

3 Materiais e Métodos

3.1. Localização da Área de Estudo

A modelagem - proposta nesta tese - foi desenvolvida especificamente para cinco parcelas experimentais de acordo com o padrão Wischmeier (1959), demarcadas com dimensões 4,0 m x 22,0 m no interior da propriedade rural “Sítio da Cachoeira” – localizada em Barra Alegre, 4º Distrito do município de Bom Jardim, na região da Microbacia do córrego Pito Aceso (inserido na bacia do rio Paraíba do Sul), com coordenadas geográficas 22° 09’62”S e 42°17’14”W e com altitudes em torno de 900 m (Prado, 2008).

O município de Bom Jardim está localizado na região serrana do estado do Rio de Janeiro e, caracteriza-se pelo clima mesotérmico úmido e temperaturas elevadas e bem distribuídas ao longo do ano (Mendes, 2005).

Considerando os objetivos do presente estudo e de acordo com as pesquisas realizadas por Mendes (2005), seguem abaixo as características mais relevantes da região para o desenvolvimento desta tese:

- 1) É considerado um dos maiores produtores de oleráceas (espécies vegetais de cultivos temporários) da região;
- 2) Possui alto índice de utilização de pesticidas;
- 3) Localiza-se no bioma de Mata Atlântica, onde ocorrem as principais cabeceiras de mananciais que abastecem a cidade do Rio de Janeiro;
- 4) Possui extensão e percentual de florestas significativas, em relação à sua área total;
- 5) Possui relevo montanhoso e intenso regime pluviométrico (1400 mm/ano concentrados no verão), o que potencializa processos erosivos e

consequentemente possibilidade de transporte de pesticidas e fertilizantes para os rios, causando poluição ambiental e contaminação ambiental.

As figuras 9 e 10 apresentam a localização do município de Bom Jardim e da microbacia do córrego Pito Aceso.

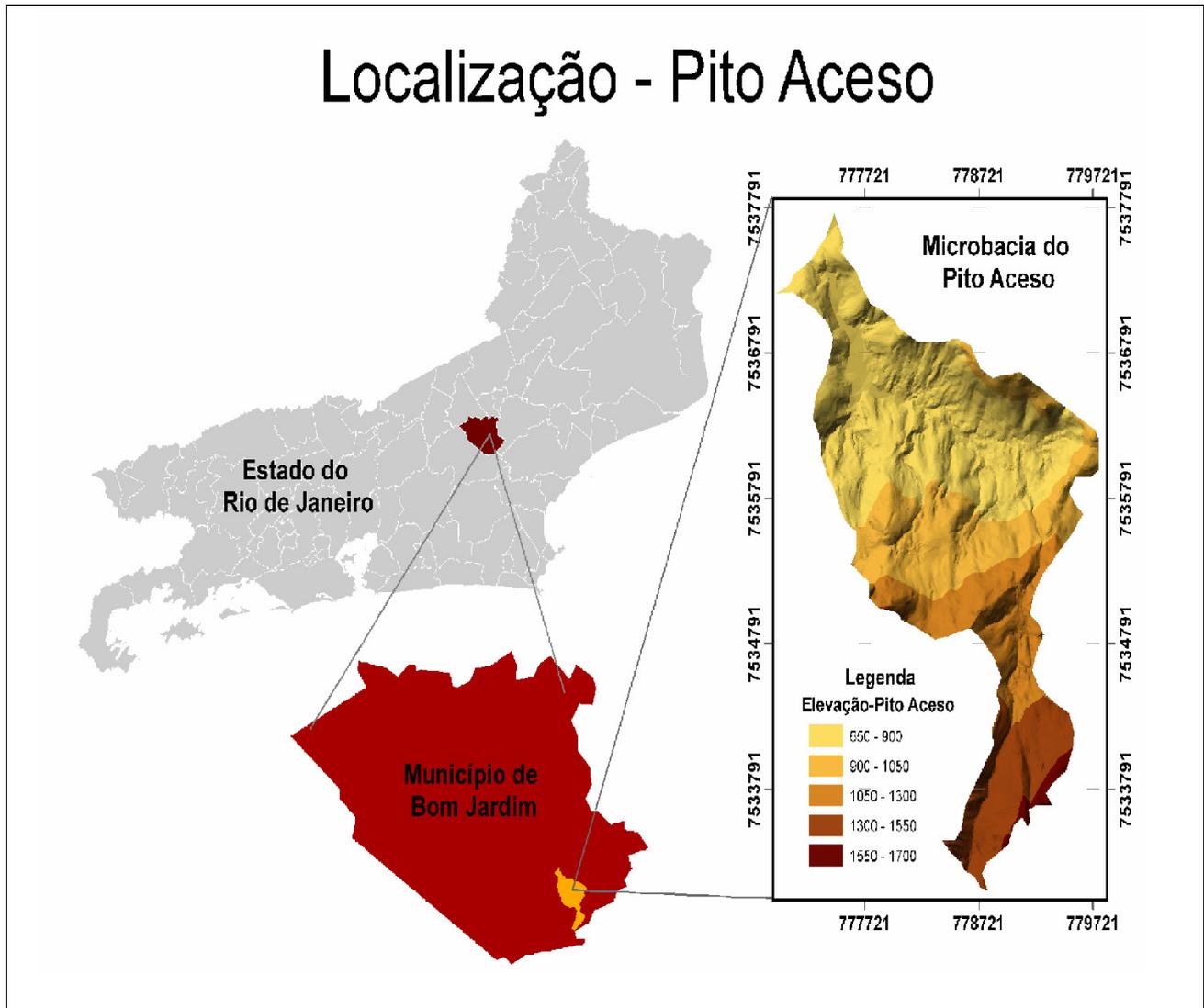


Figura 9: Localização da microbacia do córrego Pito Aceso

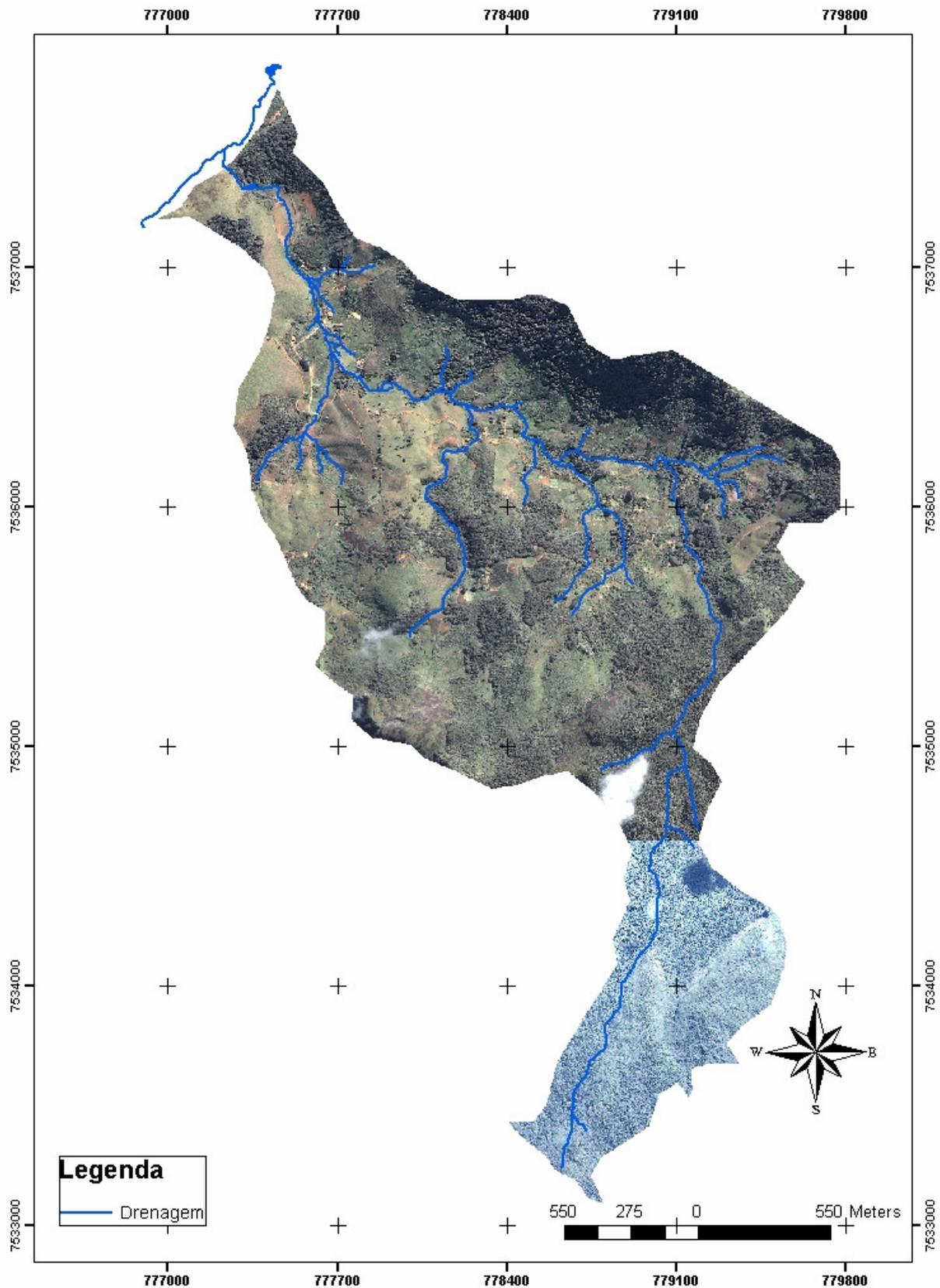


Figura 10: Imagem da Microbacia do Córrego Pito Aceso.

Imagem IKONOS, 2001. Fonte: Projeto PUC-Rio e EMBRAPA SOLOS.

Escala Original 1: 5 000.

3.2. Uso e Cobertura do Solo na Microbacia de Estudo

Com o objetivo de auxiliar na localização das parcelas e principalmente para a simulação na microbacia, foi obtido um mapa de uso e cobertura do solo da microbacia do Córrego Pito Aceso, conforme apresentado na figura 11:

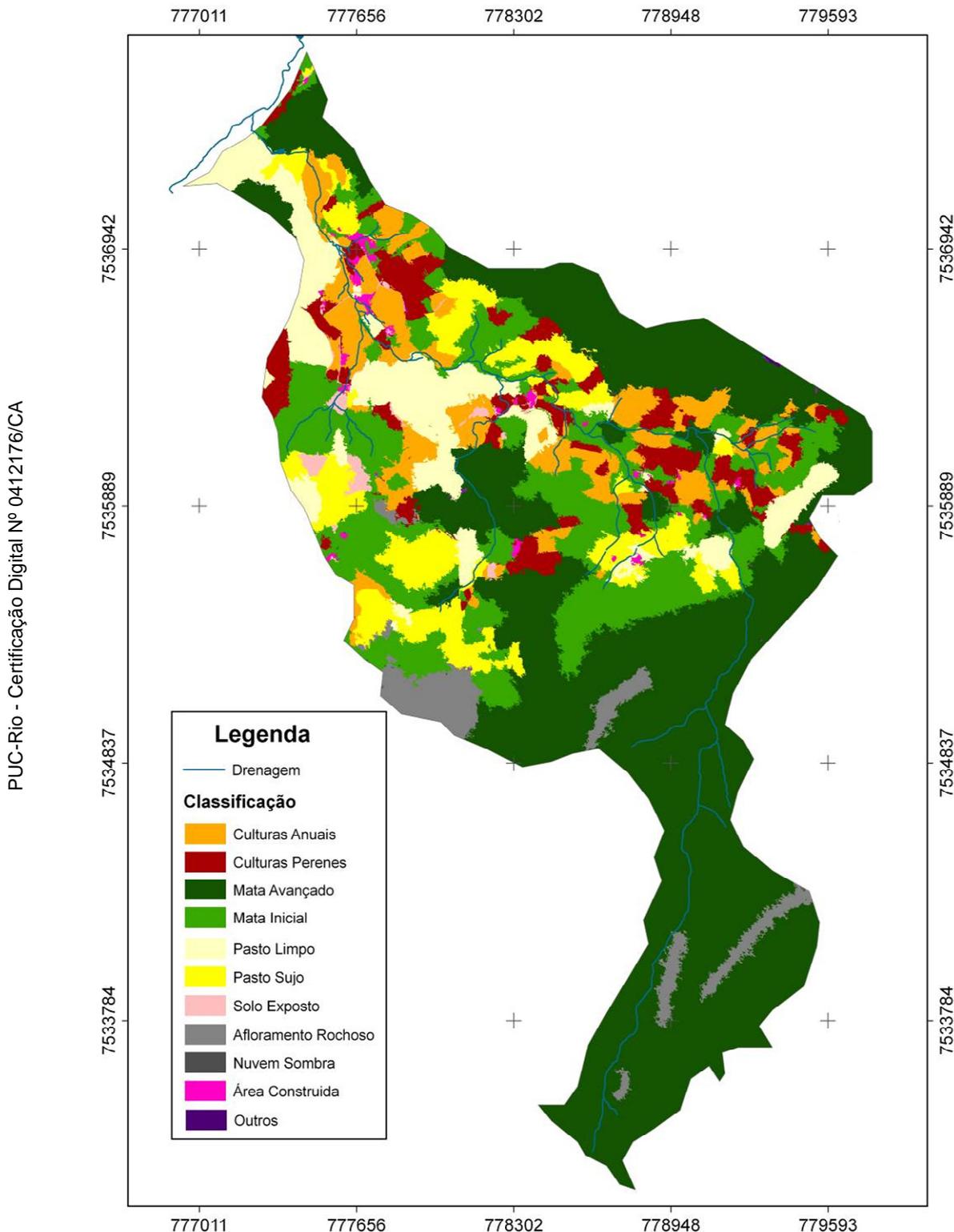


Figura 11: Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Microbacia do Córrego Pito Aceso - RJ

Fonte: XXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais – Fortaleza, 2009. Escala Original 1: 5 000.

3.3. Localização das Parcelas Experimentais na Microbacia

As figuras 12 e 13 apresentam a localização das parcelas experimentais na microbacia do Córrego Pito Aceso.

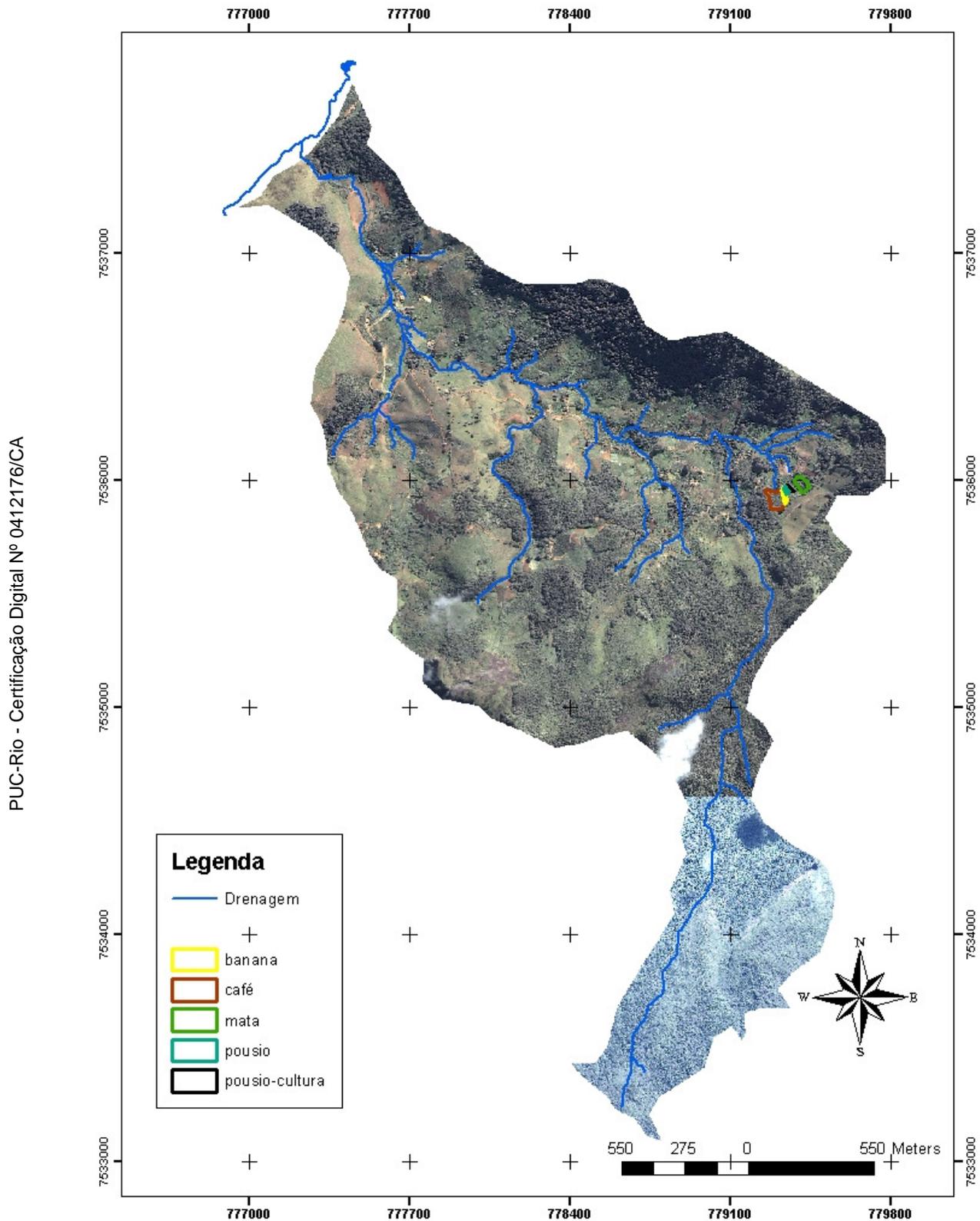


Figura 12: Localização das Parcelas Experimentais na Microbacia do Córrego Pito Aceso.

Imagem IKONOS, 2001. Fonte: Projeto PUC-Rio e EMBRAPA SOLOS. Escala Original 1: 5 000.

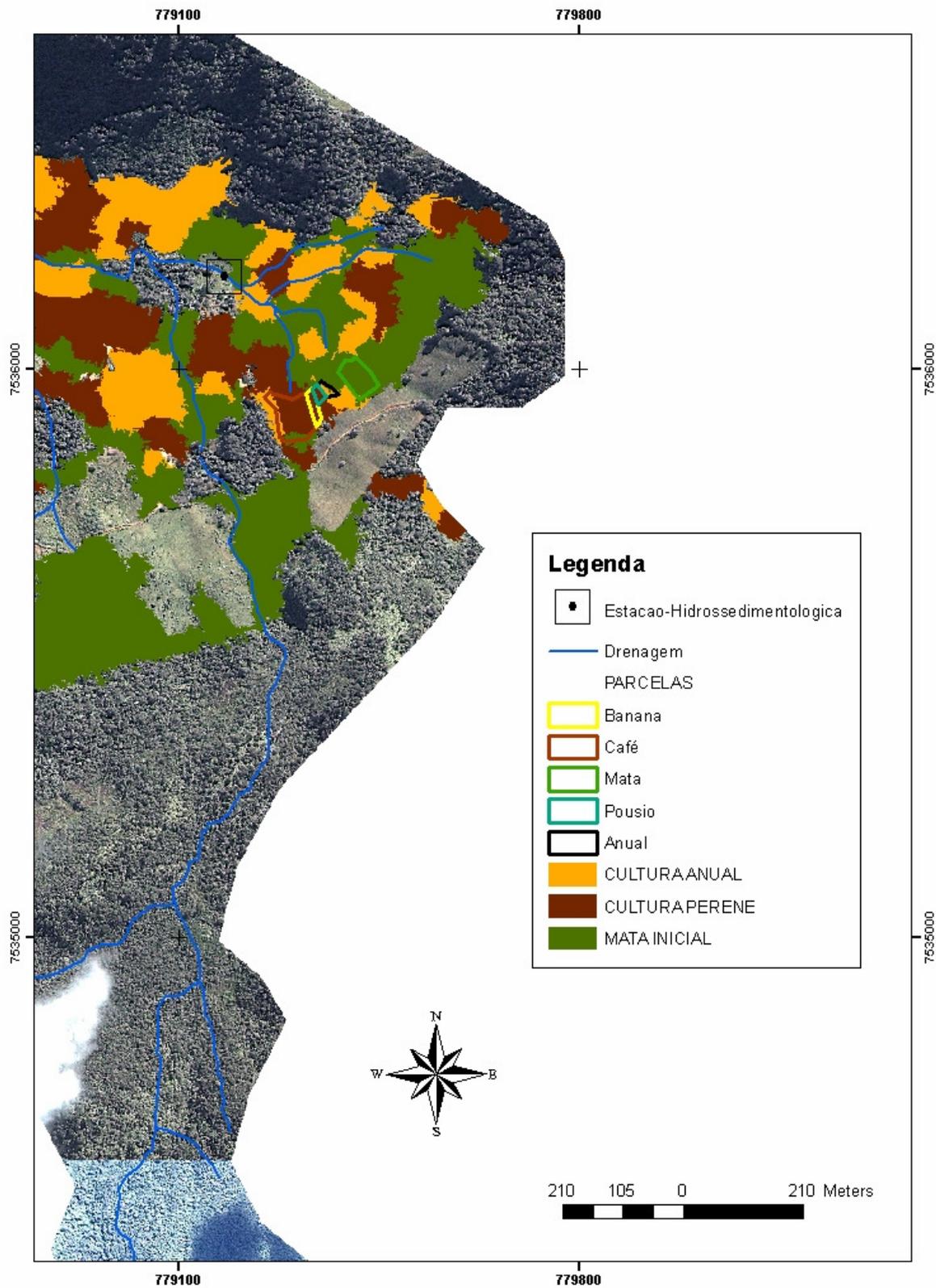


Figura 13: Localização Ampliada das Parcelas Experimentais na Microbacia do Córrego Pito Aceso.

Imagem IKONOS, 2001. Fonte: Projeto PUC-Rio e EMBRAPA SOLOS. Escala Original 1: 5 000

3.3.1. Parcelas Experimentais

As figuras 14 e 15 apresentam, respectivamente, o local onde as parcelas foram instaladas e a estrutura das parcelas experimentais Wischmeier (1959) de dimensões 4,0 m x 22,0 m utilizadas na modelagem desta tese.



Figura 14: Local de Instalação das parcelas experimentais. Fonte: Mendes, 2005

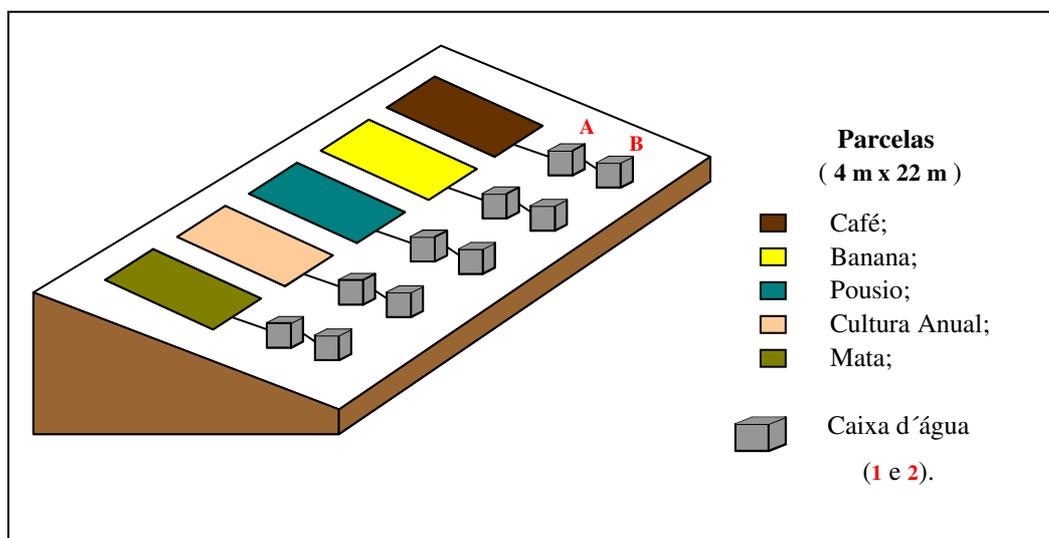


Figura 15: Estrutura das parcelas Wischmeier.

Na Figura 15, a parcela relativa ao Pousio corresponde ao sistema agroflorestal de pousio, ou de agricultura migratória, que se caracteriza como a forma de uso do solo com o descanso florestal, com o objetivo de repor os

nutrientes exportados pela produção agrícola e melhorar as características físicas e biológicas do solo (Mendes, 2005).

As parcelas foram delimitadas com chapas de zinco nº 16, com 2,0 m de comprimento e 30,0 cm de largura, cravadas no solo até 10,0 cm de profundidade e com 20,0 cm exposto à superfície (Mendes, 2005). Foram construídas, ao redor de cada parcela, calhas (também de zinco), com a finalidade de conduzir o escoamento para o centro, para então ser transportado para caixas d'água, através de tubos (PVC) de ligação.

A caixa d'água A possui 500 L e contém um balde de 30 L para abastecimento do escoamento inicial. A caixa d'água B possui 1000 L e foi instalada para armazenar o escoamento, na possibilidade da caixa A estar completamente cheia d'água.

A figura 16 apresenta as imagens das caixas d'água instaladas, juntamente com o balde contido na caixa A.



Figura 16: Caixas d'água de armazenamento de escoamento superficial.

3.4. Estrutura da Metodologia

Na ilustração 2 encontra-se um resumo da metodologia, representada através de um fluxograma.

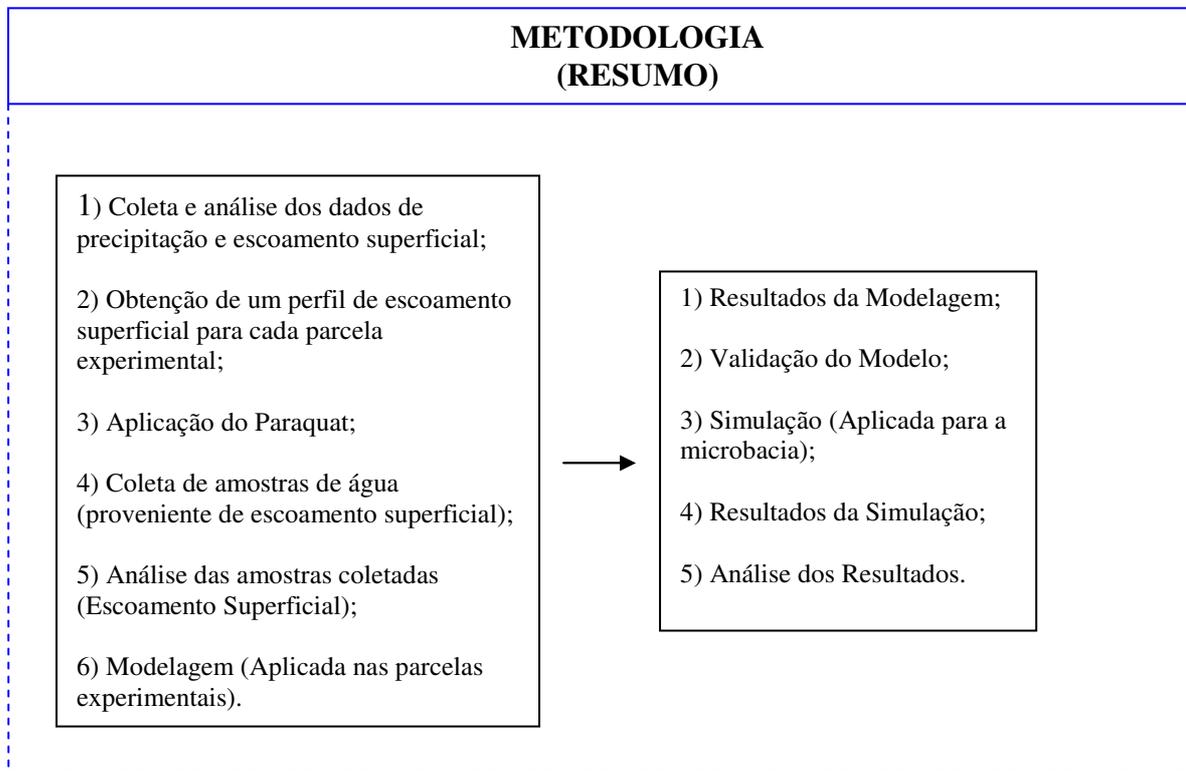


Ilustração 2: Resumo da metodologia.

3.4.1. Coleta e Análise dos Dados de Precipitação

Os dados de precipitação foram obtidos de dois modos distintos:

__ Através de medições artesanais (somente quando confirmado a ocorrência de escoamento superficial) realizadas manualmente pelo técnico de campo, Alexandre.

__ Através de uma estação hidrossedimentológica instalada na bacia. Os dados foram coletados periodicamente pela Embrapa-Solos e tabulados posteriormente no Excel;

A estação hidrossedimentológica (Localizada na Figura 13) foi configurada para leitura em intervalos de 15 minutos. A figura 17 apresenta as imagens desta estação instalada na bacia de estudo.

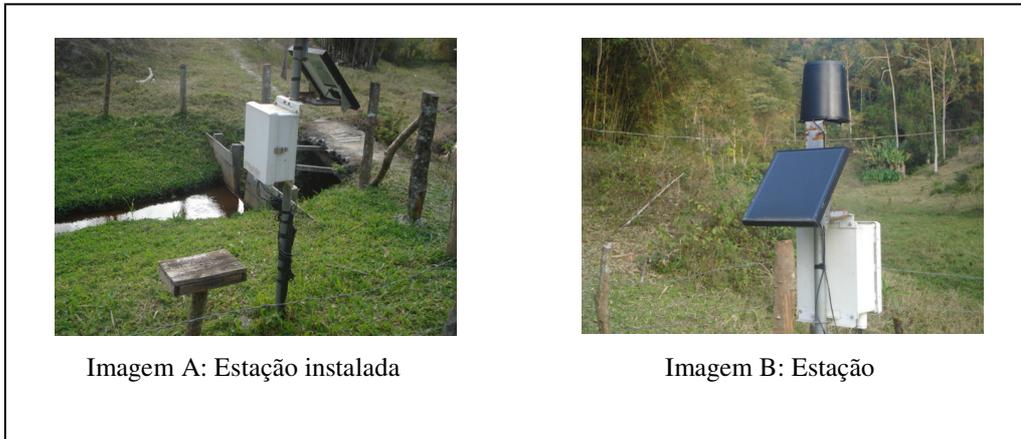


Figura 17: Estação hidrossedimentológica.

3.4.2. Coleta e Análise dos Dados do Escoamento Superficial

O escoamento superficial relativo à área de estudo foi analisado a partir de medições do volume acumulado e armazenado nas caixas d'água, após chuvas intensas. Para medir o escoamento superficial (mm) nas caixas d'água, foi desenvolvido uma curva empírica para o balde (contido na caixa A), a partir de uma relação estabelecida entre diferentes profundidades do balde, juntamente com seus respectivos volumes. Desta forma, o escoamento pôde ser medido em cada parcela Wischmeier, respeitando as seguintes etapas:

- 1) Identificação da presença de solução (proveniente do escoamento) no balde;
- 2) Registro da data do escoamento;
- 3) Medição e registro da precipitação (mm) que causou o escoamento;
- 4) Medição e registro do escoamento (mm) presente no balde;

5) Organização dos dados em tabelas, contendo a data do escoamento, precipitação (mm) e escoamento (mm).

Analisando simultaneamente os dados de escoamento superficial e precipitação durante um período de três anos (2006 - 2008), verificou-se maior incidência de escoamento superficial em períodos chuvosos, sobretudo no verão. Com isso, optou-se em restringir as análises de precipitação e escoamento superficial exclusivamente para as estações de verão, mais precisamente, verão de 2006-2007 e verão de 2007-2008.

Além disso, com o objetivo de determinar as intensidades, respectivamente de precipitação e escoamento, os dados da estação hidrossedimentológica foram analisados, considerando as seguintes etapas:

- 1) Destaque dos dias em que houve escoamento superficial;
- 2) Cálculo da média das precipitações (mm) ocorridas em cada um dos dias destacados (em que houve escoamento superficial);
- 3) Cálculo da duração da precipitação intensa (precipitações ocorridas acima da média do dia);
- 4) Tabulação dos dados de precipitação, escoamento e duração da chuva intensa, para posterior cálculo das intensidades de chuva e escoamento.

A partir de cada dado de precipitação (mm/min) e escoamento (mm/min) tabulado, foi possível calcular um coeficiente de escoamento superficial, utilizado para indicar a fração da precipitação que escoou superficialmente.

$$\text{Coef. Esc} = 100 * \frac{\text{Esc}}{\text{P}} \quad [3.1]$$

Coef. Esc – Coeficiente de Escoamento Superficial;

Esc – Escoamento (mm/min);

P – Precipitação (mm/min).

Com o conhecimento das intensidades de precipitação e escoamento, foi possível desenvolver uma curva polinomial para cada parcela de estudo (Probst, 2005 & Pruski, 2004) e, por consequência uma equação polinomial do escoamento superficial, representado por:

$$\text{Esc (P)} \quad [3.2]$$

Onde:

Esc – Escoamento (mm/min);

P – Precipitação (mm/min).

Todas as curvas polinomiais obtidas encontram-se no cap.4.1 e anexo 7, juntamente com tabelas contendo dados de precipitação, escoamento e duração das chuvas intensas.

3.4.3. Aplicação do Paraquat

O paraquat foi aplicado em cada parcela wischmeier (com exceção da parcela pousio), através de pulverizadores terrestres costais manuais, com uma taxa de aplicação de 1,5 L/ha, conforme consta na tabela 11. A aplicação do paraquat ocorreu durante o período chuvoso, mais precisamente durante a estação do verão, antes da coleta de água (nas caixas das parcelas experimentais).

Tabela 11: Taxa de aplicação do paraquat.

Taxa de Aplicação de Paraquat	L/ha
Recomendado	1,5 a 3
Considerado no Modelo	1,5

3.4.4. Coleta das Amostras de Água (Escoamento Superficial)

Para avaliar as concentrações de escoamento superficial relativo às parcelas wischmeier, foram coletadas amostras de água, proveniente desse escoamento. A coleta dessas amostras ocorreu em 07 de dezembro de 2007, conforme descrito abaixo:

- __ Preparo de recipientes de vidro a serem utilizados para as coletas;
- __ Verificação da existência de solução, proveniente de escoamento superficial, armazenado nas caixas d'água (instaladas nas parcelas wischmeier), imediatamente após período intenso de chuva e aplicação do paraquat;
- __ Coleta e armazenamento das amostras de escoamento superficial, em recipientes, mantendo-os hermeticamente fechados e resfriados;
- __ Transporte das amostras (armazenadas nos recipientes), de Bom Jardim para a EMBRAPA SOLOS e, por consequência mantendo-as refrigeradas.
- __ Análise das amostras na PUC-Rio.

A tabela 12 apresenta a lista das amostras de escoamento superficial - coletadas em 07 de dezembro de 2007- juntamente com suas respectivas identificações.

Tabela 12: Identificação das amostras relativas às parcelas wischmeier.

Parcela Wischmeier	Identificação das Amostras	
Café	1 A	1 B
Pousio	2 A	2 B
Anual	3 A	3 B
Mata	4 A	4 B

3.4.5. Análise das Amostras Coletadas

A análise das amostras coletadas foi realizada na PUC-Rio, através do método AOAC 969.0, onde as amostras foram pré-concentradas por extração em fase sólida com o uso de cartuchos C18.

O procedimento de quantificação do paraquat foi baseado na reação colorimétrica (de acordo com o Método AOAC 969.09) entre uma solução de ditionito de sódio 1% preparado em solução de hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹ com o paraquat, formando uma coloração azul.

Foi desenvolvida uma curva analítica (Fig. 36) relacionando a absorvância e a concentração de paraquat em solução preparada. A partir dessa curva analítica, foi possível determinar a concentração de paraquat na solução em cada amostra. Esse processo foi repetido mais duas vezes, totalizando três valores de concentrações de paraquat para cada amostra. Em seguida foi calculada uma média das três concentrações obtidas, juntamente com seus respectivos desvio padrão.

Parcelas com concentrações de paraquat inferiores a 1,3 µg L⁻¹ foram consideradas ausentes de paraquat. Assim, a parcela **Anual** foi classificada como “não-detectado”.

A tabela 13 apresenta um resumo dos resultados (provenientes das amostras) dos quais, foram utilizados para a avaliação dos resultados da modelagem.

Tabela 13: Resumo dos resultados obtidos

Concentração		
µg x L ⁻¹		
	Amostra A	Amostra B
Anual	Não Detectado	Não Detectado
Banana	Não Coletado	Não Coletado.
Café	7,300 ± 0,191	6,781 ± 0,290
Pousio	5,312 ± 0,177	5,318 ± 0,264
Mata	Não Detectado	Não Detectado

3.4.6. Modelagem (Modelo Utilizado)

Esta tese utiliza um modelo, representado pela equação 3.3, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, na microbacia do córrego Pito Aceso, após período intenso de chuva. A equação 3.3 foi desenvolvida a partir do modelo original REXTOX apresentado inicialmente pela OECD (2000) e utilizado posteriormente por Probst (2005) - e possui como diferencial a não utilização do parâmetro de declividade da microbacia, na etapa de modelagem. O fator de declividade foi utilizado na etapa de simulação em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), por meio do Arcgis 9.2 (ESRI)

Segue abaixo a equação do modelo proposto:

$$P_{\%} = (\text{Índ}_{\text{ESC}})(F_{\text{DEGRAD}})(F_{\text{SORÇÃO}})(F_{\text{INTERCEPT}}) \times 100 \quad [3.3]$$

$P_{\%}$ - porcentagem de paraquat presente no escoamento superficial;

Índ_{ESC} - Índice de escoamento superficial;

F_i - fator de degradação, sorção ou interceptação.

A partir da equação 3.3, é possível obter índices de paraquat presentes no escoamento superficial, considerando os fatores de degradação do pesticida, sorção do pesticida pelo solo e interceptação do pesticida pelas plantas.

3.4.6.1. Fatores e Parâmetros Necessários para o Modelo

Todos os fatores e parâmetros necessários para a equação 3.3 encontram-se na tabela 14:

Tabela 14: Parâmetros necessários para o modelo proposto.

	Parâmetros Necessários
Índice de Escoamento	P – Precipitação (mm/min).
	E – Escoamento (mm/min).
Fator de Degradação	DT₅₀ – Meia-vida (dias).
	Δt – Intervalo de tempo entre aplicação e início das chuvas (dias).
Fator de Sorção	K_d – razão entre a concentração do pesticida sorvido nas partículas do solo e a concentração do pesticida na solução aquosa do solo (Karickhoff, 1981 & Brower, 1994).
	ρ - Densidade do solo [kg/L]
	K_{OC} – Coeficiente de sorção do pesticida pelo carbono orgânico presente no solo [L/kg].
	CO – Índice de carbono orgânico presente no solo.
Fator de Interceptação	Intercept – Índice de interceptação do pesticida pela cultura (%).

3.4.6.1.1. Índice de Escoamento Superficial

O índice de escoamento superficial representa a fração da precipitação que escoou pela superfície do solo e, é representado pela equação [3.4]:

$$\text{Índ}_{\text{ESC}} = \frac{E}{P} \quad [3.4]$$

E – Escoamento Superficial (mm/min);

P – Precipitação (mm/min).

O escoamento superficial (E) da equação [3.4] é obtido em função da precipitação (P), através do polinômio característico de escoamento, desenvolvido para cada parcela Wischmeier.

Um aspecto importante está no fato do índice de escoamento (**Índ_{ESC}**) já considerar a lixiviação, isto é, a fração da precipitação que infiltra no solo, pois

conforme descrito anteriormente, os polinômios característicos foram obtidos a partir de curvas polinomiais empíricas, relativas à área de estudo.

3.4.6.1.2.Fator de Degradação

O fator de degradação (F_{DEGRAD}) indica a fração de pesticida que pode ser escoado superficialmente, após o processo de degradação do pesticida no solo. Esse fator é obtido sob cinética de 1ª ordem e demonstrado a partir da equação [3.5], utilizando as seguintes variáveis:

C – Concentração de pesticida;

k – Constante Cinética de reação;

t – Intervalo de tempo em que ocorre a degradação;

$$\frac{dC}{dt} = -C k \quad [3.5]$$

$$\frac{dC}{C} = -k dt \quad [3.6]$$

Considerando C_0 a concentração inicial do pesticida, tem-se:

$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = -k \int_0^t dt \quad [3.7]$$

$$\ln \frac{C}{C_0} = -k t \quad [3.8]$$

$$e^{-kt} = \frac{C}{C_0} \quad [3.9]$$

Considerando o intervalo de tempo t igual a meia-vida do pesticida no solo (DT_{50}), tem-se:

$$e^{-kDT_{50}} = \frac{0,5 C_0}{C_0} \quad [3.10]$$

$$e^{-k DT_{50}} = 0,5 \quad [3.11]$$

$$\ln 2 = -k DT_{50} \quad [3.12]$$

Assim, a constante cinética de reação é obtida conforme consta na equação [3.13]:

$$k = \frac{\ln 2}{DT_{50}} \quad [3.13]$$

Substituindo a equação [3.13] na equação [3.9], tem-se:

$$C = C_0 e^{-\left(\frac{\ln 2}{DT_{50}}\right)t} \quad [3.14]$$

Portanto o fator de degradação é obtido de acordo com a equação [3.15]:

$$F_{\text{DEGRAD}} = e^{-\left(\frac{\ln 2}{DT_{50}}\right)\Delta t} \quad [3.15]$$

Onde:

DT_{50} – Meia-vida do pesticida (dias);

Δt – Intervalo de tempo entre a aplicação e início das chuvas (dias).

3.4.6.1.3.Fator de Sorção

O fator de sorção ($F_{\text{SORÇÃO}}$) é calculado através da equação [3.15] e indica a fração do pesticida que pode ser escoado superficialmente, após o processo de sorção.

A equação [3.17] é obtida a partir da equação [3.16], considerando as seguintes variáveis:

$C_{\text{ÁGUA}}$ - Concentração do pesticida na solução aquosa presente no solo;

C_{SOLO} - Concentração do pesticida sorvido nas partículas do solo;

$$\frac{C_{\text{ÁGUA}}}{C_{\text{ÁGUA}} + C_{\text{SOLO}}} = \frac{1}{\frac{C_{\text{ÁGUA}} + C_{\text{SOLO}}}{C_{\text{ÁGUA}}}} = \frac{1}{1 + \frac{C_{\text{SOLO}}}{C_{\text{ÁGUA}}}} \quad [3.16]$$

Substituindo $\frac{C_{\text{SOLO}}}{C_{\text{ÁGUA}}}$ por K_D , tem-se:

$$F_{\text{SORÇÃO}} = \frac{1}{1 + K_D} \quad [3.17]$$

K_D é obtido através da equação [3.18]:

$$K_D = \rho K_{OC} \frac{OC}{100} \quad [3.18]$$

Onde:

K_D - Razão entre a concentração do pesticida sorvido nas partículas do solo e a concentração do pesticida na solução aquosa do solo (Karickhoff, 1981 & Brower, 1994).

ρ - Densidade do solo;

K_{OC} - Coeficiente de sorção do pesticida pelo carbono orgânico presente no solo [L/kg];

OC - Teor de carbono orgânico presente no solo.

3.4.6.1.4. Fator de Interceptação

O fator de interceptação ($F_{\text{INTERCEPT}}$) representa a fração de pesticida que pode ser escoado superficialmente, após aplicação e retenção do pesticida pela folhagem das plantas. Esse fator é calculado através da equação [3.19]:

$$F_{\text{INTERCEPT}} = \frac{1 - \text{Intercept}}{100} \quad [3.19]$$

Onde:

Intercept - Índice de pesticida interceptado pelas plantas (Probst, 2005).

Considerando a forma de aplicação de paraquat sendo manual (spray manual), juntamente ao grau de crescimento elevado das plantas, foram utilizados na modelagem índices de interceptação foliar acima de 97%.

3.4.6.2. Dados Necessários ao Modelo (Relativos ao Paraquat)

Na tabela 15 encontram-se os dados de entrada, relativos ao paraquat, utilizados na modelagem:

Tabela 15: Parâmetros relativos ao paraquat.

Paraquat		Unidade		Unidade
Solubilidade Aquosa	$6,2 \times 10^5$	g/10 ³		
K _{OC}	10 ⁸	mL/g		
DT ₅₀ (no solo)	10 ³	dias		
Taxa de Aplicação	1,5	L/ha		
Concentrado de paraquat aplicado em solução	200	g/L		
Aplicação de Paraquat	300	g/ha	0,03	g/m ²

Fonte: Worthing & Hance (1991); Wauchope (1992) & Ferracini (2001).

3.4.6.3. Dados Ambientais Necessários ao Modelo

Para a modelagem (aplicada nas parcelas experimentais) foram utilizados os seguintes parâmetros: área, carbono orgânico, densidade do solo, índice de interceptação, fluxo máximo de escoamento, duração da chuva intensa e intervalo de tempo entre a aplicação e o início das chuvas.

3.4.6.3.1. Dados Relativos ao Carbono Orgânico

A tabela 16 apresenta os índices de carbono orgânico, de cada parcela wischmeier, em função da profundidade do solo, medida em cm. Os dados desta tabela foram fornecidos pela EMBRAPA SOLOS e Miranda (2008).

Tabela 16: Índice de Carbono Orgânico de cada parcela wischmeier.

Carbono Orgânico					
%					
Profundidade cm	Mata P 5	Anual P 4	Pousio P 3	Banana P 2	Café P 1
0 - 5	2,93	1,62	1,06	1,59	1,71
5 - 10	1,85	1,43	2,14	1,51	1,79
10 - 20	1,39	1,29	4,52	1,26	1,48
20 - 30	0,97	1,45	2,46	0,33	1,48

Seguem abaixo algumas considerações pertinentes à tabela 16:

- __ Nas parcelas **Mata** e perenes (**Banana** e **Café**), verifica-se decréscimo do índice de carbono orgânico, conforme se aumenta a profundidade;
- __ A parcela **Anual** apresenta decréscimo do índice de carbono orgânico, até os 20 cm de profundidade;
- __ A parcela **Pousio** apresenta grandes variações no índice de carbono orgânico, conforme se aumenta a profundidade;
- __ Como o estudo desta tese concentra-se no escoamento superficial, foram considerados para a modelagem, apenas os índices de carbono orgânico próximos à superfície - entre 0 a 5 cm de profundidade.

3.4.6.3.2. Dados Relativos à Densidade do Solo

A tabela 17 apresenta a densidade do solo, de cada parcela wischmeier, em função da profundidade do terreno, medida em cm. Os dados desta tabela foram fornecidos pela EMBRAPA SOLOS e Miranda (2008).

Tabela 17: Densidade do solo relativo às parcelas wischmier.

Profundidade cm	Densidade do Solo kg x L ⁻¹				
	Mata	Anual	Pousio	Banana	Café
0 - 5	9,21 x 10 ⁻⁷	1,15 x 10 ⁻⁶	1,13 x 10 ⁻⁶	1,03 x 10 ⁻⁶	1,41 x 10 ⁻⁶
5 - 10	1,07 x 10 ⁻⁶	1,18 x 10 ⁻⁶	1,21 x 10 ⁻⁶	1,19 x 10 ⁻⁶	1,33 x 10 ⁻⁶
10 - 20	1,18 x 10 ⁻⁶	1,20 x 10 ⁻⁶	1,32 x 10 ⁻⁶	1,33 x 10 ⁻⁶	1,35 x 10 ⁻⁶
20 - 30	1,26 x 10 ⁻⁶	1,28 x 10 ⁻⁶	1,34 x 10 ⁻⁶	1,28 x 10 ⁻⁶	1,39 x 10 ⁻⁶

__ Verifica-se um aumento da densidade do solo em todas as parcelas, conforme se aumenta a profundidade do terreno;

__ As parcelas Café e Mata apresentam, respectivamente, valores máximo e mínimo de densidade do solo;

__ Como o estudo desta tese concentra-se no escoamento superficial, foram considerados para a modelagem, apenas densidades do solo próximas à superfície - entre 0 a 5 cm de profundidade.

3.4.6.4. Resumo dos Dados Ambientais Necessários ao Modelo

A tabela 22 apresenta os dados de todos os parâmetros, de cada parcela Wischmeier, utilizados no modelo.

Tabela 18: Dados relativos aos parâmetros de cada parcela wischmeier.

	Parcelas Wischmeier				
	Mata	Anual	Pousio	Banana	Café
Área (m ²)	88	88	88	88	88
Densidade do Solo (kg/L)	9,21 x 10 ⁻⁷	1,15 x 10 ⁻⁶	1,13 x 10 ⁻⁶	1,03 x 10 ⁻⁶	1,41 x 10 ⁻⁶
Carbono Orgânico (%)	2,93	1,62	1,06	1,59	1,71
Índice de Interceptação (%)	97	97,1	98,2	97,5	97,3
Fx. Max. Esc. (L/s)	0,15	0,73	0,41	0,53	0,13
Δt da Chuva Intensa (h)	6	6	1,4	1,5	1,2
Δt chuva após aplicação (dia)	3	3	3	3	3

Fonte: Mendes (2005) & Miranda (2008).

Seguem algumas considerações à respeito da tabela 18:

- __ A área de 88 m² corresponde à área de cada parcela wischmeier, conforme já apresentado na figura 12;
- __ A densidade do solo e o índice de carbono orgânico foram fornecidos pela EMBRAPA SOLOS e por Miranda (2008). Considerações mais detalhadas serão descritas no cap.4 (Resultados e Discussões) desta tese;
- __ O fluxo máximo de escoamento e a duração da chuva intensa, de cada parcela wischmeier, foram obtidos a partir dos estudos de escoamento realizados nas parcelas, conforme já descritos no Capítulo 3.4.;
- __ Considerando que o paraquat foi aplicado durante o período chuvoso, considerou-se como intervalo entre a aplicação do paraquat e o início das chuvas de três dias;

3.4.7. Simulação em SIG

Após a etapa de validação dos resultados, isto é, da avaliação da presença de paraquat no escoamento superficial nas parcelas Wischmeier, deu-se início ao processo de simulação em meio SIG, por meio do software Arcgis 9.2 (ESRI), com o objetivo de modelar a presença de paraquat no escoamento superficial para a microbacia do córrego Pito Aceso [Fig.10].

Todas as etapas da simulação são descritas de forma resumida, conforme a seguinte ordem:

- 1) Obtenção das Curvas de Nível da microbacia do Pito do Pito Aceso, a partir da base cartográfica (fornecida pelo projeto Pronex – PUC-Rio);
- 2) Geração de um Modelo Digital de Elevação (MDE) para microbacia do Pito Aceso;
- 3) Reclassificação do MDE, relativo à microbacia do córrego Pito Aceso, representando a declividade através de pesos, numa escala de 1 (elevação mínima) a 10 (elevação máxima);
- 4) Geração de um mapa, de estrutura poligonal, relativo a uma fração da microbacia do Pito Aceso, onde se encontram as parcelas wischmeier;
- 5) Criação de um mapa de estrutura matricial, relativo ao mapa obtido anteriormente – utilizando a ferramenta do Arcgis 9.2 (ESRI) “*raster calculator*”.
- 6) Criação um mapa, de estrutura matricial, para cada parcela wischmeier;
- 7) Geração de um mapa, de estrutura matricial, representando a declividade de cada parcela Wischmeier;
- 8) Identificação da declividade predominante de cada parcela Wischmeier, através de uma tabela de atributos (verificando a quantidade maior de pixels);
- 9) Criação de um mapa, de estrutura matricial, para cada classe de interesse (**Perene, Anual e Mata**), a partir das declividades destacadas anteriormente;
- 10) Criação de um mapa, de estrutura matricial, para cada classe de interesse (**Anual, Perene e Mata**);
- 11) Multiplicação do mapa, de estrutura matricial (obtido anteriormente), por cada mapa, de estrutura matricial, relativo às classes de interesse (**Anual, Perene e Mata**);

3.4.8. Classificação das Concentrações de Paraquat no Escoamento Superficial em Função dos Valores Máximos Permitidos (VMP)

As concentrações de paraquat (presente no escoamento superficial), relativas a todas as culturas da microbacia foram representadas por meio de um mapa (cap.4.5.3.4), juntamente com uma classificação em função do VMP (valor máximo permitido) para o paraquat em água (10 µg/L) (Bastos, 2004).

Segue abaixo a tabela 19, contendo um resumo da proporção efetuada para classificação:

Tabela 19: Resumo da proporção de classificação.

Concentração de Paraquat no Esc.Sup. Relativa à Parcela Café (µg/L)	Valor Máximo Permitido para o Paraquat (µg/L)	Proporção Relativa ao VMP	Valor de Referência para o Pixel
6,58	10	$(10/6,58) = 1,5$	15

De acordo com a tabela 19, e considerando o mapa de elevação da microbacia reclassificado (cap.4.5.2.1), utilizou-se a mesma proporção obtida (15) para os pixels. Dessa forma, todo pixel com valor acima abaixo de 15, foi considerado abaixo do VMP de paraquat água e todo pixel com valor acima de 15 foi considerado acima do VMP de paraquat em água.