cursos hídricos e coleta de pontos da altitude a fim de elaborar mapas de declividades.

Após a realização da coleta de dados em campo os mesmos foram tabulados e processados em gabinete utilizando o *Software* Gis Data Pro 5.0 onde foi realizada a correção dos pontos e convertidos todos os dados para a extensão *Shapefile*. Com os dados em *Shapefile* e com um banco de dados criados foi realizado a edição dos mapas através do *Software* ArcGIS 9.2. A partir da confecção dos diferentes tipos de mapas, foi avaliado o uso e ocupação do solo, hipsometria, declividade e mapas de localização da área de estudo.

3.3. CALENDÁRIO AGRÍCOLA

Para relacionar a produção de sedimentos e a dinâmica de uso do solo, sob o cultivo do tabaco, elaborou-se o calendário agrícola da área. Com isso, foi possível identificar e associar às variáveis que interferem na produção de sedimentos (intensidade e distribuição da chuva fator topográfico e tipo de uso e manejo) bem como os períodos de maior disponibilidade de solos para o transporte.

Através do calendário agrícola pode-se fazer o cruzamento de informações e de atividades desenvolvidas na área, a fim de buscar compreender em qual período ou atividade o processo de perda de água e solo é maior ou menor.

3.4. AVALIAÇÃO DA DECLIVIDADE

Para mensurar o grau de inclinação da vertente, das parcelas e dos camalhões utilizou-se de um clinômetro tipo Abney. Esse equipamento consiste em um pêndulo vertical de bolha a qual dá a base de nivelamento na horizontal como referência em, uma escala graduada que mede o ângulo do plano ou linha, resultando em medidas em graus ou porcentagem.

A mensuração se deu através da medida tanto na vertical como na horizontal dos camalhões, obtendo-se várias medidas por parcela a fim de garantir uma média que melhor representasse a realidade de campo, assim como na horizontal obtendo uma medida média referente à declividade da parcela.

3.5. MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS

Segundo Marchioro & Augustin (2007) os primeiros estudos de erosão do solo tiveram predominantemente caráter qualitativo. Atualmente envolvem também a quantificação, possibilitando mensurar o transporte de material e sua relação com a

vertente, sendo assim possível mensurar os principais aspectos responsáveis pela origem do processo erosivo.

Uma contribuição no sentido dos métodos sobre mensurações dos processos erosivos foi dada por De Ploey e Gabriels (1980), que indicam a existência de várias técnicas de mensuração da erosão do solo que podem ser realizadas, tanto de forma indireta (volumétrica), e direta (dinâmica), se utilizando da precipitação simulada ou chuvas naturais. A primeira forma de mensuração é feita através da exposição de estacas ou (pinos) em diferentes porções da vertente, resultando em uma resposta que é expressa em metros, centímetros ou milímetros, possibilitando verificar onde ocorre maior e menor erosão. A segunda, ao estimar diretamente a erosão do solo através da utilização de parcelas, ou *plots* experimentais, alocadas ao longo da vertente, as quais permitem relacionar a erosão do solo com o volume total de água escoada e a precipitação, sendo seus resultados expressos em quilograma/litro, grama/litro ou tonelada/hectare, relacionando esta perda diariamente, mensalmente, anualmente ou até mesmo por ciclos (que é o caso ou temática deste estudo).

A mensuração da perda de solos neste trabalho foi realizada em dois momentos o primeiro no período de entressafra, com cobertura vegetal (no caso Aveia preta *Avena strigosa*) nos meses de março a agosto, e em um segundo momento a partir do mês de setembro logo após a confecção dos camalhões que compreende o período do cultivo do tabaco (setembro a fevereiro).

O monitoramento da entressafra iniciou-se a partir do mês de abril até o mês de agosto este em que se faz o revolvimento do solo com o uso de uma grade mecânica, de 12 discos de 32 mm, fazendo o revolvimento da matéria verde a uma profundidade média de 25 cm.

Em um primeiro momento, neste período de entressafra foram definidas parcelas com área de 1m de largura por 2m de comprimento sendo que neste período apenas foram instaladas 10 parcelas, para o monitoramento. Neste caso os dados coletados se referem ao período em que o solo estava sob o cultivo de cobertura vegetal aveia preta, (*Avena strigosa*).

Este tipo de parcela de pequeno porte tem sido empregado para investigar infiltração e erosão em diversas pesquisas ao longo do tempo, com ampla aplicabilidade em diversas partes do globo terrestre, inclusive com boa aceitação no Brasil. Segundo Hudson (1993), as parcelas com área de 1 m² a 2 m², servem para investigações

preliminares sobre escoamento e erosão do solo, com objetivo principal de comparar a infiltração, o escoamento e erosão em diferentes sistemas de uso.

As parcelas foram construídas com tábuas de madeiras com 12 cm de largura, totalizando 10 parcelas (Figura 15 A e B). As parcelas foram fixadas no solo a uma profundidade de 5 cm no sentido do declive. Elas formaram uma estrutura isolada das áreas adjacentes, possuindo saída para uma calha coletora (Gerlach⁸) que, por sua vez foi conectada a uma caixa de polietileno de 100 litros enterrada ao solo para armazenar água e sedimentos.

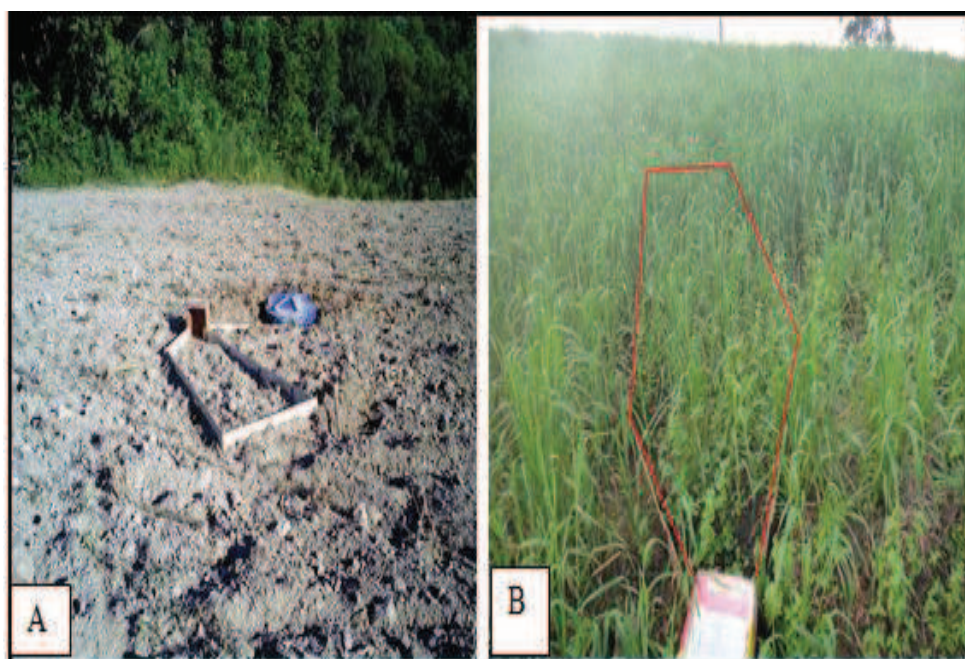


Figura 15: Parcelas de infiltração e escoamento no período de entressafra sem cobertura vegetal (A) e com cobertura vegetal(B).

No mês de agosto até a primeira quinzena do mês de setembro não houve monitoramento⁹, momento em que foram construídos os camalhões. No início do mês de setembro foram construídos os camalhões como se pode observar à esquerda da figura 16. Os “camalhões” acabam por formar um micro “divisor de águas”, onde o fluxo laminar se concentra sobre o meio da entrelinha. Neste local foram instaladas as calhas, neste momento não se delimitou a área com parcelas e sim se utilizou do divisor de águas a montante e dos camalhões nas laterais como divisores “naturais” como se pode observar na figura 16.

⁸ Estas calhas foram adaptadas com canos de 50 mm a fim de diminuir o entupimento por materiais mais grosseiros como restos dos troncos dos pés de tabaco da safra anterior, os quais foram incorporados junto ao solo pela grade.

⁹ Devido ao fato de que a área estava sendo revolvida constantemente, este período a quantidade pluviométrica foi insignificativa devido a condições temporais atmosféricas atuantes na época, não provocando nenhum tipo de escoamento ou processo erosivo (avaliação empírica).



Figura 16: À esquerda esquema sobre os camalhões logo após a construção.

Segundo Antoneli & Bednarz (2010) esses camalhões se tornam canais efêmeros por que acabam concentrando água da chuva e promovendo um fluxo maior potencializando as perdas de água e solo, isso ainda é mais intensificado pela dinâmica de uso e manutenção do solo em especial na área das entrelinhas para a eliminação das ervas daninhas.

Após a confecção dos camalhões foram instaladas 12 calhas, sendo quatro na parte alta quatro na média e quatro na baixa vertente, cada uma com área de contribuição e declividade diferentes conforme a (tabela 01). Neste caso, as “parcelas naturais” foram obtidas através dos camalhões, sendo que estes apresentam algumas diferenças entre um e outro no sentido de declividade e extensão, como descrito na tabela 02.

Estas calhas coletoras serviram para a mensuração da remoção de solos durante a safra as quais foram espalhadas por pontos pré-fixados. Esta etapa do monitoramento se deu da segunda quinzena do mês de setembro, época do plantio até a primeira semana do mês de março (termino da colheita).

Após cada evento pluviométrico significativo¹⁰ as parcelas e as calhas foram monitoradas, sendo registrados: a precipitação pluviométrica, o volume de água escoada e o sedimento retido na calha e no recipiente no caso a caixa. O material retido na calha

¹⁰ Significativo considerando o evento que provocou escoamento superficial e carregamento de materiais.

foi coletado por meio de uma colher e um pincel, posteriormente este material foi acondicionado em um recipiente de alumínio e levado para secagem.

Tabela 2: Distribuição das parcelas nos segmentos da vertente.

| Nº de Parcela | Segmento da vertente | Declividade % | Comprimento das parcelas | Área de Contribuição M ² |
|---------------|----------------------|---------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 01 | Alta | 11 | 11 | 14,3 |
| 02 | Alta | 3,5 | 11 | 14,3 |
| 03 | Alta | 04 | 17 | 22 |
| 04 | Alta | 04 | 17 | 22,1 |
| 05 | Média | 12 | 14 | 18 |
| 06 | Média | 12 | 25 | 32,5 |
| 07 | Média | 09 | 30 | 39 |
| 08 | Média | 09 | 17 | 23 |
| 09 | Baixa | 12 | 14 | 18 |
| 10 | Baixa | 11 | 27 | 34,8 |
| 11 | Baixa | 12 | 13 | 16,8 |
| 12 | Baixa | 10 | 33 | 42,9 |

* A largura das linhas em ambos os segmentos é de 1,30 metros.

Após cada evento, foram feitas coletas de três amostras em cada parcela a fim de obter uma média de perda de solo em cada uma delas para diminuir possíveis erros ou tendências no momento da coleta. Portanto cada evento gerou 36 amostras (12 na alta, 12 na média e 12 na baixa vertente) das quais foi possível extrair a média de perda para cada segmento.

O material das três amostras coletadas (água + sedimento) de cada caixa foi levado para secar em estufa a 105° C por 24 horas, em seguida pesados e tabulados resultando nos valores que serão apresentados mais adiante.

3.6. AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE

A rugosidade do solo ou microrrelevo superficial refere-se a pequenas alturas da superfície do solo, sendo microdepressões e microelevações em distâncias relativamente pequenas (Zobeck & Popham, 1997).

Utilizou-se da técnica da corrente Morgan *et al.*(1998) que consiste em dispor uma corrente sobre a superfície preenchendo cuidadosamente à rugosidade (depressões) como podemos observar na figura 17. O índice de rugosidade é obtido pela razão da distância entre dois pontos (linha reta), pela distância medida considerando as irregularidades da superfície.

$$R = \frac{Y - X}{Y} \times 100$$

Equação 01

Em que: R= rugosidade;

Y= distância preenchida pela corrente nas rugosidades da superfície;

X= distância direta entre os dois pontos.

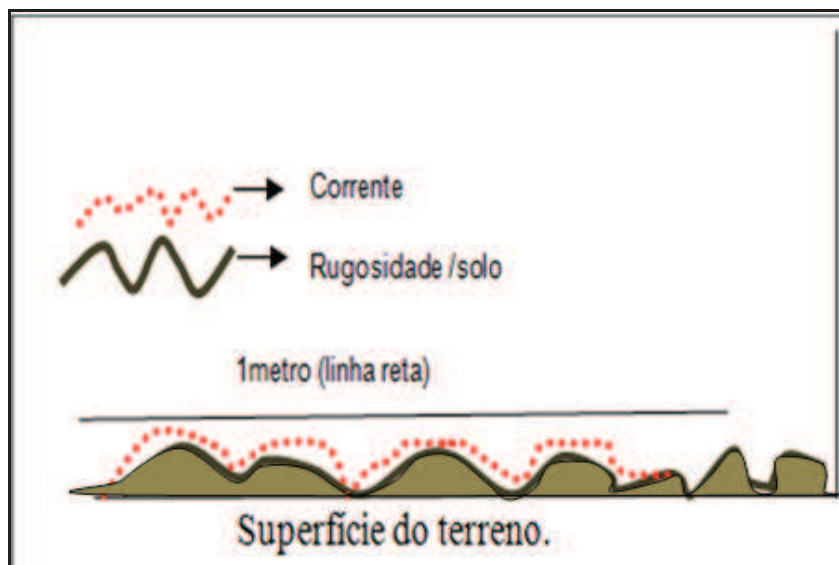


Figura 17: Esquema representativo do método de medição da rugosidade.

Para este procedimento foram feitas mensurações no solo no período de entressafra e durante a safra. Na entressafra foram feitas coletas aleatoriamente em vários pontos da vertente antes da gradagem que é feita para a incorporação da matéria verde ao solo a fim de obter-se uma melhor média representativa.

No período da safra as mensurações foram feitas seguindo a diversificação das atividades desenvolvidas no solo, dentre elas: demarcação e construção dos camalhões, a utilização da capinadeira e aterrador.

Nestas etapas foram feitas diversas mensurações ao longo das entrelinhas para se obter uma média representativa de toda a vertente.

3.7. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DO SOLO

O índice de cobertura vegetal dos solos tem uma grande importância principalmente na redução do impacto da energia cinética responsável pelo início do processo erosivo.

Vários autores relatam a importância da cobertura vegetal para atenuar o processo erosivo dentre eles podemos destacar Tricart (1977), Guerra (2005) e Gomes (2010).

O procedimento de avaliação da exposição do solo e do índice de cobertura vegetal foi realizado com base no método proposto por Antoneli (2011), onde se utilizou de dois métodos, um referente à porcentagem de solo exposta, através de um quadro de madeira (1x1m²). Neste quadro foram feitas subdivisões a cada 10 cm,

formando uma malha de 100 quadros menores de 100 cm² cada, a partir dessa malha foi realizada a avaliação da exposição do solo em 1 m.

Segundo Antoneli (2011) para estipular o percentual de exposição dentro desses quadros menores, é realizada uma avaliação visual indicando um valor aproximado do percentual de exposição. Ao término da avaliação dos 100 (cem) quadros menores, somam-se todos os valores estimados e divide-se pelo número total de quadros. O resultado do percentual de exposição do referido ponto é estimado pela equação.

Equação 02

$$P_{exp} = \frac{\sum_{m=1}^{n-1} qm}{Nq}$$

Onde:

P_{exp} = Porcentagem de exposição do solo em 1m²

$\sum qm$ = Somatório da exposição dos quadros menores (100 cm²)

Nq = Número total de quadros menores do equipamento.

Foram feitas 06 coletas aleatórias em cada segmento da vertente no período da entressafra quando o solo estava sob cobertura verde aveia preta, (*Avena strigosa*) que se deu no período do mês de abril com a semeadura até o mês de agosto com incorporação da matéria verde ao solo. A partir da segunda quinzena do mês de maio não foi mais possível utilizar este equipamento devido ao grande volume de massa e também pela altura em que a gramínea se encontrava.

Outro procedimento adotado foi à mensuração da exposição do solo na fumicultura, através do acompanhamento da evolução (crescimento) da planta do tabaco, onde o mesmo foi avaliado a altura, largura e comprimento médio das folhas e o raio de cada planta do tabaco.

De posse de duas réguas, uma delas com um nível acoplado, foi possível avaliar o grau de exposição do solo durante os estágios do crescimento da planta além da declividade dos camalhões. As coletas foram realizadas quinzenalmente em pontos pré-estabelecidos, seguindo como exemplo o esquema demonstrado na figura 18.

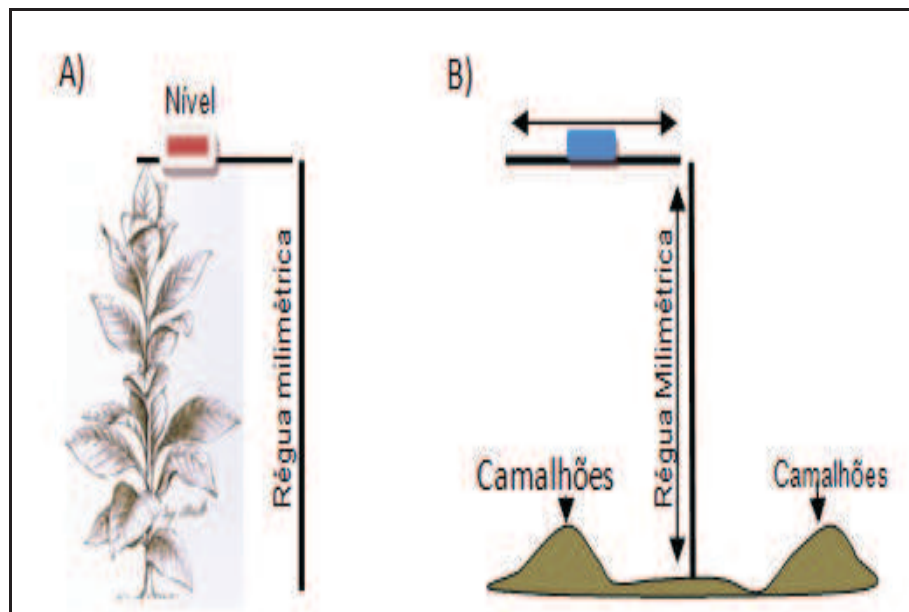


Figura 18: Esquema representativo da medida da influência das folhas do tabaco na exposição do solo.

3.8. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE UMIDADE DO SOLO

O monitoramento da umidade do solo sob o cultivo do tabaco se deu através de um sensor de umidade modelo “espeto” o qual quando introduzido ao solo registra os valores de umidade e transmite a uma central com Data Logger, que faz o registro dos dados, que posteriormente são copiados para o computador de maneira manual.

A mensuração desta variável ocorreu de maneira aleatória em toda a área da vertente, sendo tomada como critério a direção de um pé de tabaco até atingir outro, fazendo as mensurações de 10 em 10 centímetros, sempre na mesma profundidade. Sendo que em cada etapa de coleta foram feitas 10 mensurações em cada segmento da vertente a fim de melhor representar a variável analisada.

Foram coletados dados a partir do transplante do tabaco de 15 em 15 dias para ter uma melhor representação da distribuição espacial superficial da umidade, bem como para avaliar a influência das folhas na redistribuição das águas pluviais.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DOS DADOS

4.1. CALENDÁRIO AGRÍCOLA

Para relacionar a produção de sedimentos com a dinâmica de uso do solo, elaborou-se o calendário agrícola da área de monitoramento. Assim, fica possível identificar as variáveis que estão influenciando na produção de sedimentos bem como em quais os períodos houve maior disponibilidade de solos para o transporte associado com o volume precipitado.

Segundo Antoneli (2011) a elaboração do calendário agrícola tem por objetivo, o cruzamento das informações mensais que a bacia apresenta sob o predomínio de um determinado tipo de uso.

Estas informações podem ser correlacionadas com o volume precipitado mensalmente, portanto neste sentido, poderá ter uma resposta da dinâmica erosiva em cada sistema de manejo adotado.

O calendário agrícola da vertente monitorada foi analisado a partir do mês de março, que se torna um divisor entre período de safra e entressafra. Após o término da colheita no mês de fevereiro, espera-se em torno de trinta dias para fazer o incorporamento dos restos do cultivo do tabaco para realizar a semeadura da cobertura vegetal de inverno.

A semeadura principalmente da aveia preta ocorre no final do mês de março e início de abril, este procedimento é adotado pela maioria dos fumicultores a fim de promover a cobertura do solo, formação de biomassa para incorporar o solo, assim como proteger a superfície do solo contra as intempéries.

Como se pode observar no calendário a dinâmica de uso e manejo do solo na vertente apresenta-se de duas maneiras distintas. Uma caracterizada por um mínimo de uso e manejo bem como de mobilização do solo no período de entressafra, e outra caracterizada por um intenso manejo no período da safra.

Estas características estão descritas na figura 19, que representa a dinâmica da área de estudo através do calendário agrícola.

| | Abr. | Mai. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. |
|--|--|------|------|------|---|---|---|------|------|---|------|
| Entressafr | Início do monitoramento. Solo revolvido para semeadura da adubação verde (<i>Aveia preta Avena strigosa</i>). | | | | | | | | | | |
| | Solo coberto pela adubação Verde (não sendo desenvolvido nenhum tipo de atividade). | | | | | | | | | | |
| | | | | | Solo revolvido (gradagem) sendo feita a incorporação da massa verde o solo. | | | | | | |
| Safr | | | | | | Início das atividades da safra, preparo do solo construção dos camalhões e transplante do tabaco. | | | | | |
| | | | | | | | Tabaco em fase de crescimento, sendo o solo revolvido constantemente (utilizando a capinadeira, aterrador, pé de pato). | | | | |
| | | | | | | | | | | Fase da colheita solo sem revolvimento, (termino do monitoramento). | |
| Chuva (mm) | 214 | 112 | 257 | 117 | 12 | 77 | 188 | 62 | 210 | 172 | 272 |
| Chuva por período | 712 (mm) | | | | | 981 (mm) | | | | | |
| Obs. No mês de dezembro somente na primeira quinzena é submetido algum tipo de processo para revolvimento do solo, geralmente se utiliza da capinadeira para este fim. Após há segunda quinzena tem se o início da fase da colheita. | | | | | | | | | | | |

Figura 19: Calendário Agrícola da área de monitoramento.

Na época da entressafr nos meses de abril, maio, junho e julho são caracterizados pela presença constante de cobertura vegetal, esta é incorporada ao solo no mês de agosto, um mês antes do início das atividades da safra.

Já no período da safra as atividades na vertente são intensificadas tornando dinâmico o índice de exposição, revolvimento e rugosidade. Outro ponto que difere entre um período e outro é o volume da precipitação que apresenta 37% a mais do que o período da entressafr. Além disto, nos meses de colheita embora não seja desenvolvida nenhuma atividade com o solo através de equipamentos, este sofre semanalmente com o tráfego e pisoteio de pessoas que fazem a colheita do tabaco.

A morfologia do tabaco é diferenciada de outras culturas cultivadas na região, seu cultivo na lavoura tem início no mês de setembro e passa a se desenvolver até meados do mês de fevereiro, com o passar do tempo às mudas vão se desenvolvendo e ganhando tamanho mudando sua morfologia no decorrer dos meses, provocando uma mudança significativa no sistema de uso e manejo bem como nas características hidrológicas que ocorrem na vertente.

4.2. EXPOSIÇÃO DO SOLO

A dinâmica produtiva do tabaco promove diferentes índices de exposição de solo durante um ano. No período da entressafra observa-se que logo no final da fase da colheita os solos são gradeados para semeadura de adubação verde, nesta fase o solo encontra-se 100% exposto.

No passar dos meses a cobertura vegetal tende a crescer e reduzir a porcentagem de exposição de solos, chegando a um equilíbrio em termos de porcentagem, no segundo mês após a germinação da espécie cultivada. Geralmente este processo é feito no final do mês de março e início de abril. A biomassa fica sobre o solo até o mês de agosto onde novamente é incorporada.

Após o mês de setembro os solos utilizados para o plantio do tabaco passam a apresentar diferenças no índice de exposição, mudando de um solo 100% exposto no mês de setembro para um solo com apenas 20% de exposição no mês de fevereiro.

Através da figura 20 observa-se o comportamento da exposição do solo ao longo dos dois períodos, a linha pontilhada na cor verde representando o período da entressafra e a linha amarela contínua representando a safra.

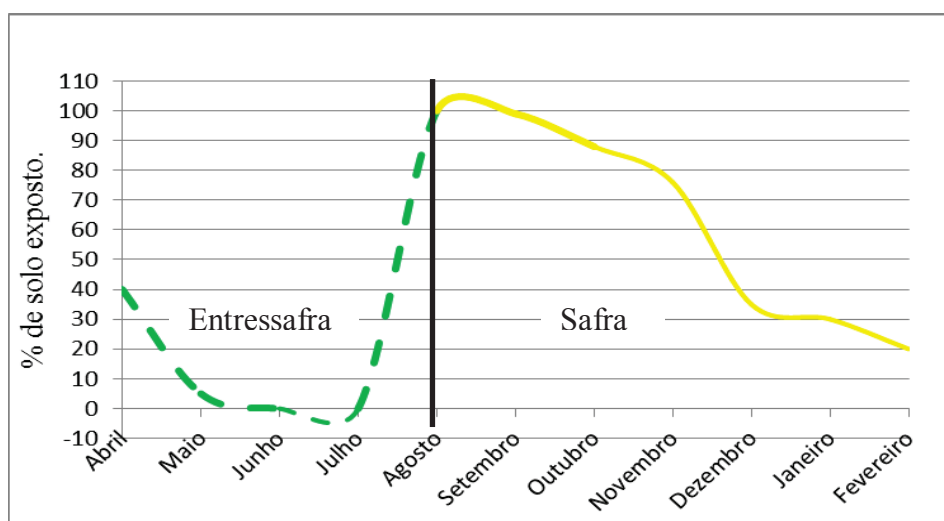


Figura 20: Índice de solo exposto ao longo do período de monitoramento.

Org. Autor.

* Nota: No mês de abril este valor é referente à mensuração no final do mês quando a aveia já apresentava um bom desenvolvimento.

Na época da safra à medida que as folhas vão ganhando massa e tamanho, a porcentagem de solo exposto apresenta valores menores. Esta porcentagem tem como principal variável o crescimento do tabaco, que dependendo do seu grau de desenvolvimento, resultará na porcentagem de cobertura.

Em lavouras que apresentam baixo desenvolvimento, ou seja, as folhas são menores a tendência é que os valores de exposição são maiores e vice-versa. Portanto esta porcentagem acaba variando de lavoura para lavoura tendo como contribuinte alguns condicionantes como variedade do tabaco escolhida, qualidade do solo, condições temporais, quantidade de fertilizantes entre outros, que dão suporte para o desenvolvimento do tabaco.

Observou-se que a variação da exposição de solo na época de entressafra está atrelada as condições que são submetidas o período, já na entressafra os valores são de referencia ao desenvolvimento do tabaco. Portanto os valores de exposição do solo nos dois períodos provocam dinâmicas de circulação de água e perdas de solo distintas.

4.3. ESPACIALIZAÇÃO DA UMIDADE NA VERTENTE SOB O CULTIVO DO TABACO

A morfologia do tabaco apresenta-se como uma calha coletora e distribuidora da precipitação entre os camalhões e as entrelinhas. Parte do volume da água coletada é direcionada para o solo através do tronco, fluxo de tronco (Ft) e parte é direcionado pelas folhas para sua extremidade chegando até o solo, fluxo de folha (Ff).

A distribuição da umidade no solo varia conforme o crescimento das folhas, de maneira em que com o passar das semanas há uma mudança espacial na distribuição da umidade entre os camalhões.

As áreas com maior disponibilidade de umidade tendem a permanecer estáticas na parte superficial, pois as áreas laterais conseguem absorver muito pouca desta umidade devido à declividade, formada pelo camalhão em ambos os lados como podemos observar na figura 21, onde a própria forma do camalhão direciona as águas para as áreas centrais com menor declividade.

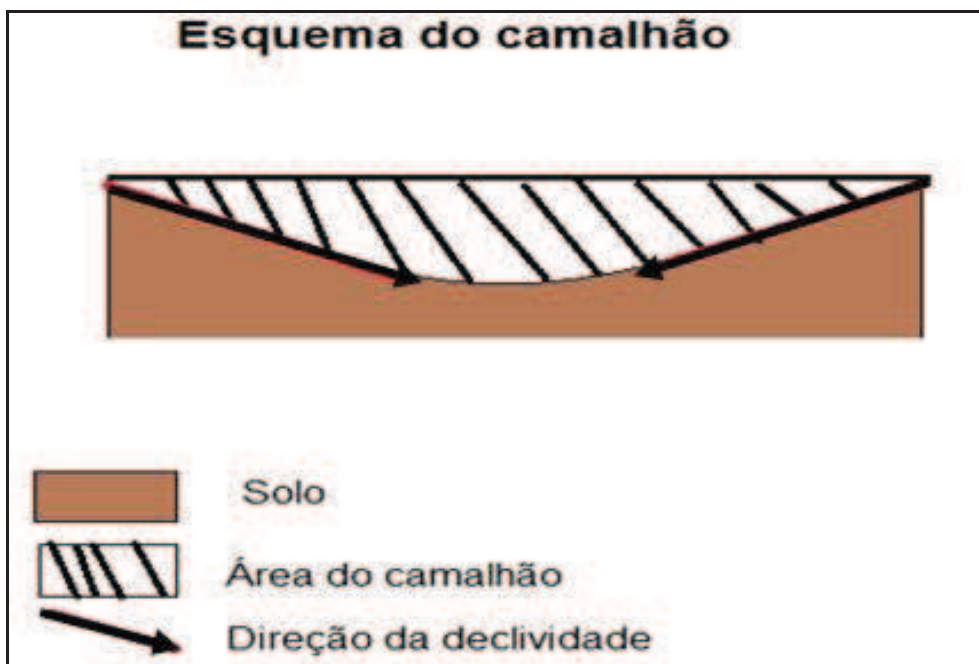


Figura 21: Esquema representativo a área do camalhão.

A diferença de declividade entre as entrelinhas pode ser observada através da tabela 02, que representa os valores encontrados nas laterais dos camalhões. Como demonstrado anteriormente na figura 07, há uma heterogeneidade significativa dos níveis de declividade nos três segmentos da vertente na vertical. Essa declividade vertical acaba influenciando também nas declividades laterais dos camalhões, visto que no lado de baixo ou “faces” orientadas para o lado sudoeste as declividades são maiores e o lado de cima ou as “faces” orientadas para noroeste as declividades são menores.

Tabela 3: Média das declividades dos camalhões nos segmentos da vertente

| Camalhão | Segmento Alto | Segmento Médio | Segmento Baixo |
|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Lado de cima | 15% | 12% | 14% |
| Lado de baixo | 18% | 35% | 16% |

Na média vertente, onde há maior diferença de declividade entre os lados, esta ocorre devido à maior declividade da vertente, pois, no momento da construção dos camalhões, o “discão” não consegue fazer junção da terra de forma igualitária, como nos demais segmentos, neste segmento os camalhões ficam com maiores declividades no lado de baixo, deixando-os com aspecto mais “achatado”.

A diferença de declividade acaba afetando na distribuição das águas pluviais, que no lado com maior declividade, a tendência é que proporcionalmente o direcionamento da água ou umidade seja para as áreas mais baixas ou planas, neste caso, estas áreas é o centro dos camalhões.

Esta concentração de umidade no centro da entrelinha em conjunto com o revolvimento do solo favorece o aumento do processo erosivo, visto que a disponibilidade de umidade no solo é influente, pois é ela quem determina o fluxo de infiltração e escoamento, portanto, nas áreas com maior disponibilidade de umidade e material a ser removido a ação de remobilização e carregamento se torna maior.

A figura 22 ilustra o comportamento da umidade influenciado pelo crescimento do tabaco e a mudança da morfologia de suas folhas, que acabam alterando a distribuição espacial da umidade do solo.



Figura 22: Influência da planta do tabaco na distribuição espacial da umidade no camalhão.

Esta diferença na espacialização da umidade nos camalhões fica visível através da figura 23, aonde as extremidades representam a localização das plantas no caso (P-01) é onde está um dos pés do tabaco, ou seja, o tronco principal no camalhão à esquerda, e o (P-02) é onde está o pé à direita em outro camalhão. As cores mais fortes representam a maior quantidade de umidade presente no solo, já as cores mais fracas representam a influência da cobertura foliar do tabaco.

Nos meses de setembro até a primeira quinzena de novembro a interferência foliar é mínima bem como o volume que é escoado pelo fluxo de tronco (F_t), pois a umidade está espacialmente distribuída homogeneamente entre os camalhões.

Vale destacar que o objetivo central aqui neste contexto não a mensuração da quantidade de umidade presente no solo e sim a sua distribuição ou comportamento entre as linhas dos camalhões do cultivo do tabaco.

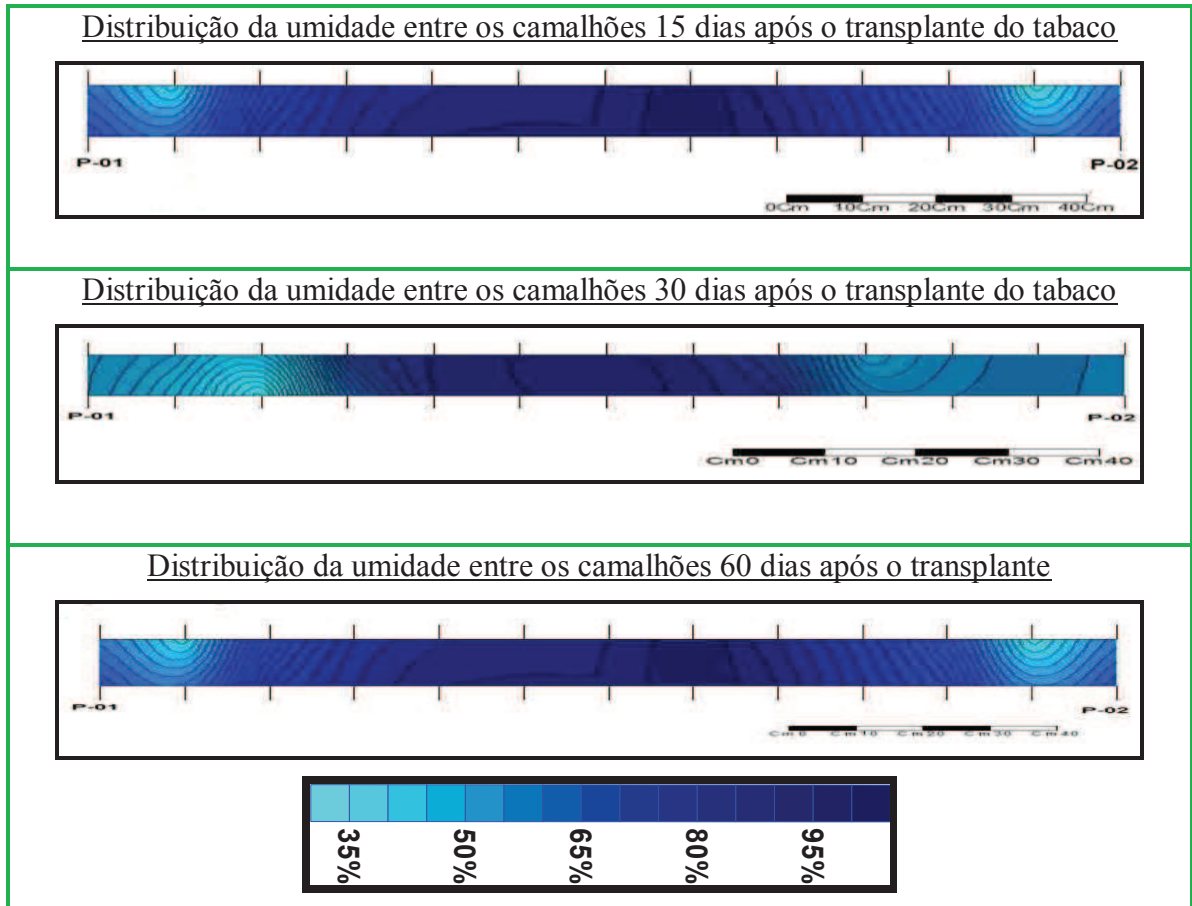


Figura 23: Distribuição espacial da umidade, fase inicial do crescimento do tabaco.

A partir dos 75 dias após o transplante o índice de crescimento foliar do tabaco acaba interferindo na distribuição da umidade nas entrelinhas. As folhas cobrem determinadas áreas do meio das entrelinhas onde estão os pés do tabaco, e com o crescimento das folhas estas áreas acabam se tornando maiores como esta representada pelas cores claras.

As águas da chuva tendem a ser direcionadas para o centro da entrelinha, e é justamente nesta área que o solo está apresentando maior fragilidade devido à interferência dos equipamentos frequentemente utilizados em determinados meses, como demonstra figura 24 aonde os valores vão apresentando diferenças com o passar dos dias, atrelados a mudança da morfologia do tabaco.

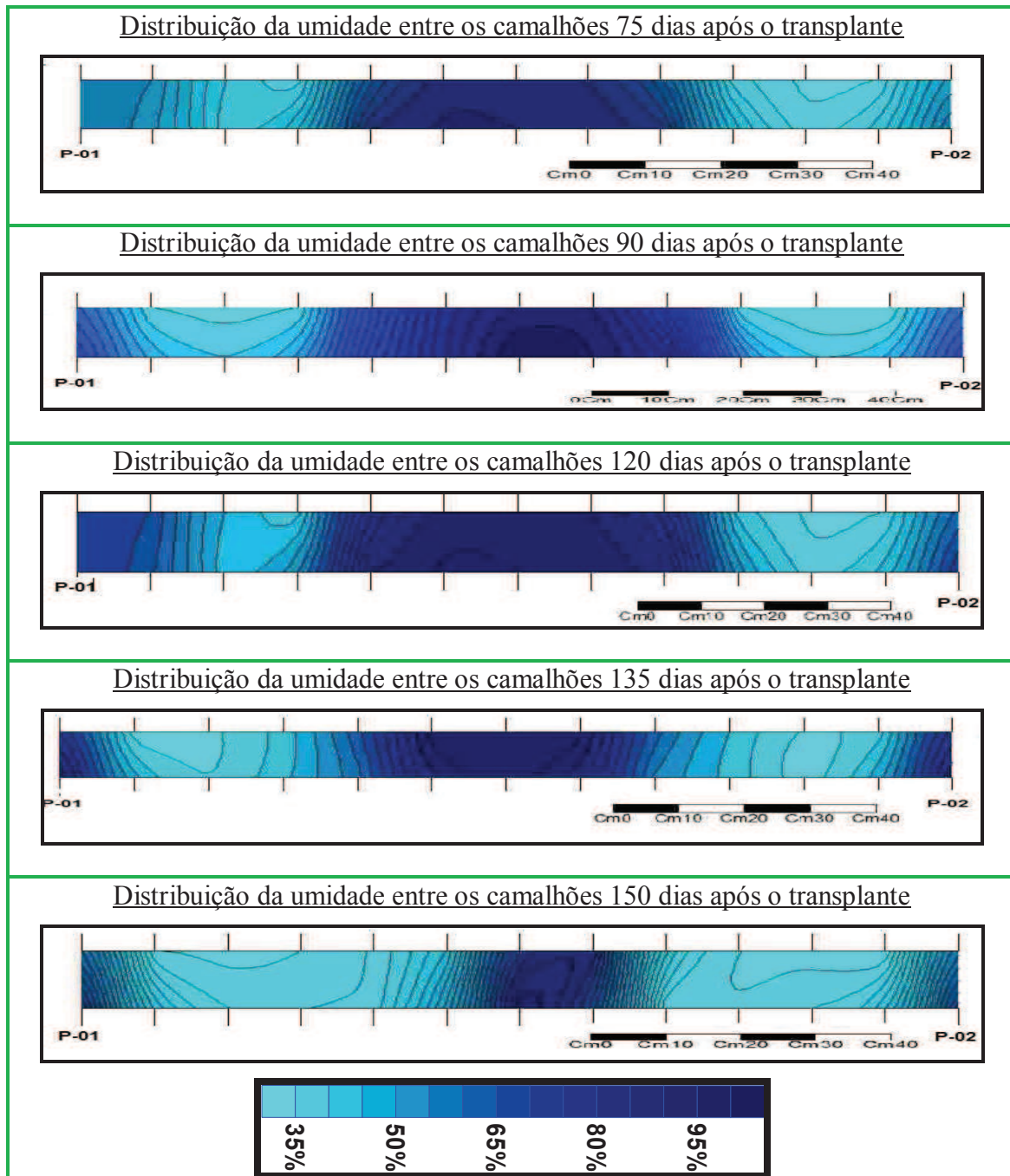


Figura 24: Distribuição espacial da umidade segunda fase e fase final do crescimento do tabaco.

Observa-se uma influência significativa da morfologia da planta na distribuição espacial da umidade na superfície do solo, que vai variando em conjunto com o crescimento do tabaco. Nos primeiros meses a umidade apresenta-se mais distribuída atingindo quase que totalmente as áreas entre os camalhões. Isso vai mudando no decorrer dos meses chegando ao seu mínimo de área no mês de fevereiro onde o tabaco atingiu seu ponto máximo de crescimento.

Como representado nas figuras 22, 23 e 24 parte da água precipitada escoar pelo tronco e o restante é direcionado para o centro do camalhão onde somará com o volume direcionado pela outra planta que está a sua lateral deixando esta área central sempre com o volume de umidade maior do que as áreas laterais.

Este comportamento se apresenta de maneira homogênea em toda a vertente, pois a morfologia dos camalhões é praticamente igual. Em ambos os segmentos, o que difere ou modifica o comportamento hidráulico é a profundidade do solo.

A vertente apresenta um solo extremamente raso na parte alta, variando entre 15 e 30 cm, com isso o processo de saturamento é mais rápido devido a pouca capacidade de campo. Já na parte baixa da vertente os solos são mais profundos, mas em contrapartida apresentam maior teor de umidade, consequência do escoamento subsuperficial das áreas a montante.

4.4. MUDANÇA NA RUGOSIDADE DOS SOLOS CULTIVADOS COM TABACO SOB O SISTEMA CONVENCIONAL.

Para o cultivo do tabaco é preciso construir os “camalhões” a construção destes serve para que haja maior aeração do solo e também para o fortalecimento do sistema radicular das plantas. Estes camalhões são construídos a uma distância de 1,3 metros uns dos outros, provocando uma mudança considerável na morfologia das áreas destinadas ao tabaco. Entre os meses de setembro a dezembro o solo é revolvido constantemente, para eliminação de ervas daninhas. Neste período, o solo na entrelinha é revolvido através de equipamentos de tração animal, como a capinadeira e o aterrador, influenciando assim na mudança da rugosidade superficial.

Estas mudanças interferem nas perdas de água e solo e na rugosidade superficial. No decorrer do período do preparo até a fase da colheita foram feitas várias coletas no período de gradagem do solo, após a marcação da distância dos camalhões, após a construção dos mesmos e, após a utilização da capinadeira e do aterrador.

No período de coleta, notou-se que algumas atividades foram significativas em relação às demais, devido à diferença entre equipamentos como a capinadeira e o aterrador. Após a utilização da capinadeira em geral o agricultor espera um período de dois a três dias e faz a utilização do aterrador para (re) fazer o aterramento (reconstruir o camalhão que foi remobilizado parcialmente).

Os resultados obtidos na primeira mensuração, após a gradagem, apresentaram uma média de 2,8% na rugosidade, em seguida este valor teve um aumento de 5,7% após demarcação da distância entre os camalhões através do uso do “riscador”. Cabe destacar que este implemento de tração animal serve para demarcar os locais de construção dos camalhões, e deixa uma marca no solo com uma profundidade de 10 a 15 cm como está representado na Figura 25 (A). Com os camalhões construídos através do chamado “alerador” ou “discão” figura (B) o qual faz o acúmulo de terra, obteve-se um aumento de 13,6% na rugosidade.

Após 20 dias do transplante do tabaco foi feita a utilização da capinadeira, figura (C) a qual proporcionou uma diminuição de 3% na rugosidade nas entrelinhas em relação ao período de construção dos camalhões.

Para a utilização da capinadeira aguarda-se um intervalo de três a quatro dias para fazer o uso do aterrador o qual proporcionou um aumento em média de 15,2%, em ambos os lados do camalhão.

Castro *et al.* (2006) relatam que quanto maior for o índice de rugosidade no sentido transversal, menor é a tendência de perdas de água e de solo haja visto que a rugosidade tende a reduzir o volume e o fluxo de escoamento.

Na dinâmica da vertente em questão os camalhões reduzem o volume e o escoamento na vertical, mas as declividades horizontais, devido à concavidade do terreno continuam mantendo e dando condições para o fluxo de energia se manter acelerado.



Figura 25: (A) equipamento utilizado para demarcar as distancia de largura entre os camalhões; (B) equipamento utilizado para construir os murundus; (C) capinadeira, utilizada para eliminar ervas daninhas; (D) entrelinhas após a passagem da capinadeira.

A própria morfologia do camalhão a qual acaba por formar um canal escoadouro, potencializa a velocidade do fluxo das enxurradas, carregando os materiais que são soltos pelos equipamentos ou pela ação de manejo desenvolvida pelo agricultor.

4.5. CARACTERÍSTICAS DO USO E MANEJO DO SOLO NA ENTRESSAFRA

Logo após o final do processo de colheita do tabaco os solos utilizados para o plantio são gradeados e submetidos à semeadura de adubação verde, prática em que o agricultor adiciona leguminosa ou gramínea na superfície do solo com intuito de formar uma cobertura que posteriormente incorporará ao solo.

A semeadura acontece no mês de março ou abril e depois de germinada a cobertura de inverno permanece em constante crescimento até o mês de agosto onde são incorporadas ao solo, para posteriormente fazer o preparo e a construção dos camalhões para a nova safra.

Neste período o crescimento da cobertura vegetal vai se alternando quase que diariamente, influenciando diretamente no processo hidrossedimentológico. Na vertente de estudo a aveia foi semeada no mês de abril, após revolvimento feito através da gradagem do solo. Neste mês também se deu início o monitoramento de perda de água e de sedimento.

Durante o mês de abril o índice de cobertura do solo pela cobertura vegetal foi se alternando, passando de um solo exposto como demonstra à figura 25 (A), até um solo com média de 40% de exposição ao término do mês. Já em maio o desenvolvimento da cobertura vegetal apresentava um elevado nível de cobertura (figura 25 B), onde não era possível observar mais a presença de solo exposto. Este índice foi aumentando com o passar dos meses até meados de agosto onde novamente o solo foi revolvido para a incorporação da biomassa.

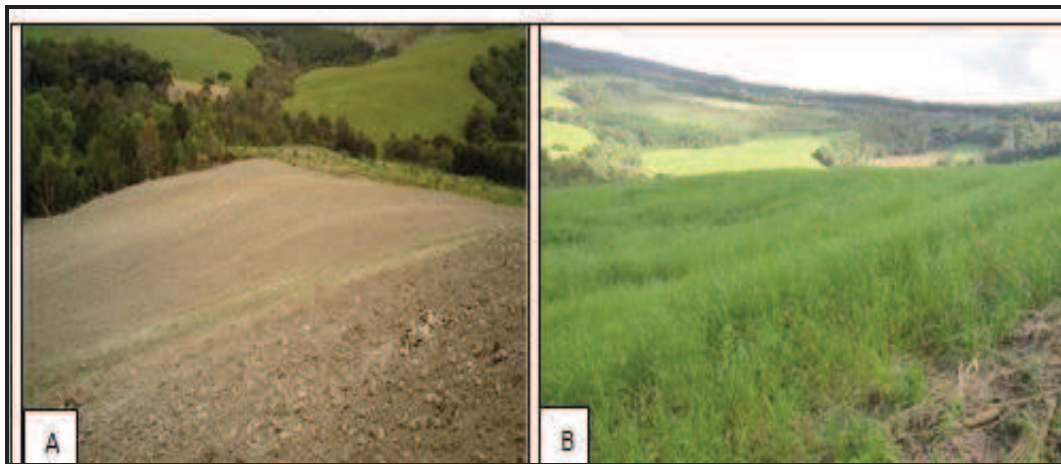


Figura 26: A) área após a gradagem para semeadura da aveia; B) área com a adubação verde desenvolvida.

A principal diferença entre o período da entressafra e safra é justamente a intensidade e quantidade de vezes que o solo é submetido a processos de manejo, durante os meses da entressafra estes solo, permanecem em constante pousio não sendo desenvolvida nenhuma atividade sobre ele, além da descrita acima, o que faz com que a perda de materiais (solo) seja menor do que no período oposto, como será demonstrado no decorrer da análise.

4.6. ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ENTRESSAFRA

No monitoramento da entressafra, que ocorreu do mês de abril até o mês de agosto, totalizou 32 eventos pluviométricos, os quais totalizaram 713 mm, destes 32 eventos, apenas 09 geraram perda de água e solo na vertente.

Dos 09 eventos coletados, 05 foram em abril, 01 em maio e 03 no mês de junho, (no mês de julho e agosto não houve nenhum evento que gerou perdas). Portanto abril foi o mês de maior perda de água e solo do período da entressafra. Característica esta que se dá pelo maior índice de exposição de solo e também pelo fato dos agregados estarem mais suscetíveis ao “carregamento” resultado do revolvimento causado pela gradagem.

Em relação à perda de água, o mês de abril apresentou uma diferença significativa perante maio e junho com uma média de 47% de perda de água através do escoamento, enquanto maio apresentou 09% e junho 21% (tabela 03).

Em relação à perda de solos, a média dos três segmentos em abril foi de 1.032 ± 65.6 g/m², já no mês de maio esta média ficou em 46.5 ± 41.4 g/m² e em junho a média foi de 297 ± 33.9 g/m². Portanto o mês de abril teve uma remoção de solos 22 vezes maior que maio e 03 vezes mais do que o mês de junho.

Tabela 4: Síntese dos dados coletados na entressafra.

| Período da entressafra | | | | | |
|---|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Mês | Abril | Maió | Junho | Julho | Agosto |
| Precipitação Total mensal | 214 | 112 | 257 | 117 | 12 |
| % de escoamento Parte alta | 49 | 13 | 21 | - | - |
| % de escoamento Parte média | 43 | 04 | 21 | - | - |
| % de escoamento Parte baixa | 50 | 10 | 21 | - | - |
| Perda de água (l/m ²) Parte alta | 68,2 | 10 | 37,8 | - | - |
| Perda de água (l/m ²) Parte média | 59,5 | 03 | 36,7 | - | - |
| Perda de água (l/m ²) Parte Baixa | 69,5 | 7,5 | 37,8 | - | - |
| Perda de sedimentos (g/m ²) Parte alta | 1102,9 | 101,2 | 338,9 | - | - |
| Perda de sedimentos (g/m ²) Parte média | 944,9 | 0,9 | 297 | - | - |
| Perda de sedimentos (g/m ²) Parte baixa | 1049,3 | 37,5 | 338,9 | - | - |

*Nos meses de julho e agosto mesmo com volume expressivo de precipitação não houve escoamento e nem remoção de sedimentos.

Já em relação à perda de água por segmento houve uma diferença na parte média da vertente que apresentou valores inferiores ao segmento alto e baixo nos meses de abril e maio, sendo somente o mês de junho que apresentou uma homogeneidade perante esta variável como podemos observar na figura 27 abaixo.

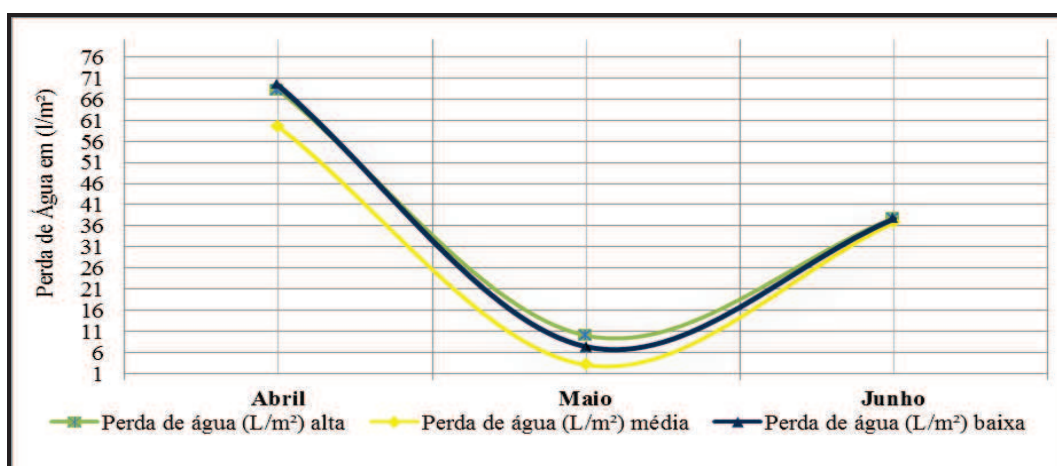


Figura 27: Representação da perda de água no período da entressafra.

Esta homogeneidade da perda de água no mês de junho pode ter sido em decorrência do nível de cobertura vegetal, a qual a partir de maio apresentou o mesmo nível de porcentagem em todos os segmentos 100% de cobertura.

Na mesma proporção que a porcentagem de cobertura vegetal aumenta a perda de solos diminui significativamente, principalmente no mês de julho, o qual não resultou em perdas tanto de água como de solos.

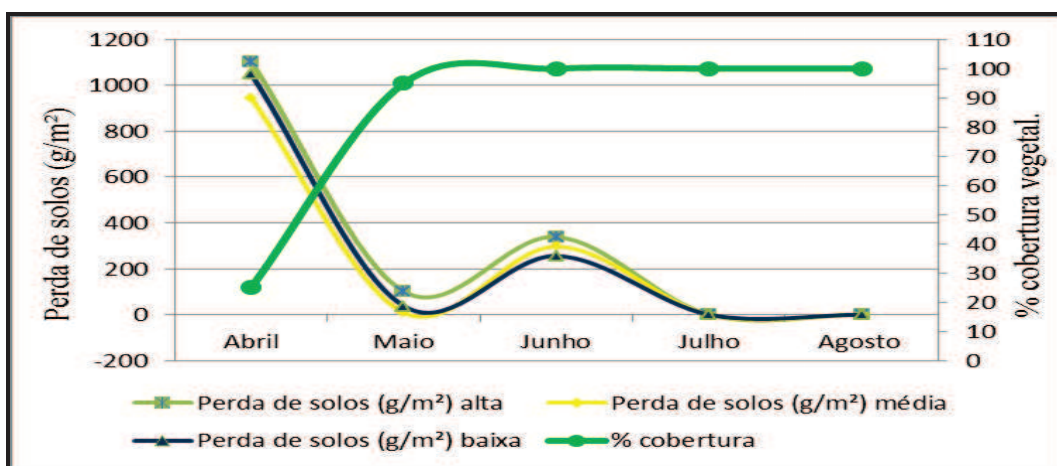


Figura 28: Relação perda de solo e porcentagem de cobertura vegetal.

* Nota: nesta figura incluíram-se os meses de julho e agosto devido ao monitoramento da % de cobertura.

Dentre todas as variáveis físicas, presentes na análise e que podem interferir na perda de água e solo, a que mais apresentou influência é a cobertura vegetal. Esta afirmação se dá através da aplicação de testes estatísticos dos quais 79 %, dos resultados estão diretamente ligados a cobertura vegetal, e que apenas 21% dos resultados são

respondidos através da ligação direta com as demais variáveis como a precipitação e declividade.

4.7. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SAFRA

Após o período da entressafra (Abril/Agosto), no mês de setembro deu-se início a época da safra, que apresentou variações significativas nas atividades em relação ao período de entressafra, pois é caracterizado pelo intenso revolvimento do solo.

A remobilização do solo, nas áreas cultivadas pelo tabaco sobre o sistema convencional começa a ser feita no início do mês de setembro e são potencializadas nos meses de outubro, novembro até meados de dezembro. Nestes meses é feito o revolvimento constante do solo, que em conjunto com o volume precipitado acaba aumentando a perda de solo na vertente.

No decorrer da safra foram registrados 37 eventos pluviométricos totalizando 982 mm. Deste total, 24 eventos geraram perdas de água e solo nos 06 meses de monitoramento. Os eventos que geraram perdas de água e solos nos meses da safra foram: 01 em setembro, 05 em outubro, 02 em novembro, 04 em dezembro, 06 em janeiro e 06 em fevereiro.

Nestes meses o volume precipitado apresentou algumas diferenças, sendo setembro e novembro os dois meses que apresentaram menor índice, seguido do mês de janeiro que apresentou também um dos três menores volumes precipitados. Outubro e dezembro já apresentaram um volume maior, assim como fevereiro que apresentou o maior dos volumes dentre todos os meses da safra como descrito na tabela 04.

Dentre esses meses, a porcentagem de escoamento apresentou dois padrões, nos três primeiros meses a porcentagem de escoamento nos três setores alto médio e baixo da vertente apresentaram valores relativamente baixos em comparação com os outros três meses seguintes. Em contrapartida, a partir do mês de dezembro a porcentagem de escoamento nos setores da alta e baixa vertente começou a apresentar uma elevação em relação à média vertente. A porcentagem de escoamento neste segmento foi 41% inferior em relação à alta, e 59 % em relação à baixa.

Como está demonstrada na tabela 04, a média de porcentagem de escoamento no período da safra indicou baixa variação, em relação ao volume precipitado. Em contrapartida o volume total de perda de água a partir do mês de dezembro acabou aumentando, coincidindo com os meses da fase da colheita.

Tabela 5: Síntese dos dados coletados na safra.

| Mês | Set. | Out. | Nov. | Dez. | Jan. | Fev. |
|--|------|--------|-------|--------|--------|--------|
| Precipitação Total mensal | 76 | 190 | 62 | 210 | 172 | 272 |
| % de escoamento Parte alta | 07 | 08 | 08 | 15 | 14 | 12 |
| % de escoamento Parte média | 01 | 03 | 05 | 09 | 08 | 07 |
| % de escoamento Parte baixa | 03 | 05 | 07 | 15 | 14 | 09 |
| Perda de água (l/m ²) Parte alta | 2,1 | 14,5 | 3,4 | 16,5 | 26,1 | 25,9 |
| Perda de água (l/m ²) Parte média | 0,2 | 5,3 | 2,1 | 9,5 | 16,1 | 15,0 |
| Perda de água (l/m ²) Parte Baixa | 0,9 | 10,4 | 3,1 | 15,9 | 23,2 | 18,6 |
| Perda de sedimentos (g/m ²) Parte alta | 30,2 | 1497,7 | 650,3 | 1227,4 | 810,5 | 2500,6 |
| Perda de sedimentos (g/m ²) Parte média. | 0,7 | 605,7 | 395,8 | 1714,1 | 1043,7 | 2245,1 |
| Perda de sedimentos (g/m ²) Parte baixa | 13,6 | 1250,1 | 220,1 | 2093,5 | 2436,2 | 3595,1 |

Esta descrição fica melhor visível quando estes valores são representados graficamente (figura 28), onde se pode observar a evolução do processo de perda de água em relação ao volume precipitado, e também em relação aos meses e segmentos que apresentaram maior ou menor volume de perda de água na vertente.

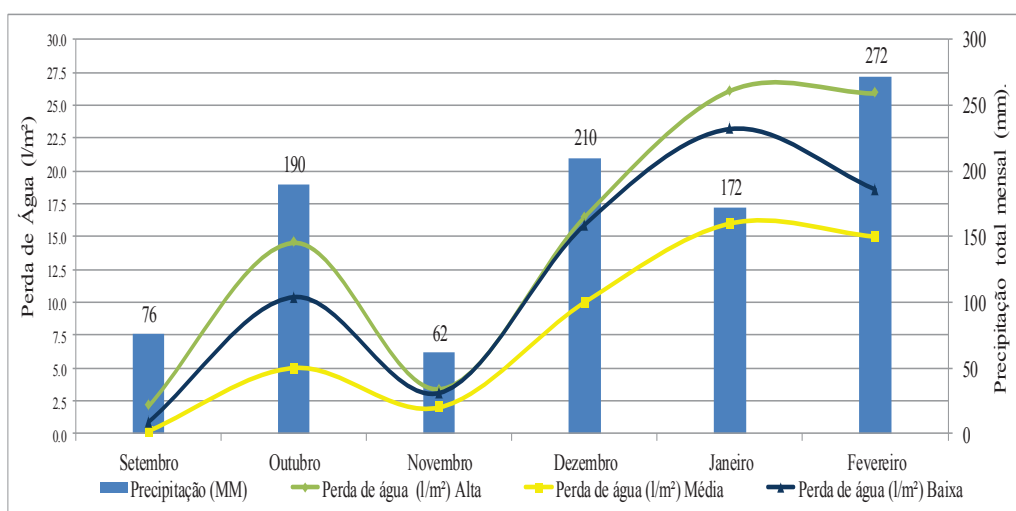


Figura 29: Relação perda de água e precipitação nos três segmentos da vertente no período da safra.

Por meio da figura 29, observa-se que a parte alta apresentou maior perda de água, que pode ter sido influenciada pela menor declividade e menor profundidade dos solos, com isso a capacidade de infiltração também é menor.

Já os valores da média vertente indicaram valores contrários aqueles encontrados na literatura onde este segmento é tido como local que mais produz escoamento e remoção de materiais. Neste caso a vertente de análise é homogeneizada pelo uso e manejo e também por alguns condicionantes que podem auxiliar neste resultado, como a maior declividade, alta porcentagem de grânulos maiores, pois nesta

área é comum a presença de rochas expostas bem como o solo chamado de “Saibrinho¹¹” e presença de pequenas fissuras ou rachaduras no material de base.

Observou-se durante a ocorrência de eventos pluviométricos que havia uma maior lamina de água sob o solo na parte alta, já na parte média da vertente, esta lamina de água era menor, pois boa parte da água infiltrava através de pequenas fissuras ou rachaduras do solo, portanto escoava subsuperficialmente.

Devido à concavidade e convexidade da parte média rumo à parte baixa estas águas subsuperficiais acabam se concentrando e aflorando em partes mais baixas da área agricultável, caracterizando o surgimento de um canal efêmero. Portanto os valores de perda de água da parte baixa da vertente podem estar sendo desviados devido à morfologia da mesma.

A perda de solos durante a safra teve variação significativa em relação à entressafra, na entressafra a média de perda de solos foi decrescendo com o passar dos meses, já a safra apresentou comportamento inverso, crescendo significativamente, com o passar dos meses.

Assim como demonstrado na tabela 04 sobre a evolução da perda de água nos diferentes segmentos da vertente, pode-se observar as variações da quantidade de perda de solo em relação à evolução da safra, onde a partir de setembro o volume de perda começa a crescer tendo seu maior valor no final do monitoramento no mês de fevereiro.

No mês de setembro a média de perda de solos da vertente foi de 14.83 ± 12 g/m², em outubro foi de 1.118 ± 376 g/m², novembro 422 ± 176 g/m², dezembro 1.678 ± 354 g/m² janeiro 1.430 ± 710 g/m² e fevereiro 2.780 ± 585 g/m².

A variação entre os valores mensais pode estar atrelada as diferentes variáveis que caracterizam cada fase do crescimento do tabaco, assim como, cada processo desencadeado pelo agricultor, o qual na medida em que vai utilizando os equipamentos vai potencializando ou retardando a evolução do ciclo hidrossedimentológico da vertente.

À medida que o agricultor vai utilizando os equipamentos, a perda de água e solo vai se alterando significativamente. Cita-se como exemplo a utilização do chamado pé de pato, o qual provoca a descompactação das camadas mais profundas do solo com isso aumenta o poder de infiltração da água da chuva, evitando o escoamento e a perda

¹¹ Saibrinho, nome característico da região que se dá aos solos que apresentam fragmentos de rocha, ou seja, que estão sobre o processo de intemperismo. Geralmente ocorre em áreas com declividades acentuadas e que já sofreram por muito tempo o processo de remoção de materiais, principalmente pelas águas pluviométricas ou pelo forte uso e manejo.

de solo. Essa questão pode ser exemplificada no evento ocorrido no dia 23/10 onde 70 mm de chuva geraram um escoamento médio na vertente de apenas 0.22 ± 0.12 l/m², e uma perda média de solo de 1.4 ± 1.04 g/m². Em contrapartida a utilização no dia 31/10 da capinadeira a qual vai a uma profundidade mais superficial, em um evento de apenas 40 mm, obteve-se uma taxa média de escoamento de 4.28 ± 0.95 l/m² e uma média de perda de solos em torno de 969.70 ± 282 g/m².

Assim como em relação à perda de água nos três diferentes segmentos da vertente há uma diferença em relação à perda de solos, visível na figura 30. Mas em relação à perda de solos é o segmento da baixa vertente que apresenta maior valor, seguido pela alta e média vertente.

O segmento da alta vertente apresentou maior perda de água durante a safra, já em relação à perda de solos é a parte baixa da vertente que apresenta os mais elevados resultados, isso ocorreu por dois motivos. Primeiro pela maior área de contribuição da parte baixa, conseqüentemente a quantidade de material a ser removido se torna maior, segundo, pela maior declividade, que esta área apresenta com relação às entrelinhas, o que acaba potencializando o processo erosivo.

Já a relação à perda de solos com o índice de cobertura, este se mostra totalmente discrepante aos meses da entressafra. À medida que o índice de cobertura neste caso influenciado pelas folhas do tabaco foi aumentando, o processo de remoção de solo também apresentou elevação, como representado na figura 30.

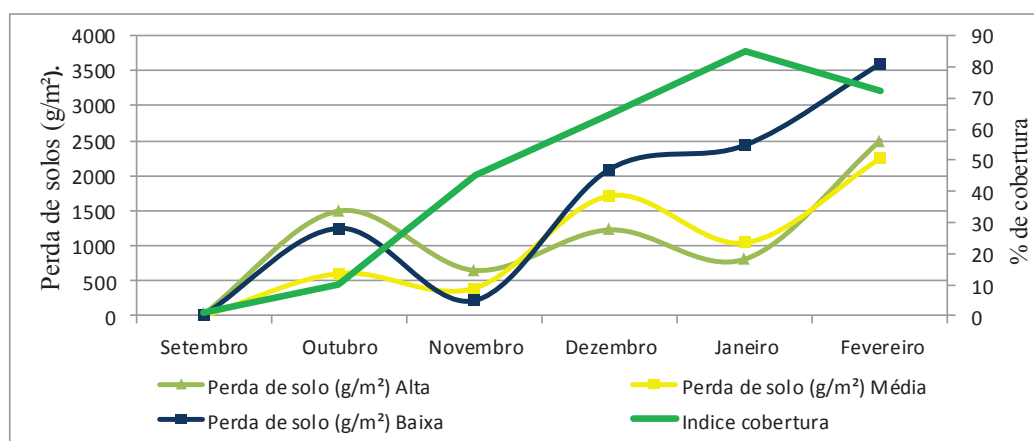


Figura 30: Relação perda de solos e índice de cobertura foliar do tabaco.

A medida que o tabaco vai crescendo, suas folhas vão adquirindo largura e comprimento, que com o passar do tempo vão adquirindo massa (peso) e envergando formando uma espécie de “guarda chuva” como demonstra a figura 31. Que ilustra o pouco de solo exposto principalmente nos dois últimos meses desta fase.



Figura 31: Índice de solo exposto no mês de janeiro.

A medida que as folhas do tabaco vão crescendo o índice de solo exposto vai diminuindo, a rigor o volume de perda de solo também deveria ser menor, mas devido a morfologia da planta a tendência é que estas direcionem a água das chuvas para um único local o qual devido a declividade torna-se um canal efêmero escoadouro, potencializando a remoção de solos da vertente.

Dentre as variáveis físicas, precipitação, porcentagem de cobertura e escoamento, nenhuma destas apresentou significância estatística principalmente em relação às correlações. Aplicando testes de correlação simples e múltipla bem como outros tratamentos estáticos os resultados não descrevem a influência destas variáveis.

As variáveis acima citadas, quando submetidas aos testes de correlação demonstraram que influenciam apenas 24% na perda de solo, portanto resta apenas o uso e manejo do solo como a principal variável, que determina os resultados encontrados.

CAPÍTULO V

SÍNTESE DOS RESULTADOS

5.1. TOTAL DE PERDA DE ÁGUA E SOLO

Ao longo do período de monitoramento observou-se que a dinâmica de perda de água e solo variou significativamente, devido principalmente aos sistemas de uso e manejo que é empregado pelo agricultor, o qual potencializa ou minimiza a perda de água e solo.

A redução da perda de água no período da safra se dá pela morfologia do camalhão, que devido a sua elevada porcentagem de rugosidade acaba servindo como obstáculo ao fluxo de água na vertical da vertente, pois segundo Zobeck & Popham, (1997), no momento em que é aumentada a rugosidade, desde que esta seja no sentido transversal ao declive, tende a reduzir as perdas de água e solo, Castro *et al.*,(2006) destacam que o aumento da rugosidade reduz o fluxo de escoamento aumentando a retenção e a infiltração.

Portanto a média de perda de água se manteve elevada, no período da entressafra onde apresentou uma média de $110 \pm 9.5 \text{ l/m}^2$ enquanto o período da safra apresentou uma média de $69 \pm 20 \text{ l/m}^2$ resultado da presença dos camalhões.

Esta evolução fica mais evidente quando analisado mensalmente a perda de água através da figura 33, onde se observa grande diferença principalmente em relação aos períodos de análise, onde a entressafra apresentou uma oscilação entre os meses de abril a junho, já no período da safra está oscilação foi menor onde a perda média de água se manter proporcional ao volume precipitado.

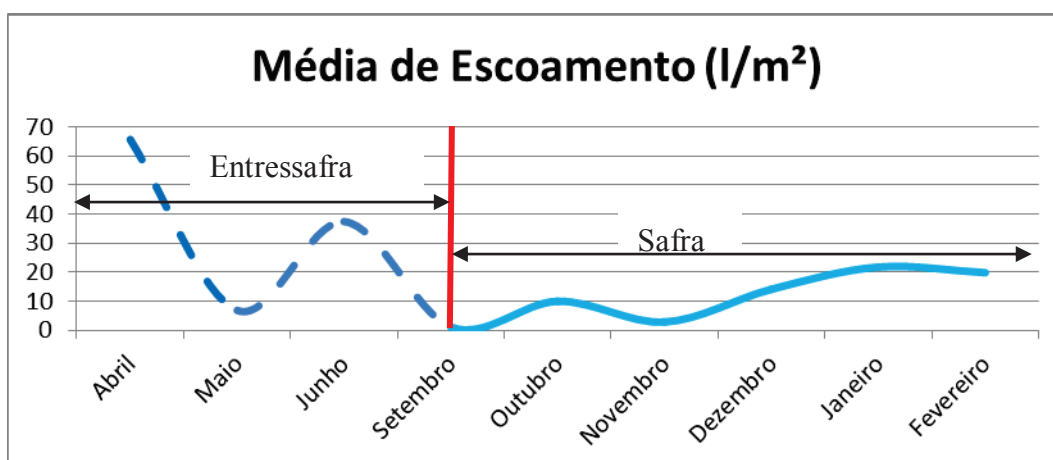


Figura 322: Evolução da média de escoamento durante os dois períodos de monitoramento.

Já em relação a perda de solos ocorreu o inverso em relação a perda de água, pois a entressafra foi o período de menor perda de solo, embora apresentou o maior volume escoado. A figura 33, evidencia esta inversão, assim como demonstra os totais durante os dois períodos.

É possível também observar através da figura 33, como se apresentou a evolução do processo de perda de solos durante os meses de monitoramento. Na entressafra a perda indicou um decréscimo, já no período da safra esta característica se inverteu, mantendo um nível ascendente até o final do período da colheita.

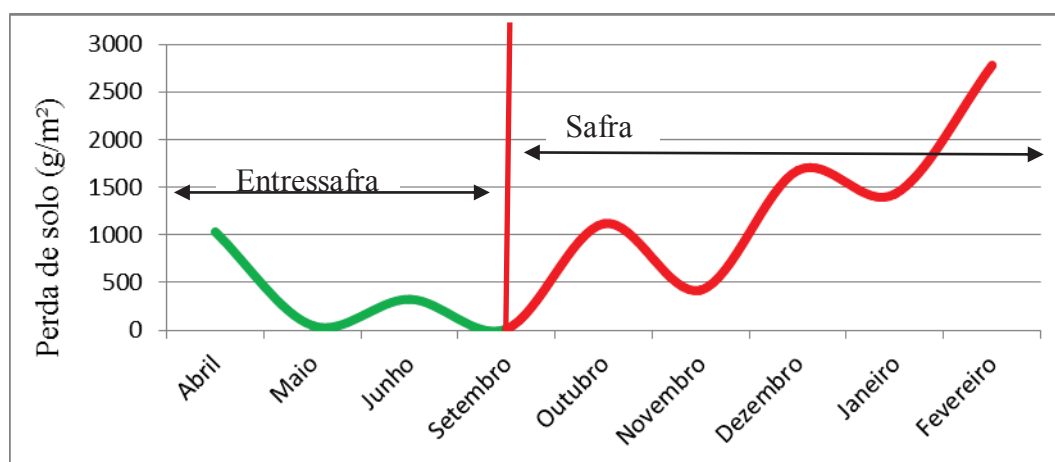


Figura 333: Evolução da perda de solos ao longo dos dois períodos de análise.

A perda de solos mostrou variação principalmente no mês de abril, sendo que a partir deste mês a perda começa a se estabilizar e apresentar valores relativamente mais homogêneos, podemos atribuir este resultado pela uniformidade de uso do solo. Nesta fase a média dos três segmentos apresentou uma perda de $1.407 \pm 147 \text{ g/m}^2$ que se considerássemos esta perda em kg/ha, esta ficaria em torno de 14.066 kg/ha (14.06 t/ha).

Já os valores do período da safra apresentaram oscilações, onde o segmento da baixa vertente se sobressaiu em referência a média e a alta vertente com cerca de 30% a mais de perda perante a alta e 37% perante a média vertente.

No geral o período da safra apresentou uma média de perda de $7.443 \pm 1908 \text{ g/m}^2$ que se for considerado esta perda também em kg/ha apresentaria uma média de 74.443 kg/ha (74.44 t/ha).

Considerando a área total de monitoramento, o total de erosão na entressafra foi de 15.192 Kg os quais foram erodidos nos 05 meses do período, já o total da safra foi de 80.388 kg, (80.38 t/ha) que foram removidos em 06 meses.

Se considerarmos a média de densidade média deste solo (1.4g/m^3), observamos um rebaixamento de cerca de 01 cm no período da entressafra e de 5.3 cm no período da safra, estes valores são altos e de extrema preocupação visto que, os solos utilizados para a fumicultura geralmente são solos rasos e que já apresentam um certo nível de degradação.

Os valores encontrados no cultivo do tabaco são considerados extremamente altos, se comparados com outros tipos de uso, como pastagens, plantio de milho e até mesmo as estradas, tomando como referencia valores encontrados por outros autores como demonstrado na tabela 05.

Tabela 6: perdas de solo em diferentes cultivos.

| Fonte | Uso do solo | Taxa de erosão kg/m². |
|-----------------------------------|---|---|
| DECHEN <i>et al</i> , (1981) | Pastagem com leguminosas | 3.5 |
| RUFINO <i>et al</i> , (1985) | Cultura de café | 3.0 a 13.3 |
| INÁCIO <i>et al.</i> , (2007) | Solo exposto em Pastagem | 2.6 |
| RAMOS-SCHARRÓN e MACDONALD (2007) | Segmento de estrada com nivelamento anual | 5,7 |
| THOMAZ e ANTONELI (2008) | Área degradada (solo exposto) | 9 a 14 |
| ANTONELI e BRANDALIZE (2013) | Cultivo convencional de milho | 1.3 |
| Este estudo Entressafra | Cobertura Aveia Preta | 1.4 |
| Este estudo Safra | Fumicultura | 7.4 |

Org. Autor.

Corroborando com esta questão, Morgan (2005), conclui que a erosão de solos entre 10 e 50 toneladas por hectare é considerada alta e de 50 a 100 (t/ha/ano) severa e de 100 a 500 (t/ha/ano) como muito severa. Dessa forma a perda de solo identificada no presente estudo é classificada como sendo de classificação severa.

Para colaborar com dados encontrados neste trabalho citamos como exemplo Sequinatto (2007) que embora não avaliando a quantidade de remoção de sedimentos em áreas cultivadas com o tabaco, concluiu que o aumento na carga de sedimento em uma cabeceira de drenagem do município de Agudo-RS, coincidia com a época de cultivo do tabaco.

Já Antoneli (2011) monitorando o sistema erosivo em uma bacia hidrográfica identificou uma perda de solos em áreas sob o cultivo do tabaco, em média de 59 ton./ha.

Portanto o cultivo do tabaco sobre o sistema convencional é extremamente degradante aos solos, que conseqüentemente afetam os recursos hídricos provocando um efeito cascata, o qual provoca alterações significativas ao meio.

CONCLUSÕES

Através dos dados coletados e das variáveis analisadas referentes ao processo hidrossedimentológico da vertente cultivada com o tabaco podemos concluir que:

1. O período de pousio do solo sobre cobertura vegetal de inverno embora apresente números ainda altos de perda de água e solos, são de extrema importância para amenizar os processos de degradação dos solos.
2. O aumento do índice de cobertura vegetal no período de entressafra é significativo, pois contribui de maneira que quanto menor o índice de solos exposto menor é a taxa de perda de solos.
3. A média de perda de solos na época da safra foi 5.6 vezes maior do que a entressafra, chegando a apresentar níveis de remoção de solos maiores que aqueles encontrados por outros pesquisadores em áreas com atividades tidas como mais degradantes.
4. A mudança na rugosidade determinada pelos equipamentos influencia diretamente no sistema de circulação de água na vertente de maneira que a partir da construção dos camalhões no mês de setembro a perda de água teve um acentuado decréscimo, mesmo com um elevado volume pluviométrico.
5. A morfologia da planta do tabaco, na medida em que vai se alterando, modifica também a distribuição de água nas entrelinhas, proporcionando que pequenas áreas recebam maiores quantidades de água, oriundas da precipitação. Estas áreas também são as que mais sofrem revolvimento, com isso a potencialidade de remoção de materiais se torna mais alta.
6. Cada sistema de manejo desenvolvido pelo agricultor na vertente apresentou uma resposta na perda de água e solo, em momentos potencializando-as em outros as minimizando.

7. Na medida em que o índice exposição do solo diminui no período da safra, a perda de solos aumenta, contrariando a teoria de que quanto maior for o índice de cobertura vegetal, menor a perda de água e solo.
8. A dinâmica de uso e manejo do solo em ambos os períodos é o principal fator responsável pela perda de água e solo, sendo mais significativos do que a proporção precipitação.
9. Pela fácil adaptação e pela pouca mecanização, as áreas escolhidas para o cultivo do tabaco são na maioria das vezes áreas que já apresentam condições restritas ao uso, como declividades altas e solos, rasos, o que se torna um dos principais agravantes dos problemas ambientais da fumicultura.

Como descrito neste trabalho há uma rede de condicionantes econômicos, sociais e físicos que fazem com que a fumicultura apresente estes problemas de ordem ambiental, principalmente aos relacionados ao processo erosivo.

Obtiveram-se resultados que merecem serem abordados de maneira urgente pelos órgãos governamentais e também pelas indústrias fumageiras, a fim de minimizar este problema e buscar alternativas viáveis aos agricultores.

À medida que este problema persista, em poucos anos inúmeras áreas se tornarão impróprias para o cultivo, apresentando sinais de degradações praticamente irreparáveis, que poderão afetar outras esferas, pois na medida em que os solos degradados começarem a refletir na produção, não restará outras oportunidades para os agricultores a não ser partirem rumo a outras formas de subsistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFUBRA - ASSOCIAÇÃO DE FUMICULTORES DO BRASIL. Disponível em www.afubra.com.br. Acessado em varias datas.

AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; MATOS, A. T. de. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.124-130, 2001.

ANTONELI, V. **Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga-PR**. Tese (Doutorado). UFPR- PR. 2011. 354 p.

ANTONELI, V. **Influência do uso do solo na avaliação hidro- sedimentológica da Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga – Pr**. **Dissertação** (Mestrado) Universidade Estadual de Maringá. Maringá PR, 147f, 2004.

ANTONELI, V.; BRANDALIZE, F. F.. Perdas de água e solo no cultivo de milho com diferentes formas de cultivo em agricultura familiar na região Centro-Sul do Paraná. **Caminhos de Geografia** (UFU), 2013.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Comparação de infiltração de água no solo mensurada em período seco e úmido, em diferentes usos da terra na bacia do arroio Boa Vista, Guamiranga (PR). **Ambiência** (UNICENTRO), v. 5, p. 301-318, 2009.

ANTONELI, Valdemir e BEDNARZ, João A. Erosão de solos sob o cultivo do tabaco (*nicotina tabacum*) em uma pequena propriedade rural no município de Irati Paraná **caminhos de geografia**, v. 11, nº 36, dez/2010, p. 150-167.

ANTONELI, Valdemir e THOMAZ, Edivaldo L. Relação entre o cultivo de fumo (*nicotina tabacum L.*) e a produção de sedimento na Bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga – PR. **Associação de geografia teórica – Ageteo**. v 35, nº 2, mai/ago 2010.

ÁVILA, LÉO F. C. R. DE MELLO & A; M. DA SILVA Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 2010.

BARTEKO, R.; ANDRADE, A. R.; ANTONELI, V. . A Influência da variabilidade climática e das características geomorfológicas na produção e produtividade agrícola da

região centro-sul do Paraná. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos ENG, 2010, Porto Alegre. **Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos ENG, 2010. v. 1.**

BEDNARZ, J. A.; ANDRADE, A. R.; ANTONELI, V. Gênese e Impactos da Ocorrência de Eventos Extremos em Áreas Sobre Influência de Relevo Escarpado no Município de Irati-PR. **Anais.. XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Gramado-RS: SBMET, v. XVII. p. 1-8, 2012.**

BERTOL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE, D. & BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Science Agriculture, v.58, p.555-560, 2001.**

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 1990. 335p.

BOARDMAN, John. Prefácio. In: A. J. T. GUERRA; SILVA, Antônio Soares e R.G.M. BOTELHO (orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 4ª Ed, 2009.

BRYAN, R.B. The influence of slope angle on soil entrainment by sheetwash and rainsplash. **Earth Surface Process, Philadelphia, v.4, n.1, p.43-58, 1979.**

BUAINAIN, A. M. e SOUZA FILHO, H. M. (Org.). Organização e funcionamento do mercado de tabaco no Sul do Brasil. Campinas: **Unicamp.** 2009.

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo.** São Paulo: Contexto, 1991.

CASSETI, V. Geomorfologia. In: www.funape.org.br/geomorfologia acesso em varias datas.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. PODANOSCHI, A.L. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico em um latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.22, p.527-538, 1998.**

CASTRO, L.G.; COGO, N.P. & VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **R. Brasileira de Ciência do Solo, v.30, 339-352, 2006.**

DE PLOEY, J. e GABRIELS, D. measurement of soil erosion. In KIRKBY, M. J.; MORGAN, R.P.C. S. **Soil erosion.** Great Britain; John Wiley & Sons 1980.

DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F. & CASTRO, O.M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. **R. Brasileira de Ciência do Solo** 133-137, 1981.

DIAS JR., M.S.; PIERCE, F.J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.175-182, 1996.

DYLIK, J. Notion du versant en geomorphologie. Translate Title: The concept of the slope in geomorphology. **Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences. Series des Sciences Geologiques ET Geographiques**, 1968.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

EVANS, R. Mechanis of water erosion and thirsatial and temporal controls: na empirical. In: KIRKBY, M.J. e MORGAN, R. P.C. (org). **Soil erosion**. 1980. 109-128.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Erosion de suelos en America Latina**. Rome: FAO Soils Bulletin, 1994.

FERREIRA, P. H. de M.; **Princípios de manejo e conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel,1981.

FIGUEIREDO, A. G. Análise da produção e transporte de sedimentos nas bacias do rio do Peixe e rio Aguapeí. **Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo. ABRH, 2v , 1989.

FREY, Márcia Rosane y WITTMANN, Milton Luiz. **Gestão ambiental e desenvolvimento regional: uma análise da indústria fumageira**. *EURE (Santiago)* [online]. 2006, vol.32, n.96, pp. 99-115. ISSN 0250-7161.

GUERRA, A J.T. e CUNHA, S. B (org). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**,; Ed. Berthand Brasil, 1995.

GUERRA, A J.T. **O inicio do processo erosivo**. In: GUERRA, A J.T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos: Conceitos temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.p. 17- 55.

GUERRA, A.T & Guerra, A.J.T **Novo Dicionário Geológico- geomorfológico**. Bertran Brasil. RJ, 1997.

GUERRA, A.T. **Processos Erosivos nas Encostas**, In: GUERRA, A J.T. e CUNHA, S. B (org). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**,.; Ed. Berthand Brasil, cap. 4, 1995.

HUDSON, N.W.. **Field measurement of soil erosion and runoff**. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Soils Bulletin, Rome, n. 68, 1993.

HUDSON, N. W. Field measurementof soil erosion and runoff. FAO, **Soils bulletin**. Rome, n. 68, 1995. 139p.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Mapeamento de Solos do Paraná**. Londrina, 1981.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Site www.iapar.com.br Acesso em varias datas.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira – 2007. Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, nº 21, Rio de Janeiro, 2007.

INÁCIO, E. dos S. B.; CANTALICE, J. R. B.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R. de; BARRETO, A. C. Quantificação da erosão em pastagem com diferentes declives na microbacia do Ribeirão Salomea **Revista. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. vol.11 n.4 Campina Grande July/Aug. 2007.

Instituto Nacional de meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br> acesso em varias datas.

LIMA, V.C; LIMA, R. de; MELO, V.F. Classificação Brasileira de solos. In: Universidade Federal do Paraná. **O solo no meio ambiente**. Curitiba: Departamento de Engenharia Agrícola, 2007. 130p.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, 1968. 350 p.

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1981.

MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; DIAS, H.S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.703- 709 1999.

MARINHA DO BRASIL. Disponível em <http://www.mar.mil.br/>. Acessado em varias datas.

MINÉRIOS DO PARANÁ – MINEROPAR. **Atlas geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, MINEROPAR, 2002.

MINEROPAR. **Atlas geológico do Estado do Paraná**. In www.mineropar.gov.br . Acesso em varias datas.

MONTEIRO, A. A. F. A Climatologia do Brasil ante a renovação atual de Geografia: um depoimento. **Métodos em Questão**. São Paulo, n. 6, 1973.

MONTEIRO, C. A. F. **O Clima da Região Sul. Geografia Regional do Brasil**. Cap.III Biblioteca Brasileira, IBGE, 1963.

MORGAN, R.P.C. **Soil Erosion and Conservation**. Oxford: Blackwell, 2005, 304p.

NARDI, J. B. **O fumo brasileiro no período colonial**. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1996.

NERY, Jonas Teixeira. Dinâmica Climática da Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 01, p. 61-75, 2005.

ORREDA, José Maria. **Irati**. Irati: Edipar, 1972, vol. I.

OSAKI, Flora. Microbacias – **Práticas de conservação de solos**. Curitiba : Câmara brasileira do livro, 1994.

PANACHUKI. ELÓI. **Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária** dissertação de mestrado Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Dourados.

PEREIRA, Silvio Bueno, M. S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2000. **Desprendimento e arraste de solo em decorrência do escoamento superficial**. Orientador: Fernando Falco Pruski. Conselheiros: Demetrius David da Silva e Antonio Teixeira de Matos.

RAMOS-SCHARRÓN, C. E. & MACDONALD, L. H. Measurement and prediction of natural and anthropogenic sediment sources, St. John, U.S. Virgin Islands. **Catena**, n. 71, p. 250-266, 2007.

RUFINO, R.L.; HENKLAIN, J.C. & BISCAIA, R.C.M. Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 9:277-280, 1985.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L.. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. 11. ed. Rio de Janeiro: Record, 2008.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.427-436, 2000.

SCHRODER, R. "Distribuição e Curso Anual das Precipitações no Estado de São Paulo" in: **BRAGANTIA - Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas**, v.15, nº 18. p. 193-249, 1956.

SCHRÖDER, R. Distribuição e Curso Anual das Precipitações no Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas**.

SHAFFER, R.L. & JOHNSON, C.E. Changing soil condition: The dynamic of tillage. In: **Predicting tillage effects on soil physical properties and processes**.

SILVEIRA, R.L.L. da. e DORNELLES, M. **Rede agroindustrial do fumo e a dinâmica de organização espacial e de usos do território na região Sul do Brasil Relatório Parcial de Pesquisa. Santa Cruz do Sul: CNPQ/UNISC, Janeiro, 2010**

SILVEIRA, Rogério Leandro Lima da. Rede agroindustrial do tabaco e território: mudanças na dinâmica espacial urbana e regional do Vale do Rio Pardo (RS). **Anais do XIV Encontro Nacional da ANPUR**. RJ, maio de 2011.

SIMEPAR sistema meteorológico do Paraná >www.simepar.com.br < acesso em varias datas

THOMAZ, E. L. **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical. Guarapuava-PR**. 2005. 297f. Tese. (Doutorado em Geografia Física)-Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo (USP).

THOMAZ, E. L.. Influência da temperatura no diâmetro e na estabilidade de agregados em Chernossolo, Saskatchewan, Canadá. Cienc. suelo [online]. 2011, vol.29, n.2, pp. 277-284.

THOMAZ.E.L; ANTONELI.V. Erosão e degradação do solo em área cultivada com erva-mate (*illexparaguariensis*)- Guarapuava- PR. São Paulo. UNESP. **Geociências** vol.27, n1. p. 21-31. 2008.

WATSON, D. A.; LAFLEN, J. M. Soil strength, slope and rainfall intensity effects on interrill erosion. **Transactions of the ASAE**, St Joseph v. 29, n.1, p. 98-102, 1986.

YODER , R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. J. Am. Soc.Agron., Madison, 28:337-351, 1936.

Zhan, Z.; Qin, Q.; Wang, X. The application of LST/NDVI index for monitoring land surface moisture in semiarid area. **IEEE Transactions on geosciences and Remote Sensing**, v.3, p.1551-1554, 2004.