4
Resultados e Discussão

Conforme o fluxograma representativo da estrutura da modelagem (cap.3.4), seguem os resultados relativos à entrada e saída de dados.

4.1. Escoamento Superficial Relativo às Parcelas Experimentais

As tabelas 24 a 28, e as ilustrações 3 a 7, representam os resultados das análises de escoamento superficial, relativas às parcelas experimentais. Esses resultados foram obtidos a partir dos procedimentos metodológicos descritos no cap.3.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.1.1. Escoamento Superficial Relativo à Parcela de Cultura Café

A tabela 20 apresenta os dados analisados de precipitação e escoamento superficial pertinentes ao período de verão de 2006-2007, utilizados para obtenção de um perfil de escoamento superficial relativo à parcela de cultura café.

Tabela 20: Dados de Precipitação e Escoamento Superficial - Parcela Café

	Mês	Dia	Prec. mm/min	Esc. mm/min	Duração min	Coef.Esc. %
Café	**jan**	8	0,27	0,0001	30	0,04
		9	0,46	0,0009	15	0,19
		13	1,27	0,0432	15	3,4
		16	0,38	0,0002	45	0,04
		25	1,61	0,09	15	5,59
2006 - 2007		27	0,47	0,0018	15	0,37
	fev	18	1,41	0,05	30	3,55
		20	1,17	0,04	15	3,42
		Média	0,88	0,03	22,5	2,08
		Máximo	**1,61**	0,09	45	5,59

A ilustração 3 apresenta uma curva polinomial, que representa o perfil de escoamento superficial relativo à parcela experimental de cultura café.

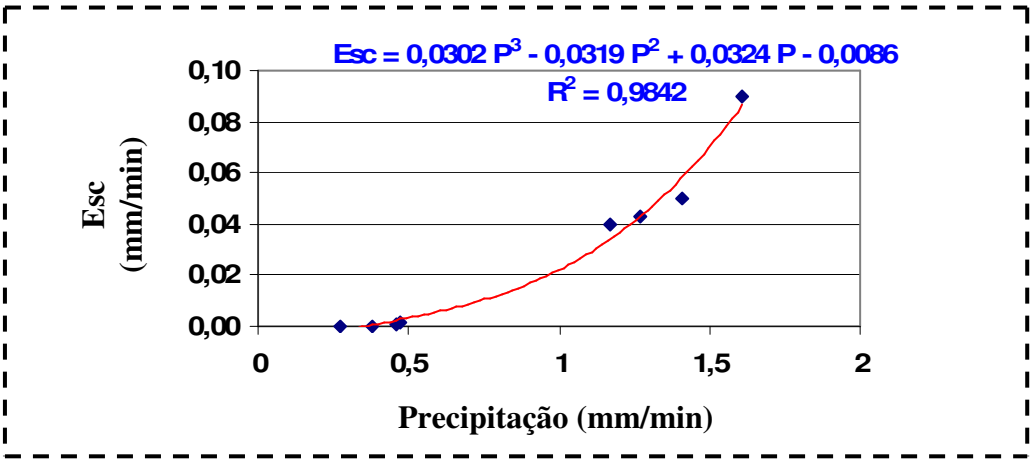


Ilustração 3: Perfil de Escoamento Superficial Relativo à Parcela Experimental de Cultura Café.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

Seguem abaixo algumas observações com respeito à tabela 20 e ilustração 18:

__ A parcela **Café** apresentou coeficiente de escoamento bem reduzido (máximo de 5,59%), o que indica pouco escoamento superficial ou grande capacidade de retenção de água, durante os períodos chuvosos;

__ Escoamento máximo de 0,09 mm/min, ocorrido durante um período curto de tempo (15 min);

__ Curva polinomial crescente;

__ Para a modelagem, foi considerada o fluxo máximo de escoamento igual à intensidade máxima de escoamento superficial (0,09 mm/min);

4.1.2. Escoamento Superficial Relativo à Parcela de Cultura Banana

A tabela 21 apresenta os dados analisados de precipitação e escoamento superficial pertinentes ao período de verão de 2006-2007, utilizados para obtenção de um perfil de escoamento superficial relativo à parcela de cultura banana.

Tabela 21: Dados de Precipitação e Escoamento Superficial - Parcela Banana

	Mês	Dia	Prec. mm/min	Esc. mm/min	Duração min	Coef.Esc %
Banana	**jan**	4	0,42	0,022	30	5,2
		8	0,27	0,0047	15	1,73
		9	0,46	0,0259	15	5,67
		13	1,27	0,36	45	28,35
		16	0,38	0,021	15	5,47
2006 - 2007		27	0,47	0,0322	15	6,8
	fev	9	0,02	0,003	15	18,14
		19	0,03	0,0046	30	13,45
		27	0,02	0,0019	15	11,32
		Média	0,37	0,05	21,67	10,68
		Máximo	**1,27**	0,36	45	28,35

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

A ilustração 4 apresenta uma curva polinomial, que representa o perfil de escoamento superficial relativo à parcela experimental de cultura banana.

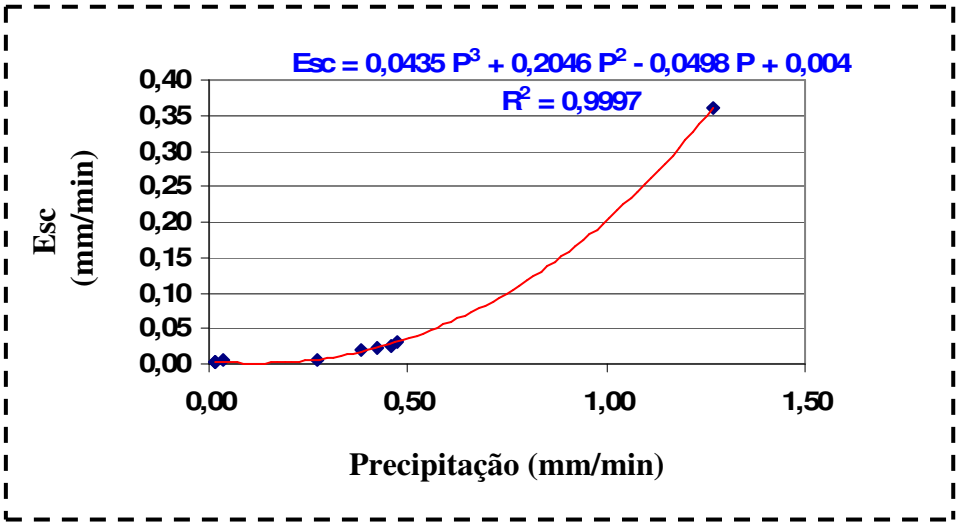


Ilustração 4: Perfil de Escoamento Superficial Relativo à Parcela Experimental de Cultura Banana

Seguem abaixo algumas observações com respeito à tabela 21 e ilustração 4:

__ Comparando as duas culturas perenes, **Café** e **Banana**, a parcela **Banana** apresentou coeficiente de escoamento superficial maior (média de 10,68%), o que indica maior tendência à ocorrência de escoamento superficial, durante os períodos chuvosos;

__ Curva polinomial crescente;

__ Para a modelagem, foi considerada o fluxo máximo de escoamento igual à intensidade máxima de escoamento superficial (0,36 mm/min);

4.1.3. Escoamento Superficial Relativo à Parcela Pousio

A tabela 22 apresenta os dados analisados de precipitação e escoamento superficial pertinentes ao período de verão de 2006-2007, utilizados para obtenção de um perfil de escoamento superficial relativo à parcela pousio.

Tabela 22: Dados de Precipitação e Escoamento Superficial - Parcela Pousio

	Mês	Dia	Prec. mm/min	Esc. mm/min	Duração min	Coef.Esc. %
Pousio 2006 - 2007	**jan**	4	0,42	0,01	15	2,3
		8	0,27	0,004	30	1,5
		9	0,46	0,019	15	4,06
		16	0,38	0,006	45	1,44
		27	0,47	0,029	15	6,07
	fev	9	0,02	0,002	15	9,77
		19	0,03	0,003	15	8,49
		27	0,02	0,001	15	6,86
	mar	20	1,17	0,28	15	23,93
		Média	0,36	0,04	20	7,16
		Máximo	**1,17**	0,28	45	23,93

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

A ilustração 5 apresenta uma curva polinomial, que representa o perfil de escoamento superficial relativo à parcela experimental de cultura banana.

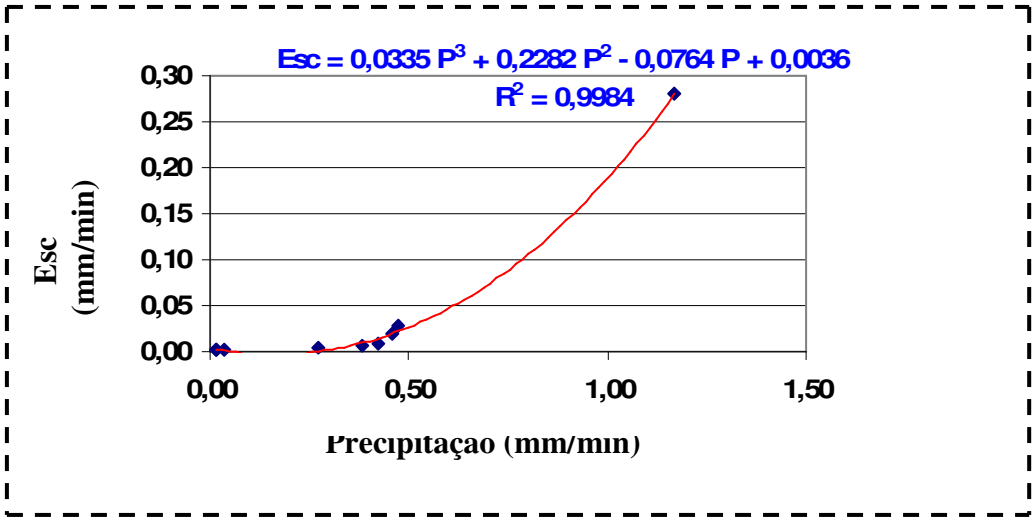


Ilustração 5: Perfil de Escoamento Superficial Relativo à Parcela Experimental Pousio

Seguem abaixo algumas observações com respeito à tabela 22 e à respectiva curva polinomial:

__ Escoamento superficial máximo na parcela **Pousio** de 0,28 mm/min, ocorrido durante um período curto de tempo (15 min);

__ Curva polinomial crescente;

__ Para a modelagem, foi considerada o fluxo máximo de escoamento igual à intensidade máxima de escoamento superficial (0,28 mm/min);

4.1.4. Escoamento Superficial Relativo à Parcela Mata

A tabela 23 apresenta os dados analisados de precipitação e escoamento superficial pertinentes ao período de verão de 2005-2006, utilizados para obtenção de um perfil de escoamento superficial relativo à parcela mata.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

Tabela 23: Dados de Precipitação, Escoamento e Duração da Chuva Intensa – Relativos à parcela wischmeier **Mata** (verão 2005 – 2006).

	Mês	Dia	Prec. mm/min	Esc. mm/min	Duração min	Coef.Esc. %
Mata 2005 - 2006	**jan**	2	0,23	0,001	30	0,42
		27	1,53	0,0054	45	0,36
	fev	11	1,25	0,0054	30	0,43
		24	1,07	0,0026	15	0,24
		27	1,8	0,0119	15	0,66
		28	0,33	0,0021	15	0,64
	mar	10	0,2	0,0005	15	0,25
		14	0,1	0,0002	15	0,17
		16	1,25	0,0036	45	0,29
		Média	0,86	0,004	25	0,38
		Máximo	1,8	0,01	45	0,66

A ilustração 6 apresenta uma curva polinomial, que representa o perfil de escoamento superficial relativo à parcela experimental de cultura mata.

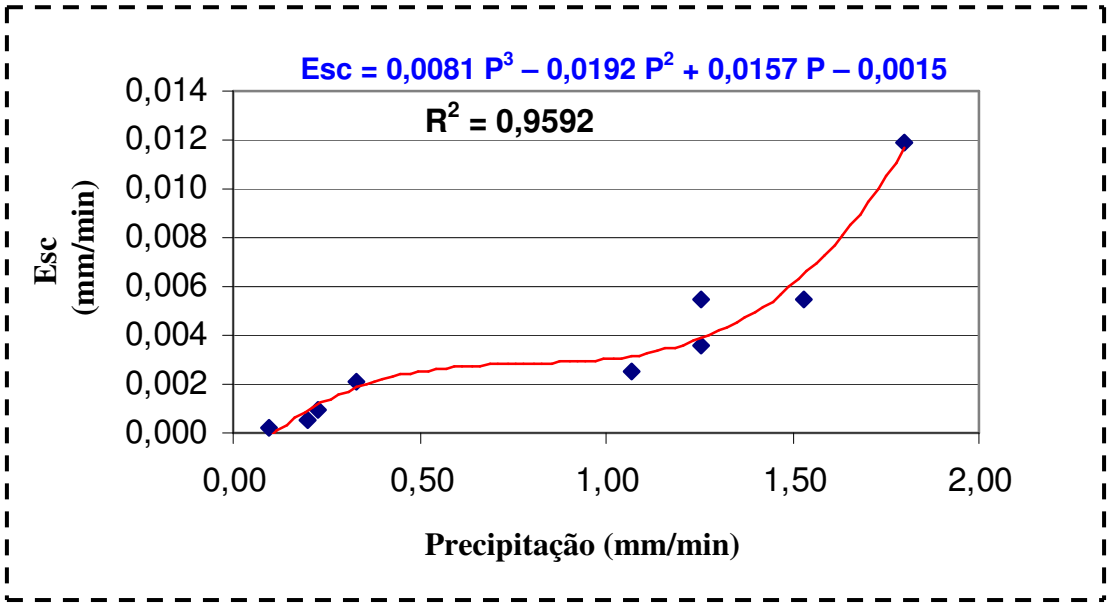


Ilustração 6: Perfil de Escoamento Superficial Relativo à Parcela Experimental Mata

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

__ Curva polinomial apresenta-se de forma crescente a partir, aproximadamente, de 1 mm/min de precipitação. Assim, considerou-se na modelagem valores de precipitação para a parcela **Mata** acima de 1 mm/min.

__ Parcela **Mata** apresenta coeficiente de escoamento superficial bem reduzido (média de 0,38%), indicando tendência de retenção de grande quantidade de água pela mata, durante a chuva intensa;

__ Escoamento superficial máximo na parcela **Mata** de 0,01 mm/min, ocorrido durante um período relativamente curto de tempo (30 min);

__ Para a modelagem, foi considerada o fluxo máximo de escoamento igual à intensidade máxima de escoamento superficial (0,01 mm/min);

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.1.5. Escoamento Superficial Relativo à Parcela Anual

A tabela 24 apresenta os dados analisados de precipitação e escoamento superficial pertinentes ao período de verão de 2006-2007, utilizados para obtenção de um perfil de escoamento superficial relativo à parcela anual.

Tabela 24: Dados de Precipitação, Escoamento e Duração da Chuva Intensa – Relativos à parcela wischmeier **Anual** (verão 2006 – 2007).

	Mês	Dia	Prec. mm/min	Esc. mm/min	Duração min	Coef.Esc. %
Anual 2006 - 2007	**jan**	4	0,42	0,018	15	4,17
		8	0,27	0,001	30	0,34
		9	0,46	0,021	15	4,58
		13	1,27	0,208	15	16,37
		16	0,38	0,005	45	1,37
		25	1,61	0,5	15	31,08
		27	0,47	0,068	15	14,45
	fev	18	1,41	0,277	30	19,71
	mar	20	1,17	0,124	15	10,63
		Média	0,83	0,14	21,67	11,41
		Máximo	1,61	0,5	45	31,08

A ilustração 7 apresenta uma curva polinomial, que representa o perfil de escoamento superficial relativo à parcela experimental de cultura anual.

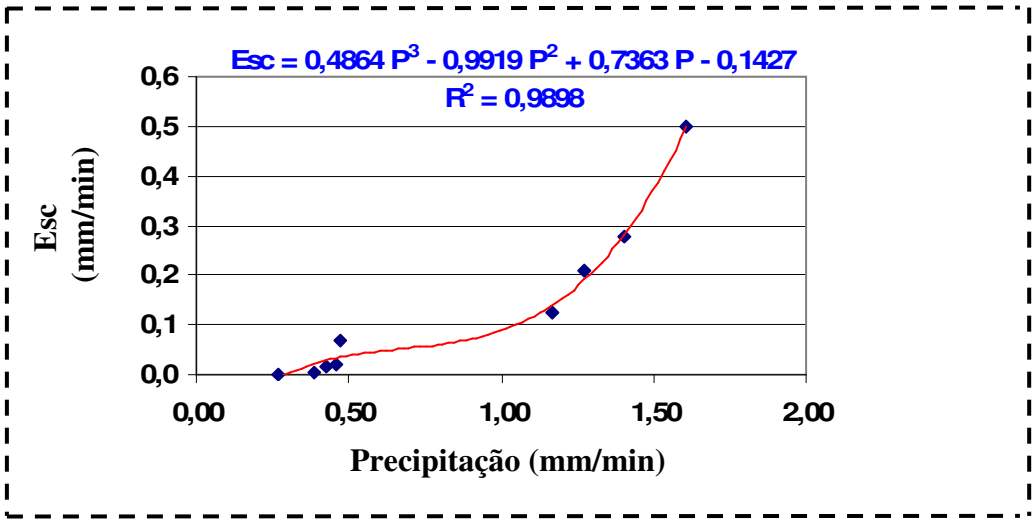


Ilustração 7: Perfil de Escoamento Superficial Relativo à Parcela Experimental Anual.

Seguem abaixo algumas observações com respeito à tabela 24 e à respectiva curva polinomial:

__ Parcela **Anual** apresenta coeficiente de escoamento superficial média e máximo bem acentuado, respectivamente, com 11,41% e 31,08%;

__ Curva polinomial crescente;

__ Para a modelagem, foi considerada o fluxo máximo de escoamento igual à intensidade máxima de escoamento superficial (0,5 mm/min);

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.1.6. Perfil de Precipitação (Escoamento Superficial)

O gráfico da ilustração 8 representa o perfil de precipitação considerado para entrada de dados do modelo. A unidade mm/min corresponde à intensidade máxima de precipitação, necessária para ocorrer escoamento superficial em cada parcela wischmeier, durante o período de chuva intensa. As informações para desenvolvimento desse perfil de precipitação foram obtidas, a partir de estudo de campo realizado nas parcelas, durante as estações de verão de 2006/7 e 2007/8 e, dos respectivos resultados desse estudo, descritos na metodologia deste trabalho.

.

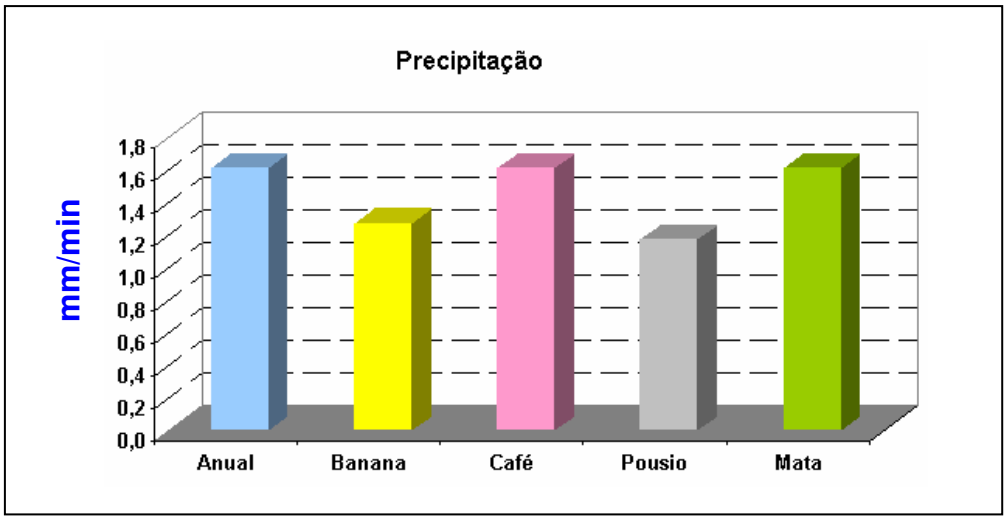


Ilustração 8: Perfil de precipitação de cada parcela wischmeier

A partir do perfil de precipitação, representado pelo gráfico da ilustração 8, é possível destacar as seguintes informações:

__ A maior intensidade de chuva (1,61 mm/min), necessária para escoamento superficial, ocorreu igualmente nas parcelas **Anual**, **Café** e **Mata**;

__ A menor intensidade de chuva (1,17 mm/min), necessária para escoamento superficial, ocorreu na parcela **Pousio**;

__ A parcela **Banana** aparece com uma intensidade de chuva intermediária (1,27 mm/min);

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.1.7. Fluxo Máximo de Escoamento Superficial

O gráfico da ilustração 9 representa o fluxo máximo de escoamento superficial, medido em mm/min, considerado em cada parcela wischmeier e, corresponde a intensidade máxima de escoamento superficial, ocorrido durante a chuva intensa. Os dados deste gráfico foram obtidos a partir do estudo de campo realizado nas parcelas (descrito no cap.3 - Materiais e Métodos).

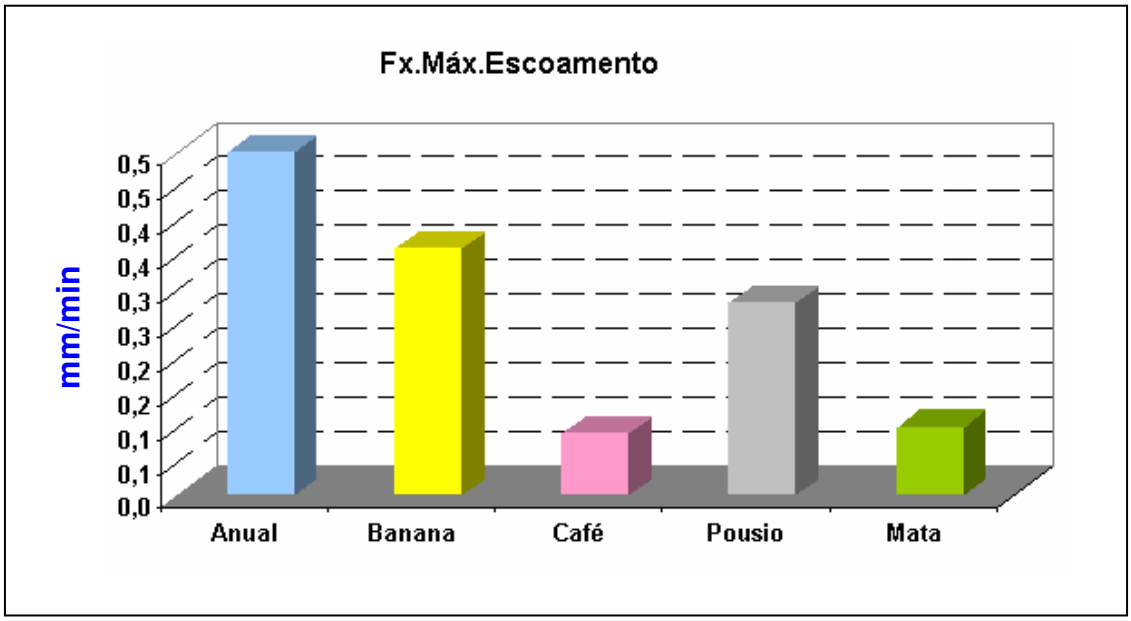


Ilustração 9: Fluxo máximo de escoamento superficial de cada parcela wischmeier.

Seguem abaixo algumas considerações pertinentes ao gráfico da ilustração 9:

__ As parcelas **Anual** e **Café** apresentaram, respectivamente, valores máximo (0,5 mm/min) e mínimo (0,09 mm/min) de fluxo máximo de escoamento superficial.

__ Observa-se perfil semelhante, quando se comparam os gráficos, respectivamente, das figuras 33 e 34.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.1.8. Duração da Chuva Intensa (Escoamento Superficial)

A ilustração 10 apresenta o gráfico correspondente à duração da chuva intensa, medida em horas, necessária para a ocorrência do escoamento superficial em cada parcela wischmeier.

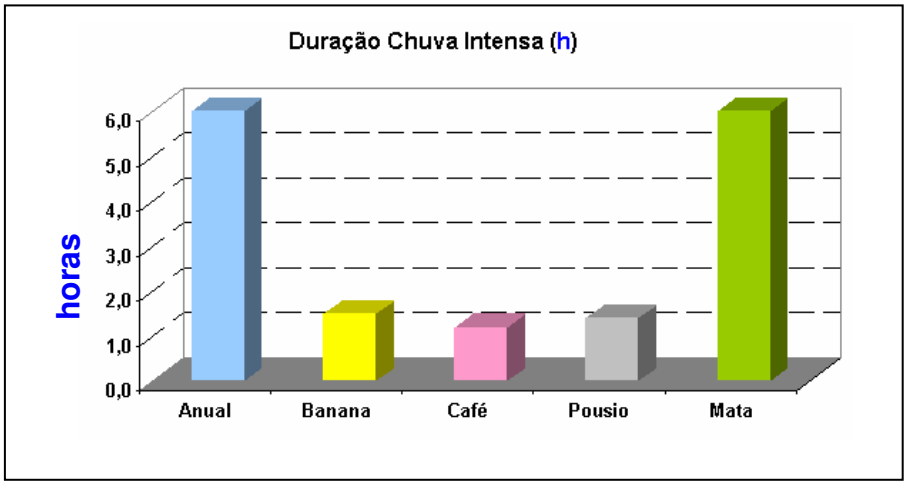


Ilustração 10: Duração da chuva intensa de cada parcela wischmeier.

Seguem abaixo algumas considerações e interpretações sobre os dados pertinentes à ilustração 10:

__ Verificou-se grande influência da duração da chuva intensa nos resultados obtidos através da modelagem, tais quais serão descritos mais adiante;

__ As parcelas **Anual** e **Mata** se destacaram por apresentarem valores máximos de duração de chuva intensa (6h). Isso pode ser explicado devido a pouca umidade do solo nas respectivas parcelas, o que consequentemente retardou o escoamento superficial;

__ A parcela **Café** apresentou menor valor para duração de chuva intensa (1,2h). Em culturas bastante enraizadas, como é o caso do café, o escoamento superficial ocorre devido a fortes chuvas e, estas perduram em intervalos de tempo menores;

__ A parcela **Pousio** também apresentou valor bem reduzido de duração de chuva intensa (1,4h), quando comparado com as demais parcelas;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.2. Interceptação Foliar do Paraquat

O gráfico da ilustração 11 representa a interceptação foliar de cada parcela wischmeier. Conforme descrito anteriormente, a interceptação foliar é representada em porcentagem e indica à fração de paraquat que, após aplicação, permanece retido na folhagem das culturas.

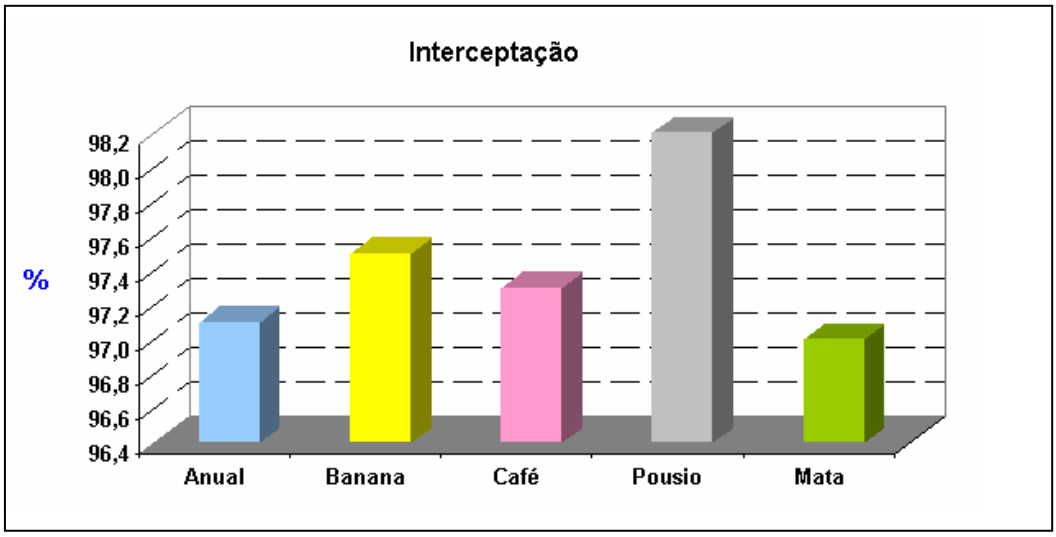


Ilustração 11: Interceptação foliar para cada parcela Wischmeier.

Seguem abaixo as considerações necessárias para obtenção da interceptação foliar de cada parcela, juntamente com as conclusões obtidas:

__ Devido à aplicação do paraquat ter sido feita por meio de pulverizadores manuais e, considerando todas as culturas estando em etapas finais de crescimento, considerou-se um valor mínimo de interceptação foliar bem acentuado. Assim, foi considerado para a modelagem, um valor mínimo de 97% para a parcela **Mata** e máximo de 98,2% para a parcela **Pousio**;

__ Foi diagnosticado grande sensibilidade na interceptação foliar das parcelas. Pequenos intervalos nos índices de interceptação causaram grandes variações nos resultados da modelagem;

__ Os índices de interceptação foliar considerados e apresentados na fig.31 foram verificados a partir da avaliação dos resultados da modelagem, descrita no cap.4.3.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.3. Representação dos Dados de Entrada e dos Resultados

A tabela 25 corresponde à planilha "**Cálculos**", onde foram desenvolvidos todos os cálculos pertinentes ao modelo, para cada uma das parcelas Wischmeier.

Tabela 25: Planilha de cálculos do modelo

	Precip mm/min	Esc mm/min	Esc.Super %	Paraq %	Fx.Max.Esc mm/min	Chuva Intensa h	Conc. µg x L^{-1}
Anual	1,61	0,502	31,2	0,89	0,5	6	1,48
Banana	1,27	0,36	28,3	0,7	0,36	1,5	6,44
Café	1,61	0,087	5,4	0,14	0,09	1,2	6,58
Pousio	1,17	0,28	23,9	0,43	0,28	1,4	5,42
Mata	1,8	0,093	5,8	0,17	0,1	6	1,33

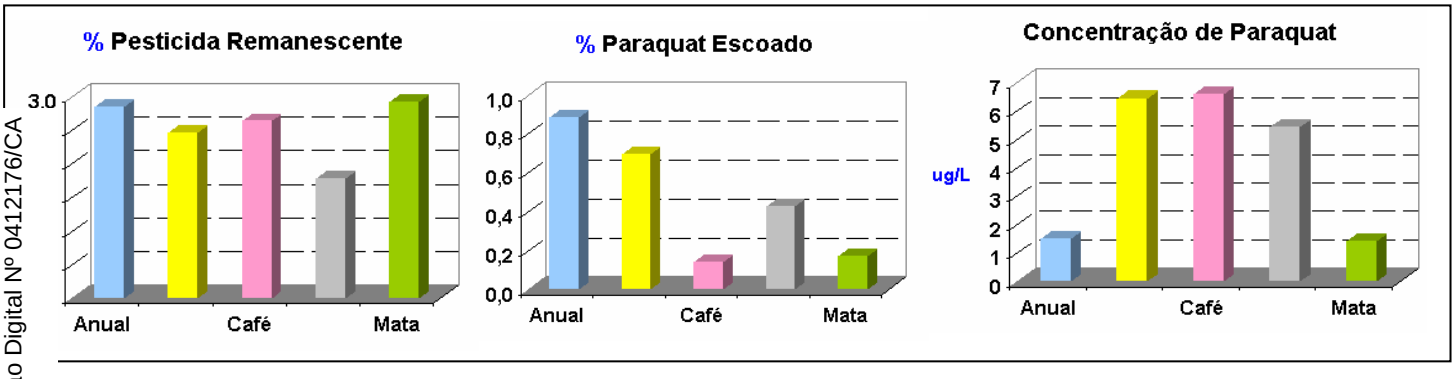
A última coluna da planilha "**Cálculos**", já apresenta resultados da modelagem. Esses resultados são representados por "Conc." e correspondem à concentração de paraquat no escoamento superficial, medida em ug x L^{-1}.

4.4. Resultados da Modelagem

Os resultados da modelagem foram descritos por meio da planilha "**Resultados**" (ilustração 12)., onde é possível identificar valores numéricos e gráficos comparativos entre as parcelas Wischmeier **Anual**, **Banana**, **Café**, **Pousio** e **Mata**.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

	Anual 4	Banana 2	Café 1	Pousio 3	Mata 5	
Coeficiente Kd	0,019	0,016	0,024	0,012	0,027	
Pesticida Remanescente (%)	**2,8**	**2,5**	**2,6**	**1,8**	**2,9**	
% Paraquat Presente (Esc.)	**0,89**	**0,70**	**0,14**	**0,43**	**0,17**	
Concentração	$1,48 \times 10^{-6}$	$6,44 \times 10^{-6}$	$6,58 \times 10^{-6}$	$5,42 \times 10^{-6}$	$1,40 \times 10^{-6}$	**g/L**
Concentração	**1,48**	**6,44**	**6,58**	**5,42**	**1,33**	**ug/L**
Concentração Amostras	**não detectado**	**não coletado**	**6,49- 7,491**	**5,054-5,582**	**não detectado**	**ug/L**



ação 12: Resultados da modelagem

Analisando os resultados da ilustração 12, é possível concluir que:

__ A parcela **Café** apresenta menor índice e maior concentração de paraquat em seu escoamento superficial;

__ A parcela **Anual** apresenta maior índice e menor concentração de paraquat em seu escoamento superficial;

__ Os índices de paraquat nas parcelas variam de forma decrescente (**Anual** > **Banana** > **Pousio** > **Mata**), exceto na parcela **Café**, que apresenta menor índice de paraquat;

__ As parcelas **Anual** e **Mata** apresentam menor concentração de paraquat em seu escoamento, enquanto que as parcelas banana, café e pousio apresentam maior concentração de paraquat nos seus respectivos escoamentos superficiais;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

__ As parcelas **Banana** e **Café** apresentam concentrações de paraquat bem semelhantes (6,44 ug/L de paraquat na banana e 6,58 ug/L de paraquat na parcela café).

4.4.1. Avaliação dos Resultados da Modelagem

Para avaliar os resultados da modelagem, as concentrações de paraquat no escoamento superficial, obtidas: através da modelagem e por análise laboratorial foram comparadas e representadas na tabela 26:

Tabela 26: Resultados obtidos por meio da Modelagem e pela análise laboratorial das amostras.

	Concentração µg x L^{-1}	
	Resultados Modelagem	**Análise Laboratório**
Anual	1,48	Não Detectado
Banana	6,44	Não Coletado
Café	6,58	6,49 - 7,491
Pousio	5,42	5,054 - 5,582
Mata	1,33	Não Detectado

A partir da tabela 26, foi possível destacar as seguintes considerações:

__ Na coluna "Resultados Modelagem", as parcelas **Café** e **Pousio** apresentaram concentrações de paraquat, no escoamento superficial, dentro do intervalo limitado pela análise laboratorial.

__ Apesar da amostra de escoamento superficial, relativa à parcela **Banana**, não ter sido coletada, os resultados da modelagem apresentaram presença de paraquat na parcela Banana, com um valor de 6,44 ug x L^{-1}.

4.5. Simulação em Ambiente SIG

Após avaliação dos resultados da modelagem, deu-se início a etapa de simulação com SIG (Sistema de Informação Geográfica), através do Arcgis 9.2, conforme metodologia descrita detalhadamente no Capítulo 3.6.7.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.1. Modelo Digital de Elevação da Microbacia

O Modelo Digital de Elevação (MDE) da microbacia foi gerado a partir das curvas de nível (Fig.18) da microbacia de estudo, através da ferramenta de geoprocessamento do Arcgis 9.2, que transformou a imagem inicial isolinha para uma imagem vetorial TIN (figura 19):

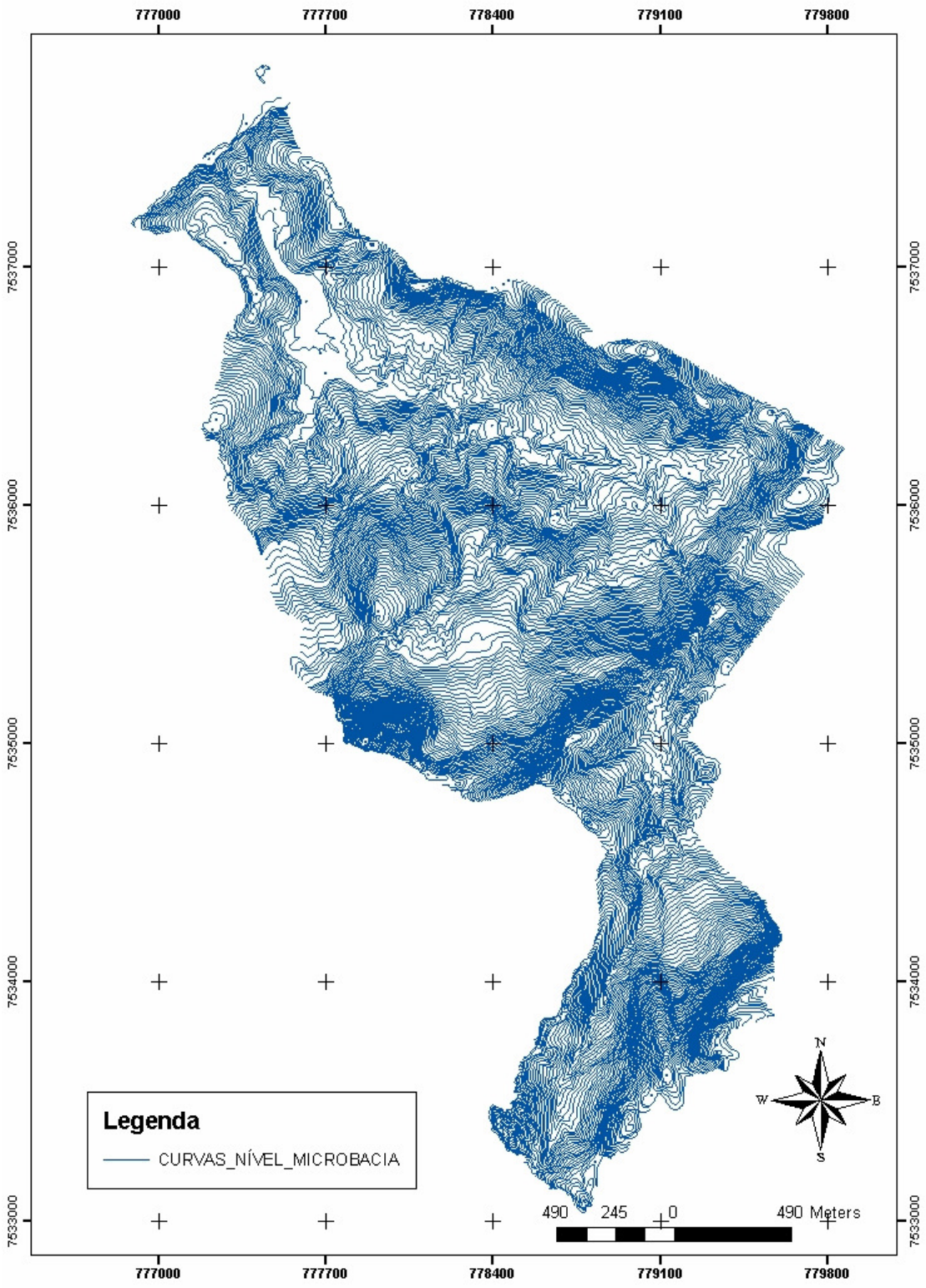


Figura 18: Curvas de nível da microbacia de estudo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

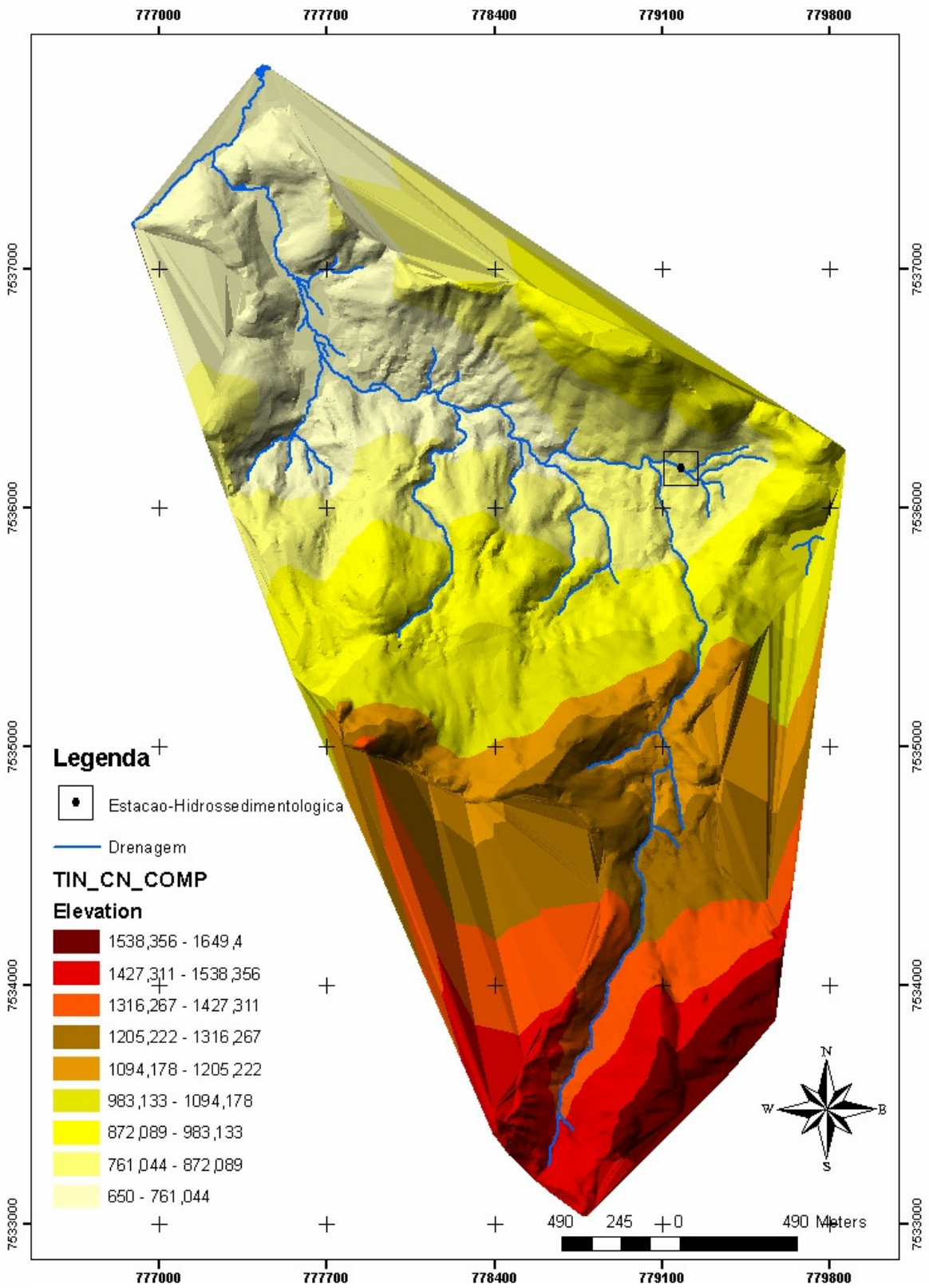


Figura 19: Modelo Digital de Elevação relativo à microbacia de estudo.

A partir do MDE da figura 19, criou-se um novo MDE, reclassificado por ordem crescente de declividade, numa escala de 1 (declividade mínima) a 10 (declividade máxima).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2. Mapa de Estrutura Matricial das Parcelas Experimentais

A figura 20 corresponde a um mapa de estrutura matricial da cabeceira da microbacia, contendo as parcelas experimentais Wischmeier. A partir desse mapa, foram gerados outros mapas reclassificados, respectivamente para cada parcela Wischmeier (café, banana, pousio, mata, anual).

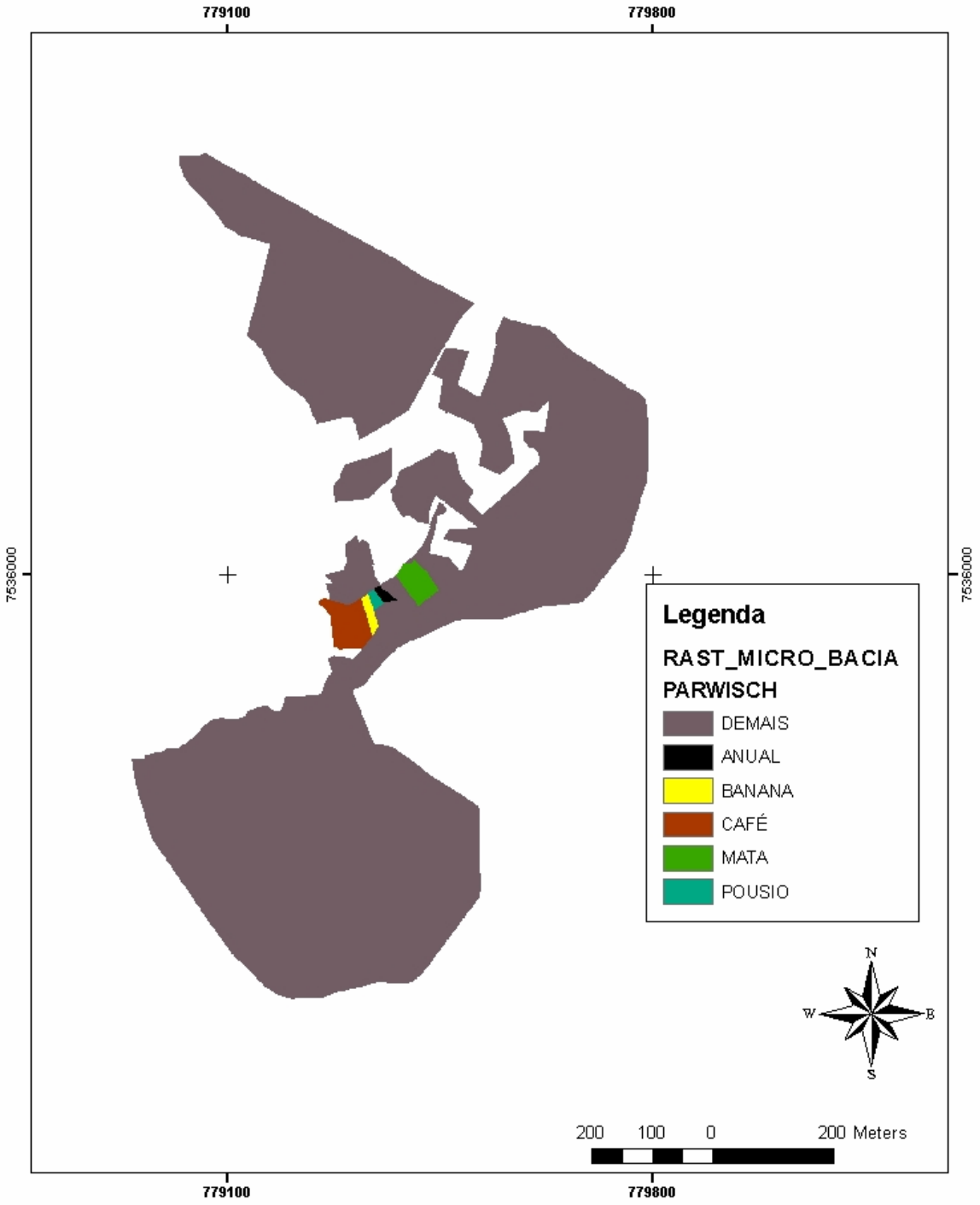


Figura 20: Mapa de estrutura matricial relativo à cabeceira da microbacia de estudo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.1. Reclassificação dos Mapas das Parcelas Experimentais em Função da Declividade

A partir do mapa de estrutura matricial, foram gerados outros mapas reclassificados, respectivamente para cada parcela Wischmeier (café, banana, pousio, mata, anual).

4.5.2.1.1. Mapa Reclassificado da Parcela Café

A figura 21 corresponde a um mapa de estrutura matricial, relativo à parcela café, reclassificado por peso 0 (demais áreas) e peso 1 (parcela café).

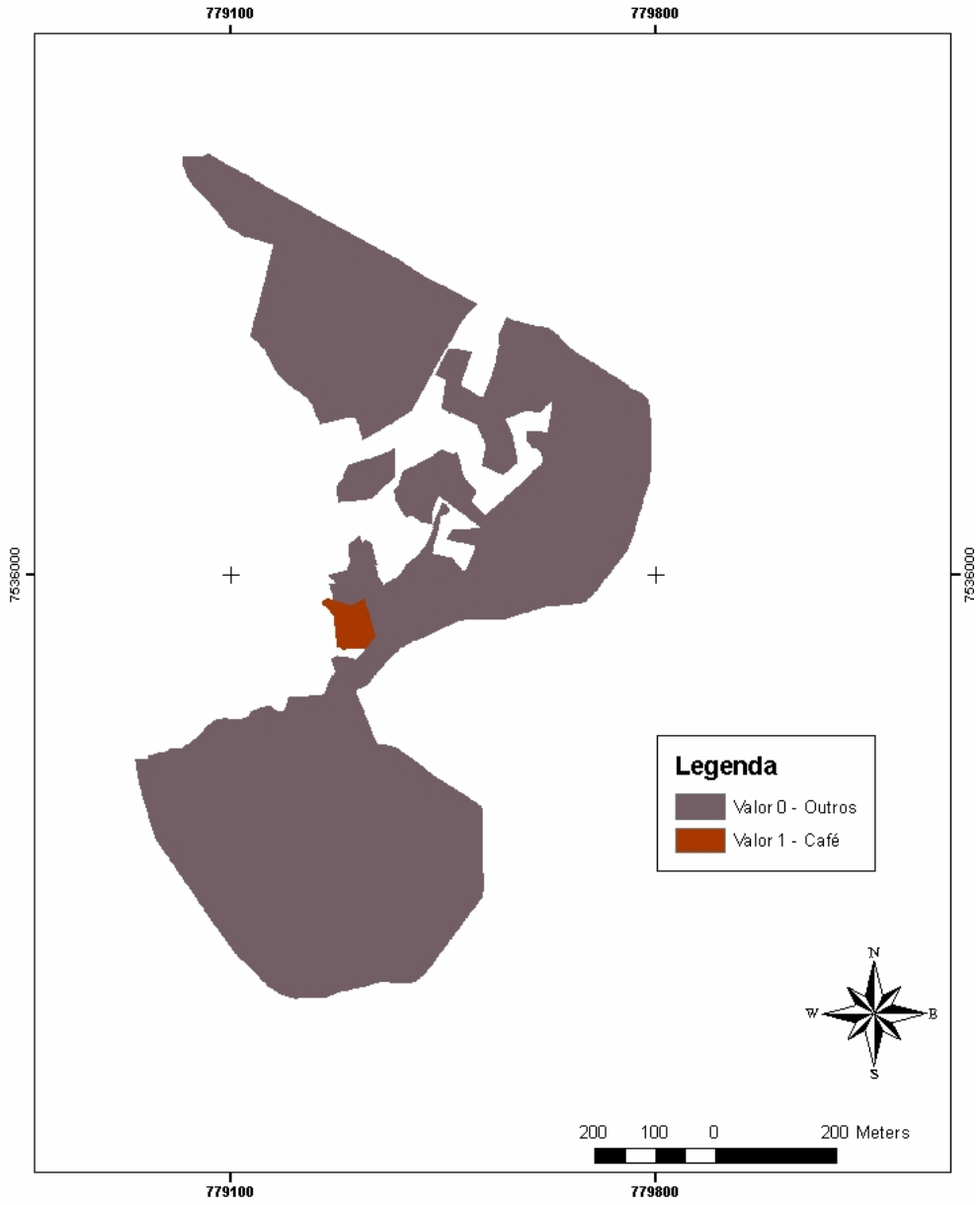


Figura 21: Mapa de estrutura matricial relativo à parcela café.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.1.2. Mapa Reclassificado da Parcela Banana

A figura 22 corresponde a um mapa de estrutura matricial, relativo à parcela banana, reclassificado por peso 0 (demais áreas) e peso 1 (parcela banana).

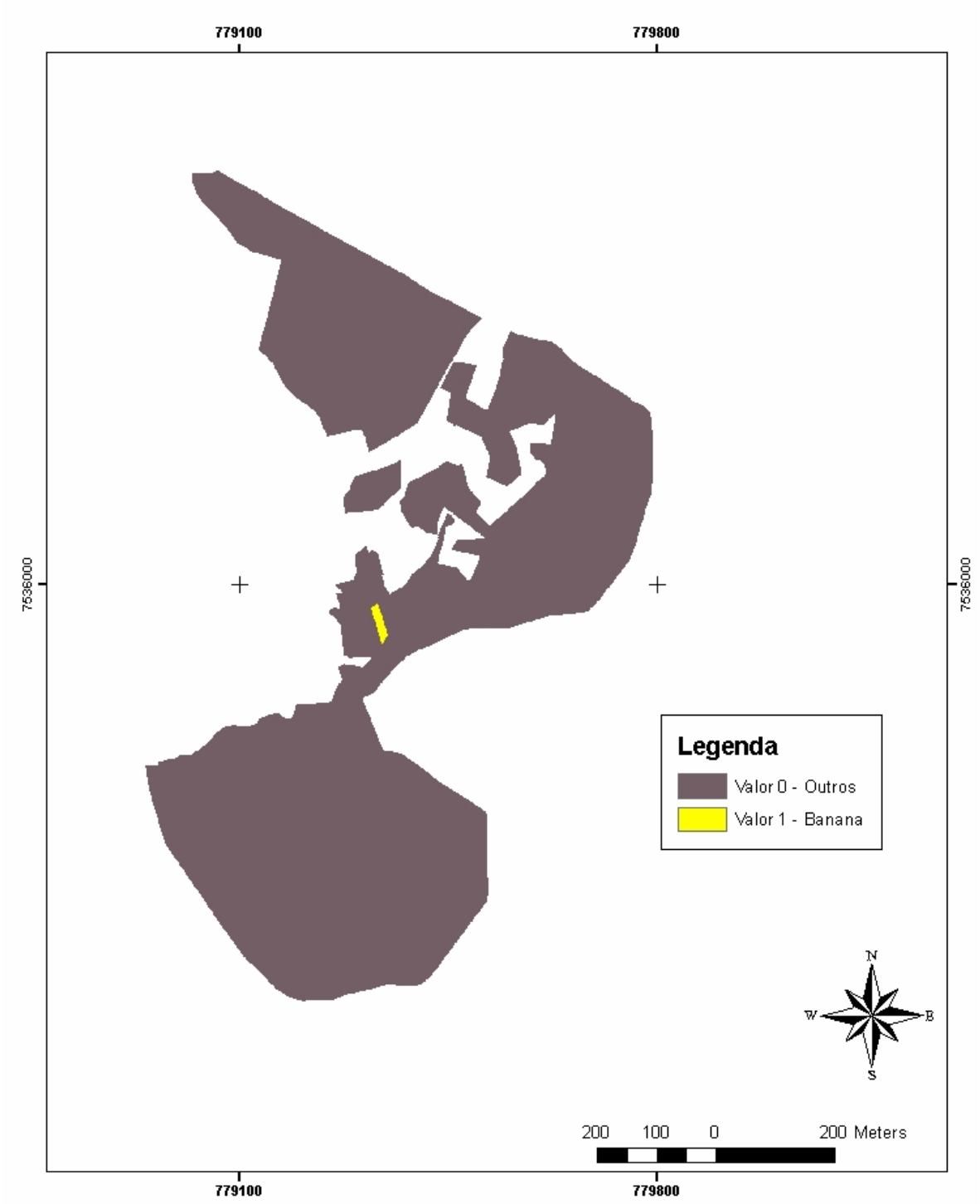


Figura 22: Mapa de estrutura matricial relativo à parcela banana.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.1.3. Mapa Reclassificado da Parcela Pousio

A figura 23 corresponde a um mapa de estrutura matricial, relativo à parcela pousio, reclassificado por peso 0 (demais áreas) e peso 1 (parcela pousio).

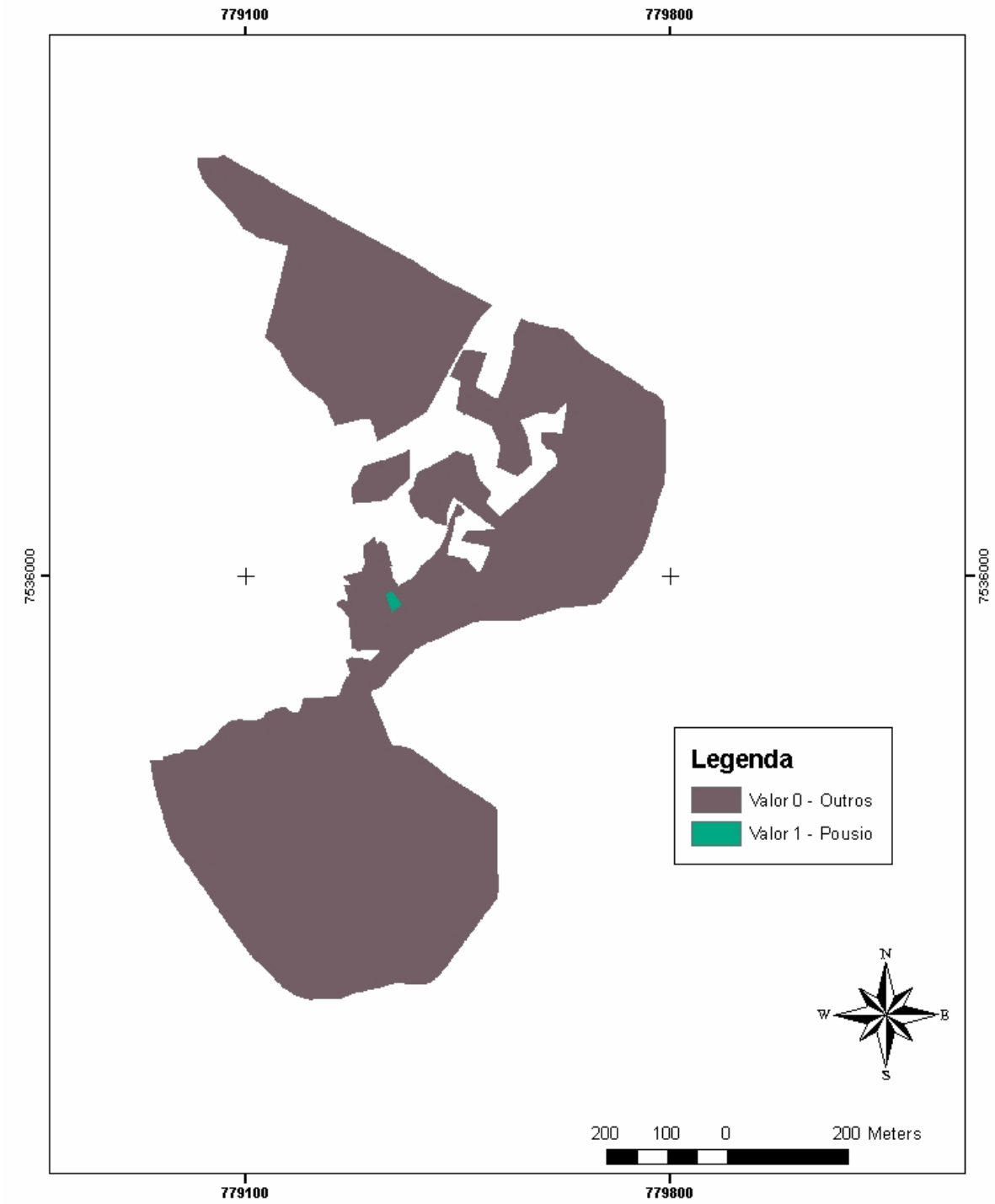


Figura 23: Perfil de Escoamento Superficial Relativo à Parcela Experimental pousio.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.1.4. Mapa Reclassificado da Parcela Mata

A figura 24 corresponde a um mapa de estrutura matricial, relativo à parcela mata, reclassificado por peso 0 (demais áreas) e peso 1 (parcela mata).

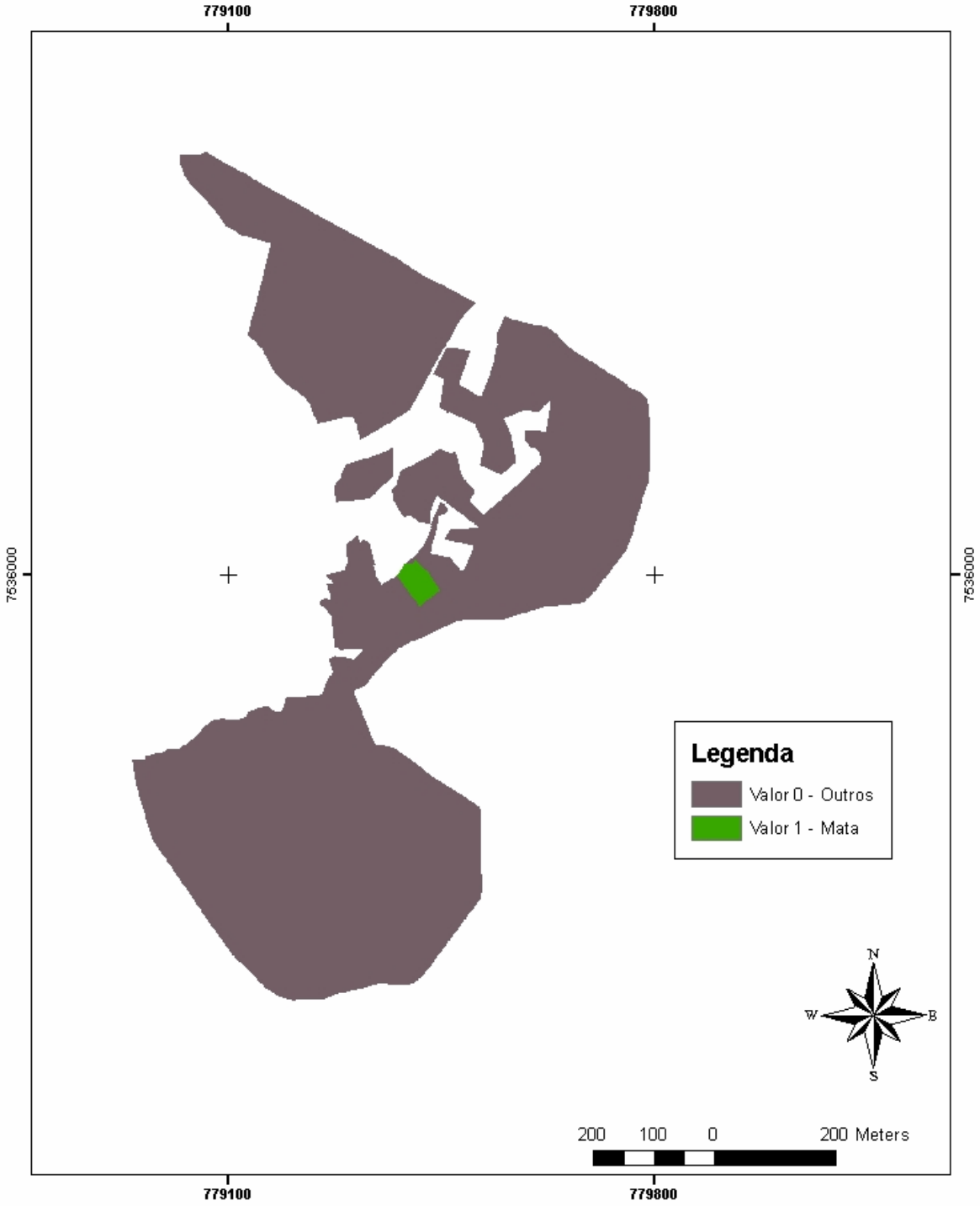


Figura 24: Mapa de estrutura matricial relativo à parcela mata.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.1.5. Mapa Reclassificado da Parcela Anual

A figura 25 corresponde a um mapa de estrutura matricial, relativo à parcela anual, reclassificado por peso 0 (demais áreas) e peso 1 (parcela anual).

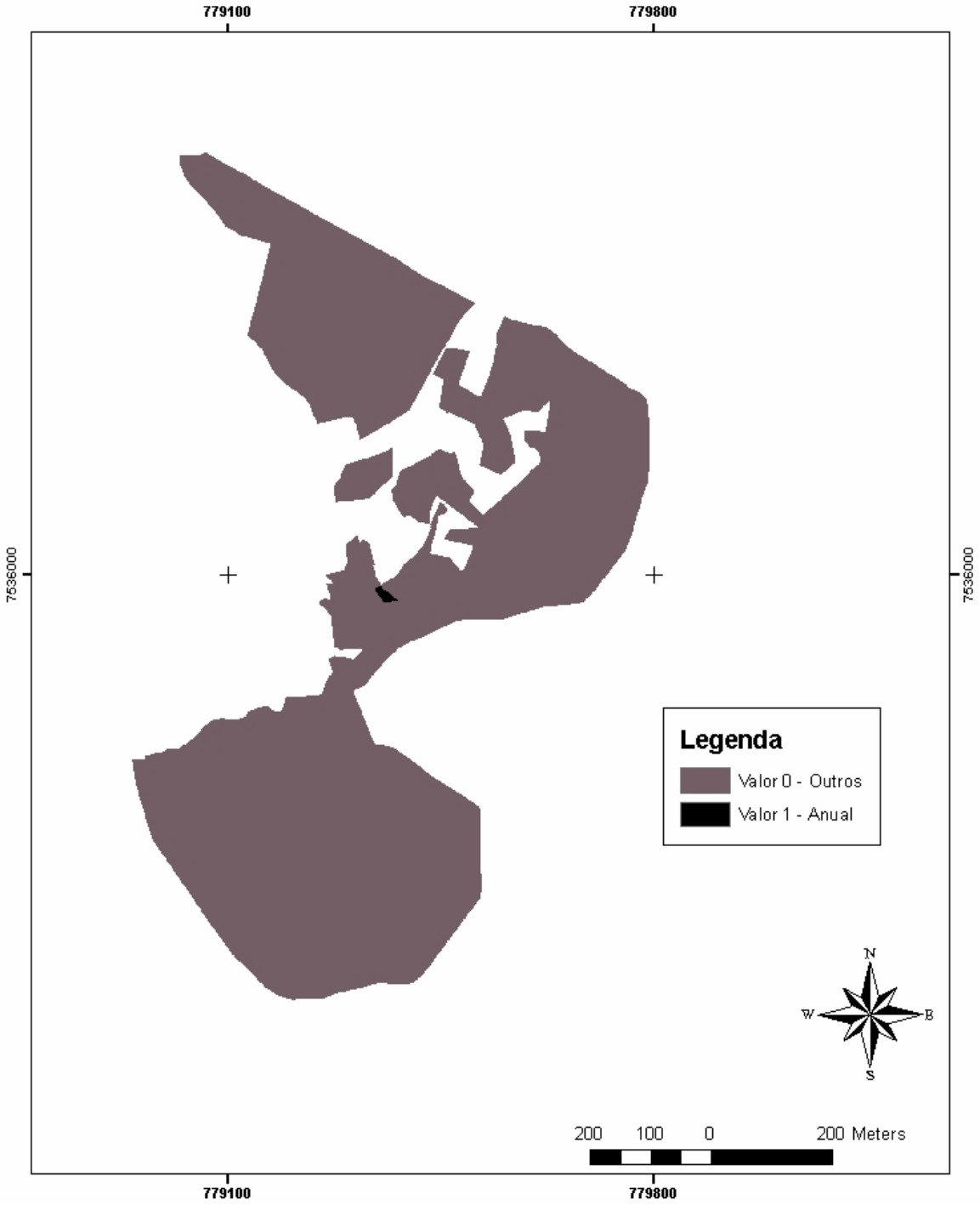


Figura 25: Mapa de estrutura matricial relativo à parcela anual.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.2. Declividade Predominante das Parcelas Experimentais

A simulação da presença de paraquat na bacia hidrográfica foi desenvolvida em função da declividade predominante em cada parcela. A partir do conhecimento desta declividade predominante, cada parcela wischmeier foi associada a uma determinada declividade, com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação (MDE) reclassificado de acordo com a declividade predominante em cada parcela wischmeier.

Assim, a determinação da declividade predominante de cada parcela Wischmeier foi obtida por meio da multiplicação da imagem matricial da respectiva parcela, pela imagem matricial da declividade da bacia hidrográfica (MDE reclassificado).

4.5.2.2.1. Declividade Predominante da Parcela Café

As ilustrações 13 e 14 destacam a declividade predominante (peso 3 –1559 pixels) da parcela Wischmeier café.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

(a)

	Pesos
Outros	0
Café	1

x

(b)

MDE
Declividade Peso
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

=

(c)

Café (Microbacia)	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	454 386
2	961
3	1 559
4	1 362
5	868
6	82
7	42

Ilustração 13: Processamento relativo à parcela café.

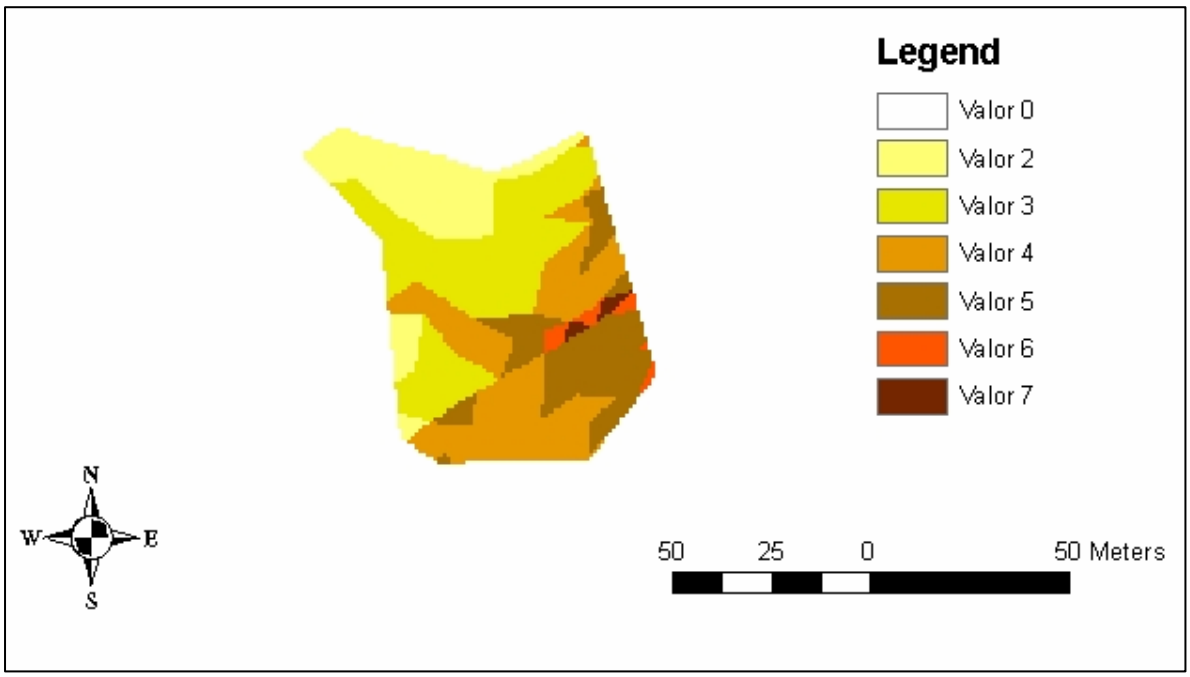


Ilustração 14: Resultado do processamento relativo à parcela café.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.2.2. Declividade Predominante da Parcela Banana

As figuras 15 e 16 destacam a declividade predominante (peso 6 – 306 pixels) da parcela Wischmeier banana.

(a)

	Pesos
Outros	0
Banana	1

x

(b)

MDE
Declividade Peso
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

=

(c)

Banana (Microbacia)	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	458 420
2	10
3	20
4	278
5	225
6	306
7	1

Ilustração 15: Processamento relativo à parcela banana.

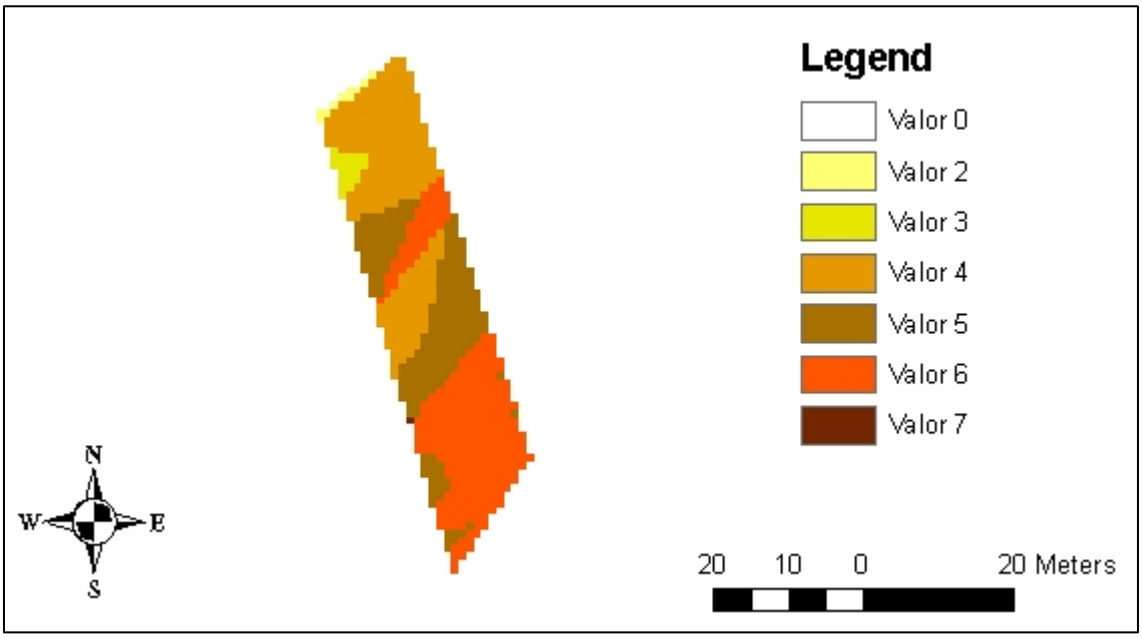


Ilustração 16: Resultado do processamento relativo à parcela banana.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.2.3. Declividade Predominante da Parcela Pousio

As figuras 17 e 18 destacam a declividade predominante (peso 4 – 282 pixels) da parcela Wischmeier pousio.

(a)

	Pesos
Outros	0
Pousio	1

x

(b)

MDE
Declividade Peso
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

=

(c)

Pousio (Microbacia)	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	458 805
4	282
5	94
6	79

Ilustração 17: Processamento relativo à parcela pousio.

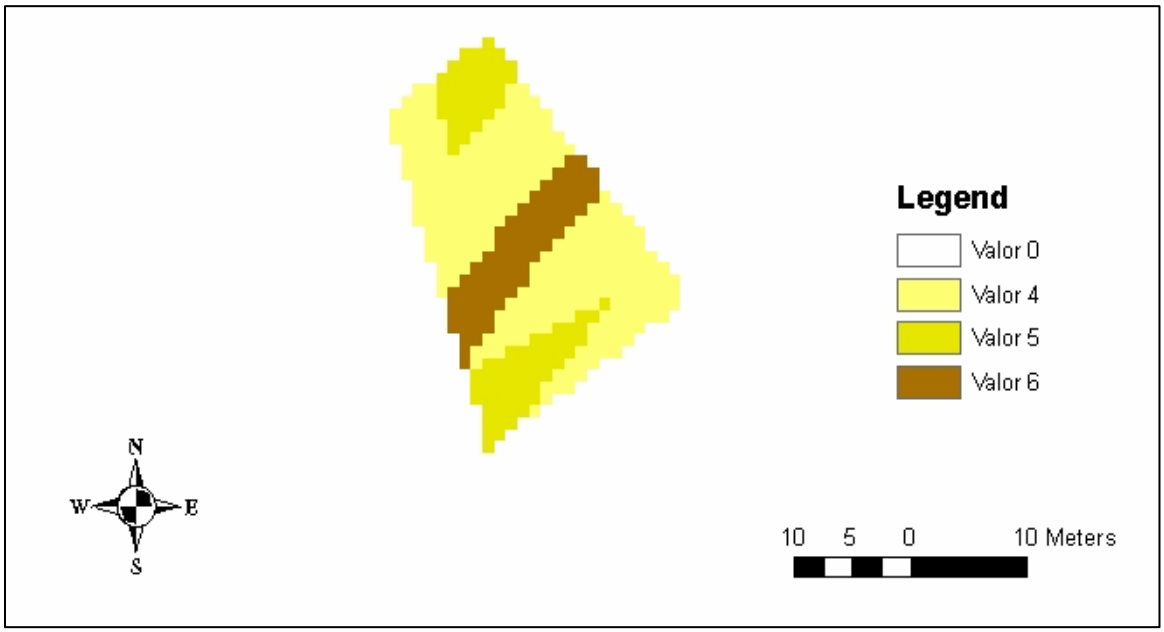


Ilustração 18: Resultado do processamento relativo à parcela Pousio.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.2.4. Declividade Predominante da Parcela Mata

As figuras 19 e 20 destacam a declividade predominante (peso 5 – 1734 pixels) da parcela Wischmeier mata.

(a)

	Pesos
Outros	0
Mata	1

x

(b)

MDE
Declividade Peso
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

=

(c)

Mata (Microbacia)	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	456 452
2	22
3	186
4	523
5	1 734
6	266
7	77

Ilustração 19: Processamento relativo à parcela mata.

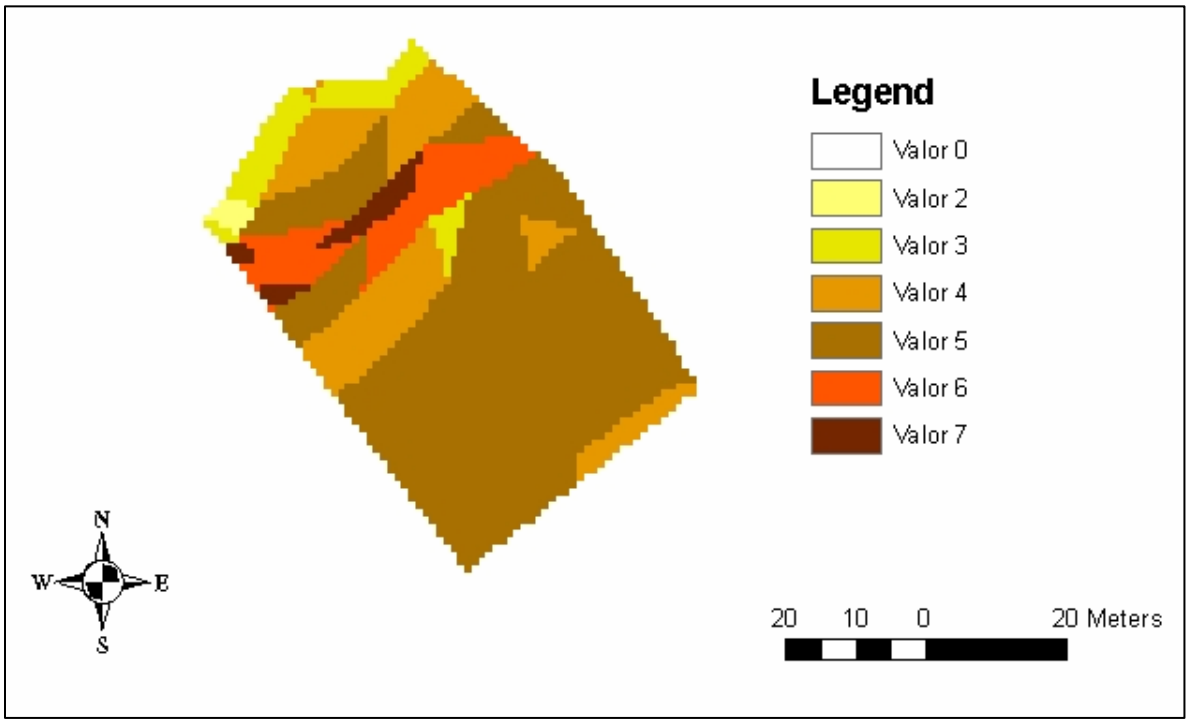


Ilustração 20: Resultado do processamento relativo à parcela Mata.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.2.2.5. Declividade Predominante da Parcela Anual

As figuras 21 e 22 destacam a declividade predominante (peso 4 – 282 pixels) da parcela Wischmeier anual.

	Pesos
Outros	0
Anual	1

x

MDE
Declividade Peso
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

=

Anual (Microbacia)	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	458 789
4	348
5	80
6	43

Ilustração 21: Processamento relativo à parcela anual.

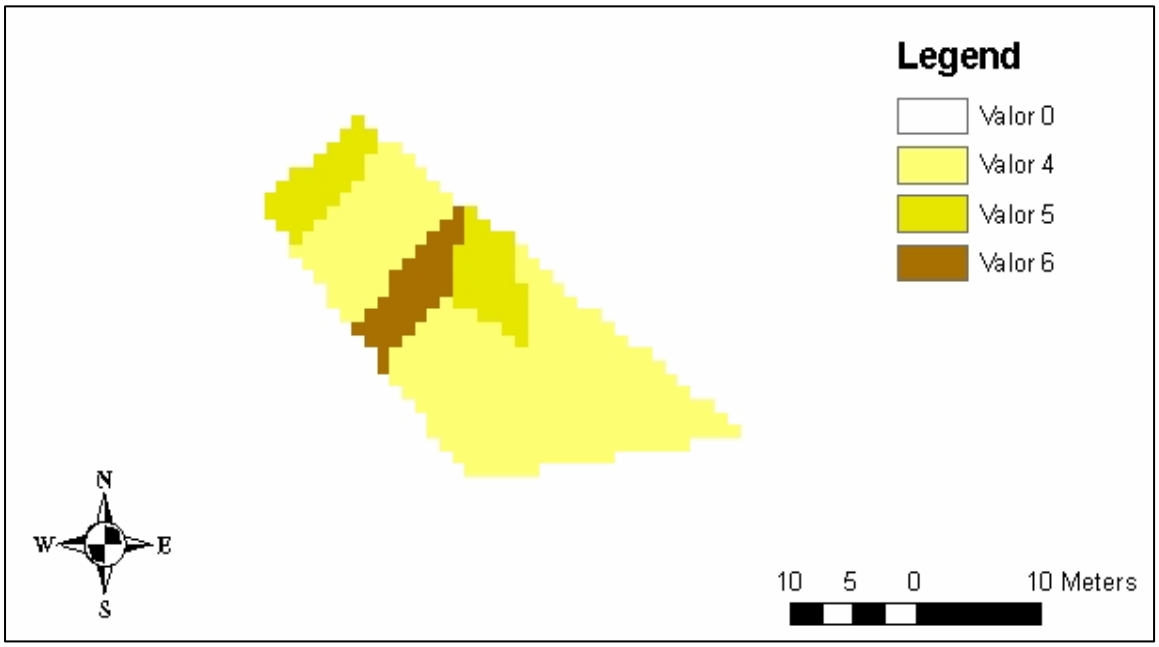


Ilustração 22: Processamento relativo à parcela anual.

4.5.2.2.6. Valores dos Pixels Relativos às Parcelas Experimentais (Utilizados Como Referência)

A tabela 27 apresenta um resumo dos pesos finais, de cada cultura considerada na simulação em SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Tabela 27: Resumo dos pesos finais utilizados.

MDE					
Cultura Perene		Cultura Anual		Mata Inicial	
MDE (Peso)	Reclassificado (Peso)	MDE (Peso)	Reclassificado (Peso)	MDE (Peso)	Reclassificado (Peso)
1	0,3	1	0,2	1	0,2
2	0,7	2	0,4	2	0,4
3	1	3	0,6	3	0,6
4	1,3	4	0,8	4	0,8
5	1,7	5	1	5	1
6	2	6	1,2	6	1,2
7	2,3	7	1,4	7	1,4
8	2,7	8	1,6	8	1,6
9	3	9	1,8	9	1,8
10	3,3	10	2	10	2

4.5.3. Resultados da Simulação

A partir dos resultados nas parcelas Wischmeier, obtidos por meio da modelagem, avaliados e apresentados na tabela 31, foi desenvolvida uma

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

simulação com SIG, através do Arcgis 9.2, com o objetivo de avaliar a presença de paraquat em toda a microbacia hidrográfica de estudo. Esta simulação foi realizada, considerando a declividade da microbacia, como fator de ponderação.

Os resultados foram obtidos por meio da multiplicação do mapa de declividade (reclassificado), pelo mapa de estrutura matricial (também reclassificado), de cada cultura de interesse: **Cultura Anual**, **Cultura Perene** e **Mata Inicial**.

4.5.3.1. Simulação Relativa às Culturas Anuais

A ilustração 23 apresenta os cálculos que foram efetuados, para obtenção do mapa, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, ocorrido em culturas anuais.

(a)

	Pesos
Outros	0
Anual	1

x

(b)

MDE
Declividade Peso
0,2
0,4
0,6
0,8
1
1,2
1,4
1,6
1,8
2

=

(c)

Cultura Anual	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	4.565.936
0,3	107.413
0,5	120.111
0,8	93.490
1	58.436
1,3	31.179
1,5	8.784
1,8	1.098
2	66
2,3	3

Ilustração 23: Cálculos necessários para obtenção dos resultados, relativos às culturas anuais.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

Seguem algumas considerações pertinentes à ilustração 23:

__ Foi realizada uma multiplicação entre o mapa de estrutura matricial, e o modelo digital de elevação - ambos reclassificados para culturas anuais;
__ A tabela c apresenta os pesos finais obtidos, relativos às culturas anuais;
__ Os pesos apresentados nas tabelas, representam os índices de ponderação que devem ser considerados nos resultados finais. Por exemplo, pixels com pesos 1,8, estão localizados com declividade 80% acima da declividade da parcela wischmeier Anual;
__ Encontram-se destacados (em negrito) os pixels com pesos maiores ou iguais a 1 (100%);

A partir dos resultados obtidos com a etapa de modelagem, juntamente com a posterior avaliação desses resultados através da análise laboratorial, obteve-se a simulação desses resultados para outras regiões da bacia hidrográfica, considerando a declividade como fator de influência.

A figura 32 apresenta o mapa final, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, ocorrido em **Culturas Anuais**. Toda região representada pela cor verde (peso 0) corresponde às demais culturas e, as regiões do mapa representadas pelas cores amarela e vermelha correspondem às culturas anuais, ponderadas em função da declividade. Dessa forma, a concentração de paraquat, presente no escoamento superficial da parcela wischmeier **Anual**, foi ponderada de acordo com os pesos indicados no mapa.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

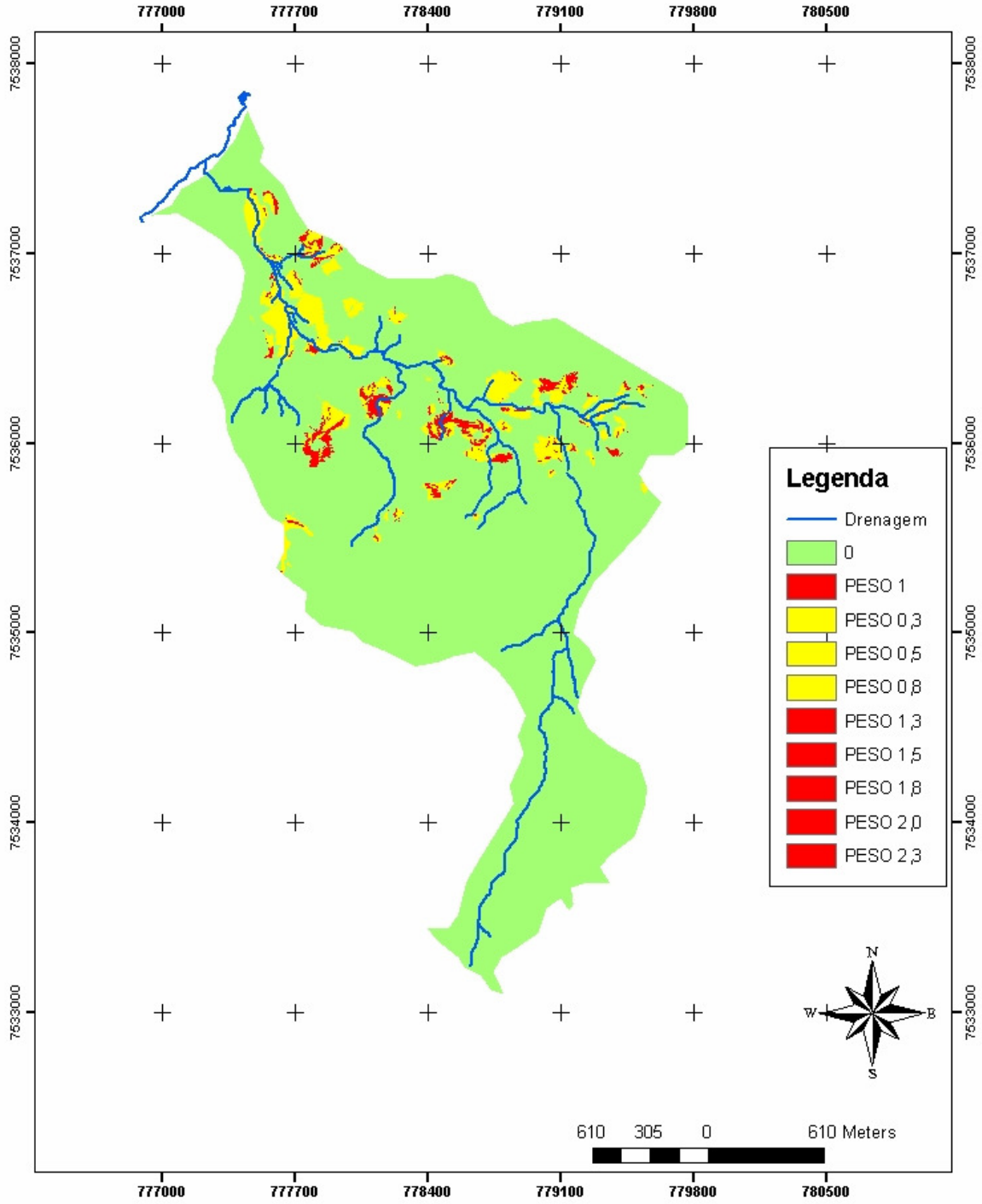


Figura 26: Mapa de avaliação da presença de paraquat no escoamento superficial em Culturas Anuais.

No mapa da figura 26, os pixels amarelos representam culturas anuais, com declividades que variam entre 30% e 80%, em relação à declividade da parcela wischmeier **Anual**. Já os pixels vermelhos representam culturas anuais, com declividades acima ou igual a 100%, em relação à declividade da parcela wischmeier **Anual**.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

A ilustração 24 apresenta dois gráficos, que foram construídos com o objetivo de auxiliar a interpretação do mapa da figura 32. Esses gráficos representam a distribuição dos pixels por peso (presentes no mapa), somente nas culturas anuais.

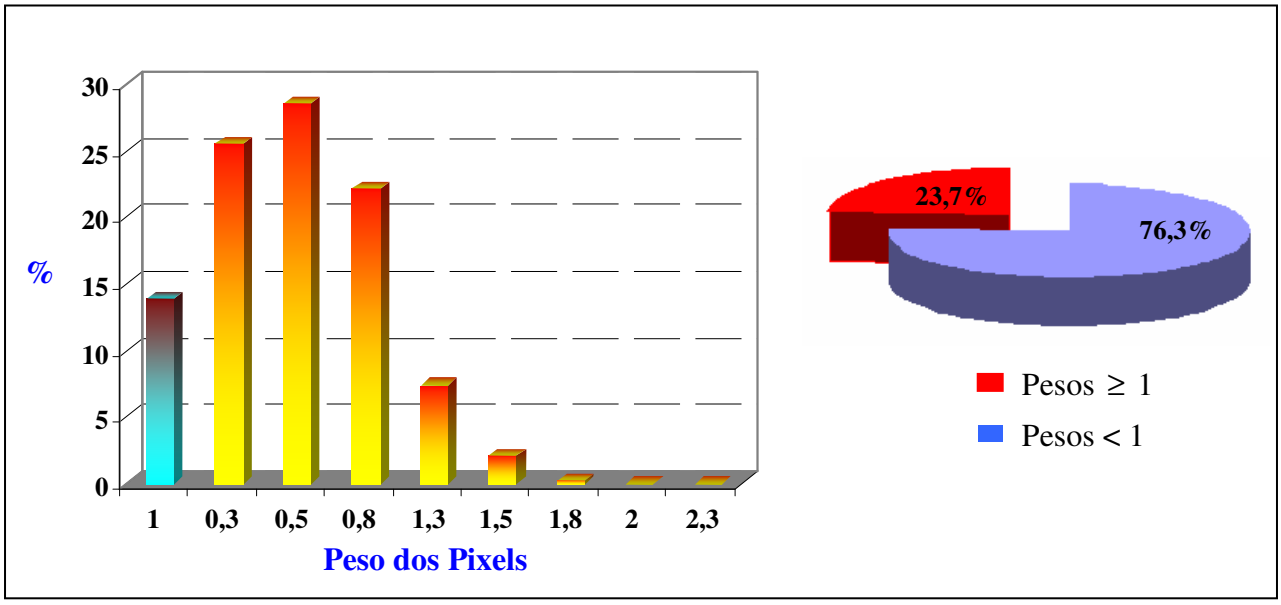


Ilustração 24: Gráficos auxiliares ao mapa da figura 26

Seguem as conclusões obtidas, a partir do mapa e dos gráficos apresentados, respectivamente pela figura 26 e ilustração 24:

__ Pesos maiores ou iguais a 1, indicam concentrações de paraquat no escoamento superficial, acima ou igual à concentração obtida pela modelagem realizada na parcela wischmeier Anual, respectivamente na mesma proporção;

__ Pesos menores que 1, indicam concentrações de paraquat abaixo da concentração obtida pela modelagem realizada na parcela wischmeier Anual;

__ Pixels com pesos iguais a 1, estão representados no gráfico pela cor azul, com o objetivo de destacar a mesma concentração de paraquat obtida através da modelagem;

__ Apesar do número reduzido de pixels, com pesos maiores ou iguais a 1, estes situam-se em locais próximos das redes de drenagem da bacia hidrográfica, o que pode favorecer ao transporte de paraquat através dos rios.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

4.5.3.2. Simulação Relativa às Culturas Perenes

A ilustração 25 apresenta os cálculos que foram efetuados, para obtenção do mapa, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, ocorrido em culturas perenes.

(a)

	Pesos
Outros	0
Perene	1

x

(b)

MDE
Declividade Peso
0,3
0,7
1
1,3
1,7
2
2,3
2,7
3
3,3

=

(c)

Cultura Perene	
Declividade Peso	Qtde Pixels
0	4.684.262
0,3	33.418
0,7	123.263
1	**82.917**
1,3	**37.108**
1,7	**19.683**
2	**5.176**
2,3	**685**
2,7	**4**

Ilustração 25: Cálculos necessários para obtenção dos resultados, relativos às culturas perenes.

Seguem algumas considerações pertinentes à ilustração 25:

__ Foi realizada uma multiplicação entre o mapa de estrutura matricial, e o modelo digital de elevação - ambos reclassificados para culturas perenes;

__ A tabela c apresenta os pesos finais obtidos, relativos às culturas perenes;

__ Encontram-se destacados (em negrito) os pixels com pesos maiores ou iguais a 100%;

A figura 27 apresenta o mapa final, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, ocorrido em **Culturas Perenes**. Toda região representada pela cor verde (peso 0) corresponde às demais culturas e, as regiões do mapa representadas pelas cores amarela e vermelha correspondem às culturas perenes,

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

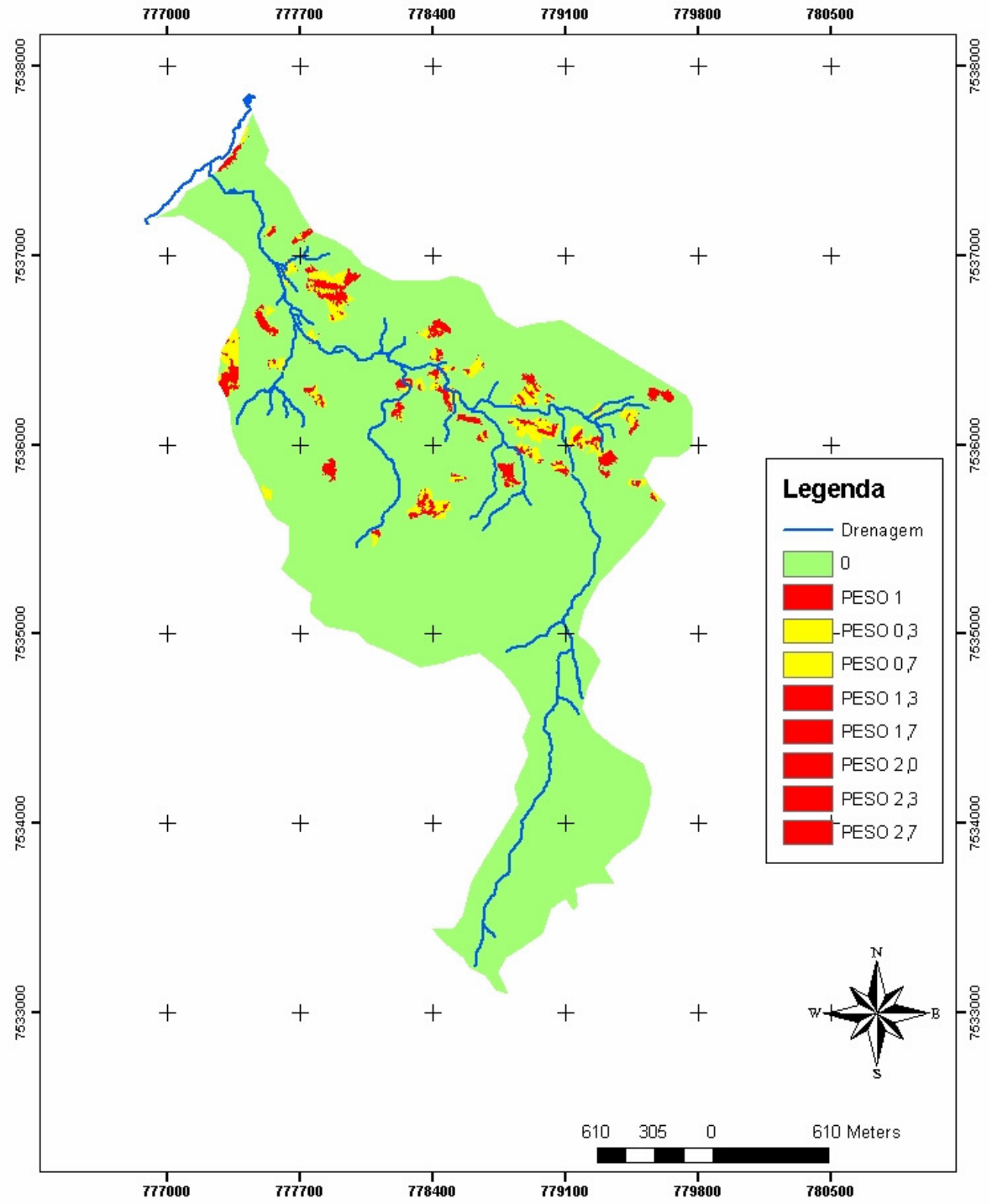


Figura 27: Mapa de Avaliação da presença de paraquat no escoamento superficial em Culturas Perenes.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

No mapa da figura 27, os pixels amarelos representam culturas perenes, com declividades que variam entre 30% e 70%, em relação à declividade da parcela wischmeier **Perene**. Já os pixels vermelhos representam culturas perenes, com declividades acima ou igual a 100%, em relação à declividade da parcela wischmeier **Perene**.

A ilustração 36 apresenta dois gráficos, que foram construídos com o objetivo de auxiliar a interpretação do mapa da figura 35. Esses gráficos representam a distribuição dos pixels por peso (presentes no mapa), somente nas culturas perenes.

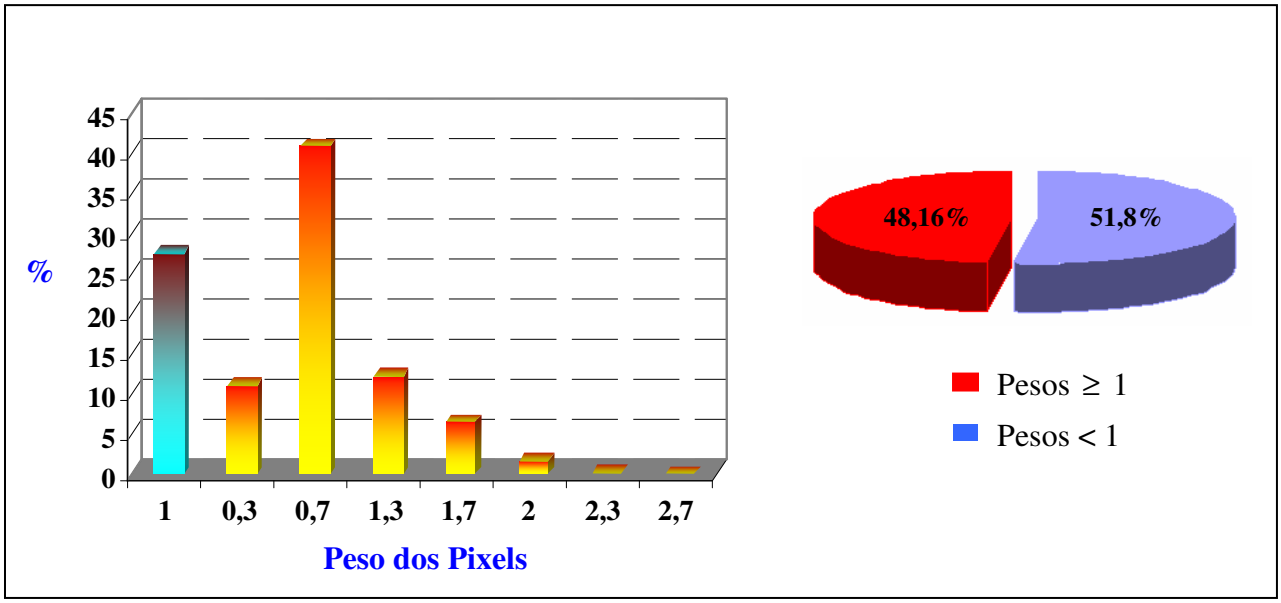


Ilustração 26: Gráficos auxiliares ao mapa da figura 27

Seguem as conclusões obtidas, a partir do mapa e dos gráficos apresentados, respectivamente pela ilustração 26 e figura 27:

__ Pesos maiores ou iguais a 1, indicam concentrações de paraquat (no escoamento superficial), acima ou igual à concentração obtida pela modelagem na parcela wischmeier **Café**;

__ Pesos menores que 1, indicam concentrações de paraquat abaixo da concentração obtida pela modelagem realizada na parcela wischmeier **Café**;

__ Pixels com pesos iguais a 1, estão representados no gráfico pela cor azul, com o objetivo de destacar concentrações equivalentes às que foram obtidas através da modelagem;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

__ Observa-se uma quantidade significativa de pixels com pesos maiores ou iguais a 1 (48,16%), o que indica culturas perenes com concentrações maiores de pesticida no escoamento superficial;

__ Devido à maior distribuição de pixels com pesos vermelhos, ao longo da bacia hidrográfica, juntamente com as proximidades das redes de drenagem, identifica-se maior tendência de transporte do paraquat, pela bacia hidrográfica, nas culturas perenes.

4.5.3.3. Simulação Relativa à Mata Inicial

A ilustração 27 apresenta os cálculos que foram efetuados, para obtenção do mapa, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, ocorrido em regiões de mata inicial.

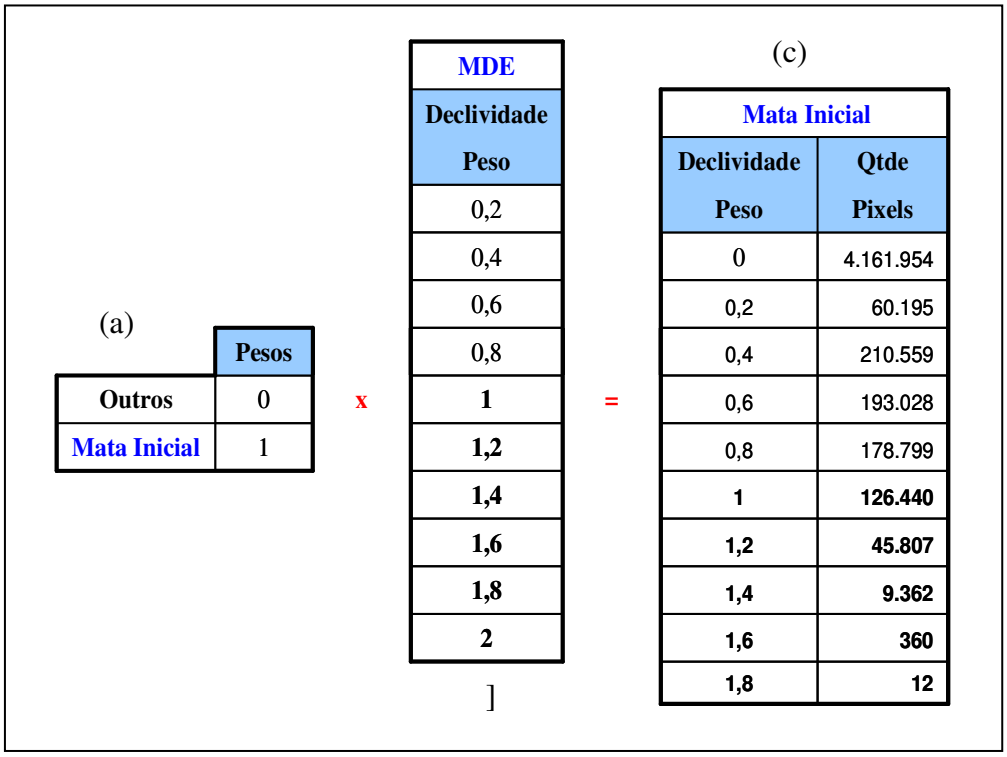


Ilustração 27: Cálculos necessários para obtenção dos resultados relativos às regiões cobertas por mata inicial.

Seguem algumas considerações pertinentes à ilustração 27:

__ Foi realizada uma multiplicação entre o mapa de estrutura matricial, e o modelo digital de elevação - ambos reclassificados para mata inicial;

__ A tabela c apresenta os pesos finais obtidos, relativos às regiões classificadas como mata inicial;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

__ Encontram-se destacados (em negrito) os pixels com pesos maiores ou iguais a 100%;

A figura 28 apresenta o mapa final, que avalia a presença do paraquat no escoamento superficial, ocorrido em regiões classificada como **Mata Inicial**. Toda região representada pela cor verde (peso 0) corresponde às demais culturas e, as regiões do mapa representadas pelas cores amarela e vermelha correspondem às regiões caracterizadas como mata inicial, ponderadas em função da declividade. Dessa forma, a concentração de paraquat, presente no escoamento superficial da parcela wischmeier **Mata**, foi ponderada de acordo com os pesos indicados no mapa.

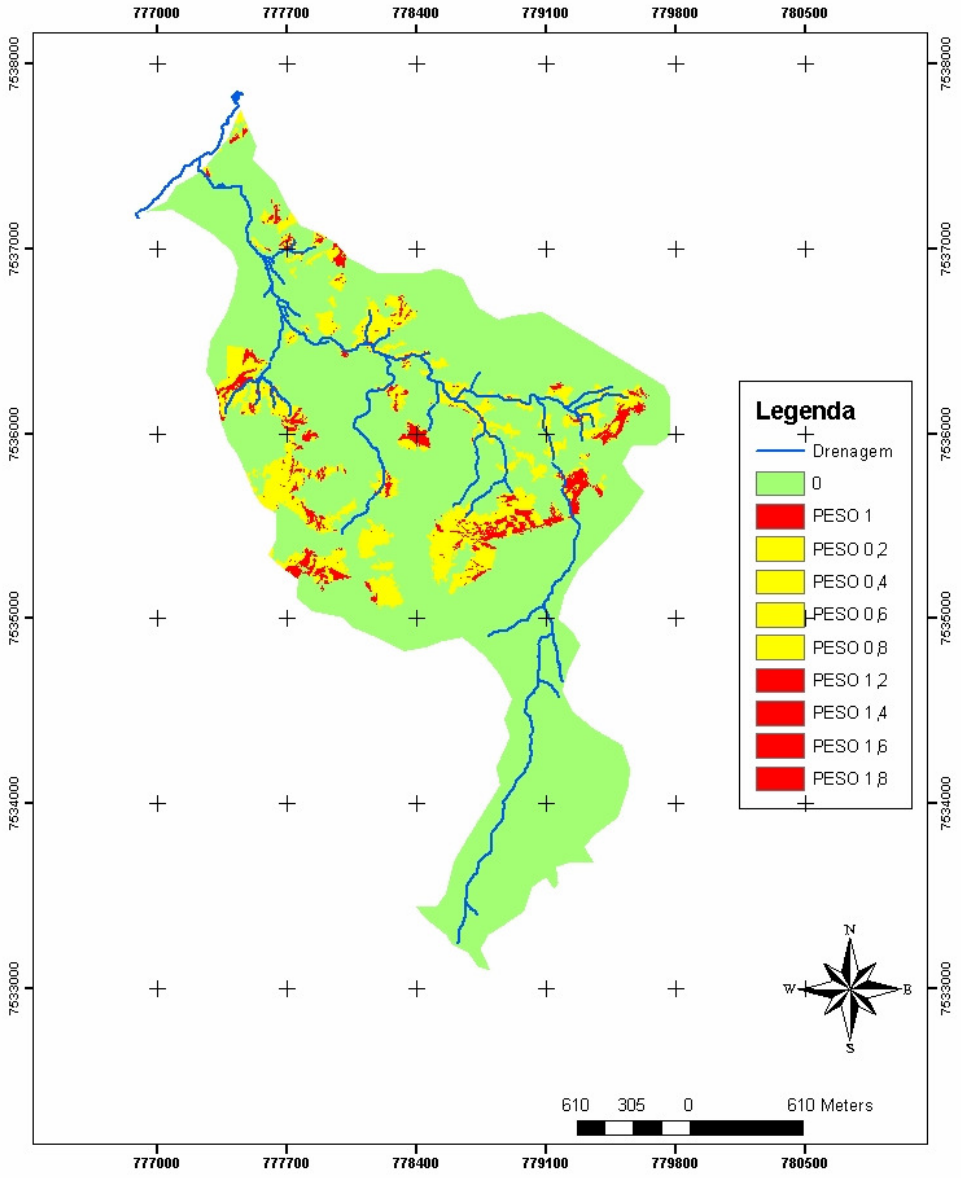


Figura 28: Mapa de avaliação da presença de paraquat no escoamento superficial em regiões cobertas por mata inicial.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

No mapa da figura 28, os pixels amarelos representam as regiões classificadas como mata inicial, com declividades que variam entre 20% e 80%, em relação à declividade da parcela wischmeier **Mata**. Já os pixels vermelhos representam as regiões classificadas como mata inicial, com declividades acima ou igual a 100%, em relação à declividade da parcela wischmeier **Mata**.

A ilustração 28 apresenta os gráficos, que foram construídos com o objetivo de auxiliar a interpretação do mapa da figura 38. Esses gráficos representam a distribuição dos pixels por peso (presentes no mapa), somente nas regiões de mata inicial.

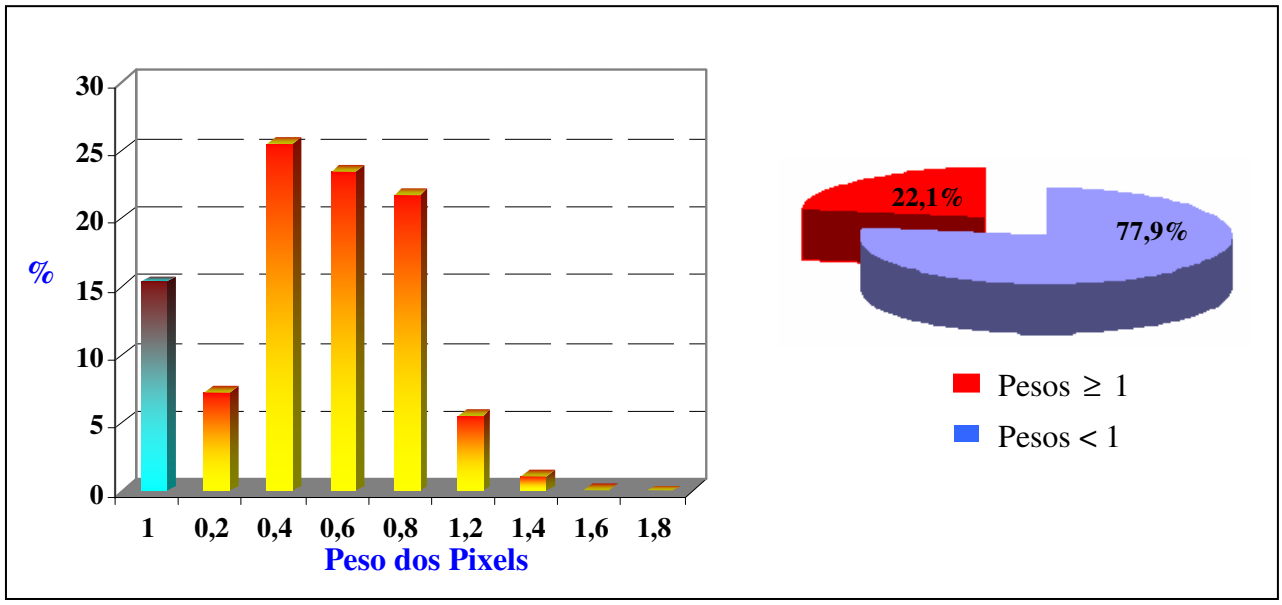


Ilustração 28: Gráficos auxiliares ao mapa da figura 44

Seguem as conclusões obtidas, a partir do mapa e dos gráficos apresentados, respectivamente pelas figuras 38 e 39:

__ Pesos maiores ou iguais a 1, indicam concentrações de paraquat (no escoamento superficial), acima ou igual à concentração obtida pela modelagem na parcela wischmeier **Mata**;

__ Pesos menores que 1, indicam concentrações de paraquat abaixo da concentração obtida pela modelagem realizada na parcela wischmeier **Mata;**

__ Pixels com pesos iguais a 1, estão representados no gráfico pela cor azul, com o objetivo de destacar concentrações equivalentes às que foram obtidas através da modelagem;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

__ Ainda que a maior parte da região de mata inicial possua pesos abaixo de 1, existem locais com pesos elevados e situados nas redes de drenagem, o que pode favorecer ao transporte do paraquat, através dos rios.

__ A maior parte da região, coberta por mata inicial, possui declividade ponderada em 40%, o que indica uma proporção equivalente de concentração de paraquat (presente no escoamento superficial), em relação à concentração de paraquat, obtida pela modelagem na parcela wischmeier Mata.

4.5.3.4. Mapa de Predominância de Paraquat no Escoamento Superficial para todas as Culturas

A figura 28 apresenta o mapa de predominância de paraquat no escoamento superficial para todas as culturas da microbacia do Córrego Pito Aceso. A classificação foi realizada em função do valor máximo permitido (VMP) em água para o paraquat (10 µg/L – descrito na no cap.xx).

Considerando a distribuição de pixels do mapa da figura 29, fez-se necessário estabelecer uma faixa intermediária de VMP. A tabela 28 apresenta a quantidade de pixels distribuídos, juntamente com os valores correspondentes:

Tabela 282: Gráficos auxiliares ao mapa da figura 44

Valores dos Pixels	Qtde	%	Classificação
0	3439 120	69	Sem Aplicação
1	267 793	89,7	ABAIXO
2	60 195		
3	140 831		
4	210 559		
5	120 111		
6	193 028		
7	123 263		
8	272 289		
12	45 807	8	IGUAL
13	68 287		
14	9 362		
15	8 784	2,3	ACIMA
16	360		
17	19 683		
18	1 110		
20	5 242		
23	688		
27	4		

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

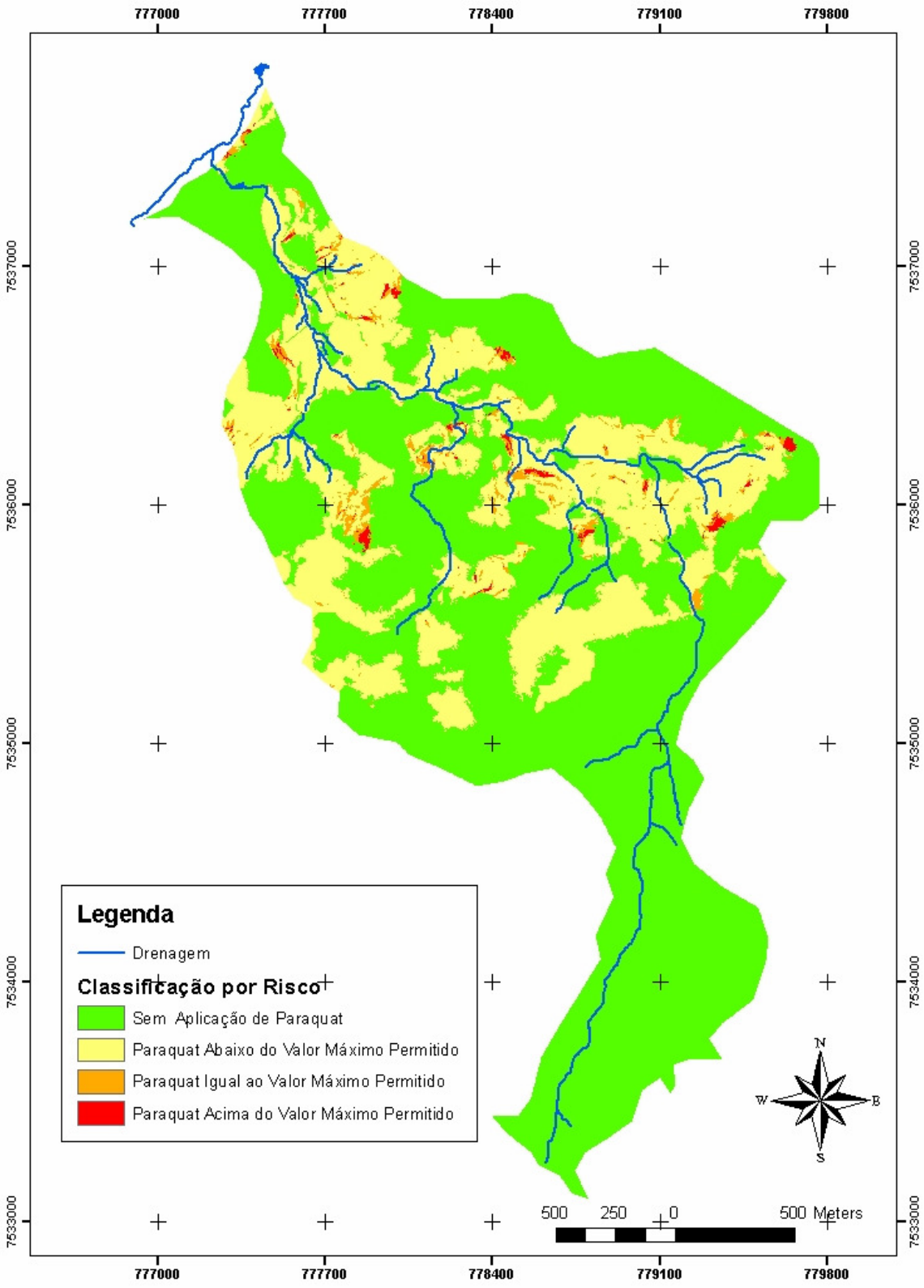


Figura 29: Mapa de predominância de paraquat no escoamento superficial para todas as culturas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA

Seguem dados estatísticos relativos ao mapa de predominância da fig.29:

__ Região sem aplicação de pesticida: corresponde a 69% da microbacia;

__ Região com concentração de paraquat ABAIXO do valor máximo permitido (VMP): corresponde a 89,7% da região em que houve aplicação de paraquat;

__ Região com concentração de paraquat IGUAL ao valor máximo permitido (VMP): correspondente a 8 % da região em que houve aplicação de paraquat;

__ Região com concentração de paraquat ACIMA do valor máximo permitido (VMP): correspondente a 2,3 % da região em que houve aplicação de paraquat;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0412176/CA