

Alisson Sanguinetti Cruz de Oliveira

**Mapeamento da Variabilidade Espacial da Produção na Cafeicultura de Montanha**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do  
título de *Magister Scientiae*.

Viçosa  
Minas Gerais – Brasil  
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48m  
2003

Oliveira, Alisson Sanguinetti Cruz de, 1976-  
Mapeamento de variabilidade espacial da produção na  
cafeicultura de montanha / Alisson Sanguinetti Cruz de  
Oliveira. – Viçosa : UFV, 2003.  
82p. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Carvalho Pinto  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa

1. Agricultura de precisão. 2. Café - Cultivo - Variabili-  
dade espacial. 3. Café - Produtividade. 4. Café - Matura-  
ção. 5. Café - Qualidade. 6. Sistema de Posicionamento  
Global. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed .631.3

CDD 20.ed. 631.3

Alisson Sanguinetti Cruz de Oliveira

## Mapeamento da Variabilidade Espacial da Produção na Cafeicultura de Montanha

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada: 31 de Outubro de 2003.

---

Dr. Evandro Chartuni Mantovani

---

Prof. Mauri Martins Teixeira

---

Prof. Ricardo Capúcio de Resende

---

Prof. Daniel Marçal de Queiroz  
(Conselheiro)

---

Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto  
(Orientador)

A

Deus,  
meus pais, Acácio e Fátima, meu irmão, Fabrício, minha tia, Maria José (*in memoriam*),  
familiares,  
amigos.

"A Natureza é um livro aberto ...  
imaginação é mais importante que conhecimento."

*Albert Einstein - físico alemão.*

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, irmão e familiares pelo apoio constante, e aos amigos conterrâneos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), pela oportunidade do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em nível de Mestrado, na Área de Concentração 'Mecanização Agrícola' e Linha de Pesquisa 'Agricultura de Precisão e Máquinas Agrícolas'.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa e suporte financeiro.

A Francisco de Assis de Carvalho Pinto (Chico), Ph. D. e professor orientador do DEA/UFV, pela receptividade, dedicação, aprendizado, consideração, confiança, amizade, orientação e aconselhamento. Seus ensinamentos sobre Agricultura de Precisão mostraram novas ferramentas para abordar e resolver problemas, e suas críticas e sugestões auxiliaram e conduziram a realização deste trabalho e de todo o curso. Sua atitude e presença, como professor e amigo, muito estimularam um bom relacionamento diário entre colegas de laboratório.

A Daniel Marçal de Queiroz, Ph. D. e professor conselheiro do DEA/UFV, pela receptividade, dedicação, aprendizado, amizade e aconselhamento. Sua participação foi importante para a viabilização deste trabalho, e seus ensinamentos sobre Agricultura de Precisão, críticas e sugestões auxiliaram a realização de várias etapas do mesmo. Foi a pessoa que me recebeu no DEA e deu-me a primeira orientação acadêmica na UFV.

A Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro (Charles), Ph. D. e professor conselheiro do DEF/UFV, pela receptividade, aprendizado, consideração, confiança, amizade e aconselhamento. Seus ensinamentos sobre Sistemas de Informações Geográficas e sugestões auxiliaram a organização e manipulação de informações.

A Paulo César Corrêa, D. S. e professor conselheiro do DEA/UFV, pela receptividade, aconselhamento e empréstimo de equipamentos. Sua participação foi importante para a realização dos testes de classificação do café, e suas críticas e sugestões foram oportunas.

A Mauri Martins Teixeira, D. S. e professor do DEA/UFV, pela receptividade, amizade, críticas e sugestões.

A Evandro Chartuni Mantovani, Ph. D. e pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, e Ricardo Capúcio de Resende, Ph. D. e professor do DEA/UFV, pela receptividade, críticas e sugestões.

A Adílio Flauzino de Lacerda Filho e Lêda Rita D'Antonino Faroni, D. S. e professores do DEA/UFV, pela receptividade e sugestões sobre secagem e classificação de café.

A Antônio Teixeira de Matos, D. S., Aristides Ribeiro, D. S., e Jadir Nogueira da Silva, Ph. D., professores do DEA/UFV, pela receptividade, críticas e sugestões sobre o projeto de pesquisa deste trabalho.

A Ernani Luiz Agnes, professor do DFT/UFV, e Milton Gino dos Santos, técnico e funcionário do DFT/UFV, pela receptividade e disponibilização do cafezal vizinho ao DEA/UFV para testes da metodologia de georreferenciamento com DGPS.

A Antônio Santana Ferraz, M. S., e Antônio Simões Silva, Ph. D., professores do DEC/UFV, pela receptividade e fornecimento de dados da base GPS da RBMC do Campus da UFV.

A Hélio Cupertino, técnico e funcionário da Divisão de Projetos e Obras/UFV, e seu pessoal, a Marcelo do Carmo Freitas, Wantuil Guilherme Júlio, Geraldo Márcio Pimentel da Silva e Danilo de Almeida Firmino, técnicos e funcionários do Laboratório de Mecanização Agrícola da Área de Mecanização Agrícola do DEA/UFV, pela receptividade, colaboração e auxílio no preparo de material de campo.

A Adílson Rodrigues Soares e Fátima Chieppe Parizzi, pós-graduandos do DEA/UFV, pela receptividade e colaboração.

A Paulo Márcio Fontes, proprietário da Fazenda Laje, pela receptividade e disponibilização de cafezal para realização das etapas de campo.

A Antônio Adir Araújo, José Uelerson Cardoso, Ladir Pinto Lourenço (Ladinho), Sr. João Vital, Sra. Ana Vital, Joaquim Vital, Sebastião Vital, José Geraldo Vital, Maria Vital, José Dimas Vital, Pedro Vital e Vicente Vital, funcionários da Fazenda Laje, pela receptividade e admirável cooperação durante as etapas de campo.

A Haroldo Carlos Fernandes e Demetrius David da Silva, D. S. e professores do DEA/UFV, pela receptividade e disponibilização de transporte para a Fazenda Laje.

A Reinaldo Diniz de Almeida, Dimas Arcanjo de Paiva e Paulo Roberto da Silva, funcionários da Divisão de Transportes/UFV, Joel Márcio de Freitas, Mauri Martins Rodrigues e Jorge Antônio Pires, motoristas da Divisão de Transportes/UFV, pela receptividade e solicitude durante as etapas de campo.

A Tadashi Kaneco, do Laboratório de Eletrônica/Projetos de Máquinas e Visão Artificial Agrícolas do DEA/UFV, pela dedicação, consideração, confiança, amizade e inestimável auxílio em todas as etapas de campo e laboratório.

A Eduardo Eiji Maeda, graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental/UFV, por ter desfrutado, "com o maior prazer", de boa parte de suas férias auxiliando-nos em etapas de campo e laboratório.

A Bruno Álvares de Souza Penna, Alexandre Lúcio Rodrigues, auxiliares de campo, Maria das Graças Silveira, Maria de Lourdes Baltazar Estevão Saraiva, Joaquim Alves Pereira (Joca), Helvécio Magalhães Albino (Vecinho), auxiliares de laboratório, Maria Fernanda Cunha de Andrade e Ana Paula Alves Simão, graduandas em Engenharia Agrícola e Ambiental, pela atenção, amizade e auxílio durante algumas etapas.

A Juarez de Sousa e Silva, D. S. e professor do DEA/UFV, pela disponibilização de equipamentos para processamento de café.

A Evandro de Castro Melo, D. S. e professor do DEA/UFV, pela receptividade, sugestões e disponibilização de secador solar para secagem de café.

A Fernando Falco Pruski, D. S., Mauro Aparecido Martinez, Ph. D., professores do DEA/UFV, e Lucimar Silva Resende, M. S. e funcionária do Laboratório de Água e Solo/UFV, pela receptividade, colaboração e disponibilização de estufa e material de laboratório.

A Silas Lopes Rosado, Antônio Pedro Machado (Inhame) e Sebastião Jorge Rodrigues (Caititu) técnicos e funcionários da Área de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas do DEA/UFV, pela receptividade e auxílio durante etapas de laboratório.

A Reginaldo Rodrigues dos Santos, Wederson Marcos Alves, Lauri Lourenço Radunz, Adriana Maria de Grandi, Paulo César Afonso Júnior, Fabrício Schwanz da Silva, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira e Alisson Luís Bash Ferreira, pós-graduados do DEA/UFV, pela receptividade, amizade e cooperação durante etapas de laboratório.

A Tetuo Hara, professor do DEA/UFV, e Geraldo Magela Campos de Souza, Fabiana Maria Roque Chaves e Valdir Rodrigues, técnicos e funcionários do Centreinar/UFV, pela receptividade e colaboração durante etapas de laboratório.

A Luciano Baião Vieira, D. S. e professor do DEA/UFV, pela receptividade e empréstimo de material durante etapas de laboratório.

A Elpídio Inácio Fernandes Filho, D. S. e professor do DPS/UFV, João Herbert Moreira Viana, pós-graduando do DPS/UFV, Hélio Garcia Leite, D. S. e professor do DEF/UFV, e Margareth da Silva Alves, D. S. e professora do DMA/UFV, pela receptividade, críticas e/ou sugestões.

A Paulo José Hamakawa, D. S. e professor do DEA/UFV, e Ana Paula da Silva Dias, pós-graduada do DEA/UFV, pela disponibilização de dados climáticos da Estação Climatológica do Campus da UFV; e a Rosandro Boligon Minuzzi, pós-graduado do DEA/UFV, pelas informações climáticas sobre Viçosa.

Aos demais professores da UFV, Vicente Paulo Soares, Ph. D. e professor do DEF/UFV, Fernando Pinheiro Reis, M. S. professor do DPI/UFV, pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas.

A Francisco Donizete da Cruz, Luiz Evandro Ribeiro e Carlos César Gomes, classificadores e provadores da Cooxupé, e Néelson Coelho, Berenice, Joaquim, Priscila, Lúcio e Alba, funcionários da Cooxupé, pela atenção e realização dos testes de classificação das amostras de café.

A Edna Maria Soares, Evaristo Luciano Rosa, Marcos da Silva Magalhães, José Mauro Ferreira, José Galinari Sobrinho e Maria José Cruz da Silva, funcionários do DEA/UFV, pela receptividade, atenção e amizade.

A Cristiano Márcio Alves de Souza, Leidy Zulys Leyva Rafull, Darly Geraldo Sena Júnior, Carlos Alberto Alves Varella, Joseph Kalil Khoury Júnior, Roberto Carlos Orlando e Álvaro de Araújo, pós-graduados e amigos do Laboratório de Eletrônica/Projetos de Máquinas e Visão Artificial Agrícolas do DEA/UFV, pela receptividade, consideração, amizade e convívio. Também aos novos integrantes desse laboratório, Enrique Anastácio Alves, Eduardo Eiji Maeda, Rodrigo Sinaidi Zandonadi, Alexandre Santos Brandão, Antônio da Costa Ribeiro Júnior, Natanael Takeo Yamamoto, Aldo Alberto Fagundes Narici, Igor Nardelli Emmerich, Diogo Santos Campos e José Marcelo Gomes.

A Gilton José Rodrigues, nosso cafeicultor de plantão, Sebastião Eudes Lopes, Jean Luís Campos Mundim, Elton Fialho dos Reis, João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha, Ricardo Ferreira Garcia, Antônio Donizette de Oliveira, Luciano Torres de Carvalho, Anderson Chagas de Magalhães, Pedro Pascual Paneque Rondon, Carlos Alberto Viliotti (Magrão), Paulo Fernando dos Santos Filho, Jackson Antônio Barbosa e Denílson Eduardo Rodrigues, pós-graduados e colegas de curso, pela receptividade e amizade. Também aos novos colegas, Elder Sânzio Aguiar Cerqueira, Renato Adriane Alves Ruas, Murilo Mesquita Baesso, Jorge André Dalla Rosa da Veiga e Leonardo Rubim Reis.

Aos colegas de disciplinas Márlon Crisley da Silva, Marcelo Jorge Oliveira, Glauco Lima da Silveira, Carlos Divino Luiz Guimarães e Derli Cruzeiro Júnior, do DEF/UFV, Agna Almeida Menezes, do DPS/UFV, e Édio Luiz da Costa, do DEA/UFV, pela receptividade, atenção, amizade e disponibilização de material.



Aos demais colegas do DEA/UFV, Cláudia Valéria Tavora Cabral, Dalmácio Espíndula Neto, Delfran Batista dos Santos, Édson de Oliveira Vieira, Élio de Almeida Cordeiro, Flávio Aparecido Gonçalves, Flávio Gonçalves Oliveira, Francisco Solón Dantas Neto, Geraldo Magela Damasceno, Gessionei da Silva Santana, Gustavo Haddad Souza Vieira, Isnard Domingos Ferraz, Juan José Fonseca Palacin, Júlio Cesar de Jesus, Luís de França Camboim Neto, Marcelo Bastos Cordeiro, Márcio Koetz, Marcos Caldeira Ribeiro, Mauro Koji Kobayashi, Roberta Alessandra Bruschi Gonçalves, Roberto Precci Lopes, Robson Mendes de Paulo, Salomão de Sousa Medeiros, Wallissom da Silva Freitas e José Luiz Cabral da Silva Júnior, pela receptividade.

A Valdir de Rocha Lima, funcionário do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), pela consideração e amizade.

A Aberlardo Antônio de Assunção Montenegro, Ph. D. e professor do DTR/UFRPE, Vicente de Paula Silva, João Audifax César de Albuquerque Filho e Hernande Pereira da Silva, M. S. e professores do DTR/UFRPE, Ronaldo Freire de Moura e Romero Falcão Bezerra de Vasconcelos, D. S. e professores do DTR/UFRPE; Fernando Barreto Rodrigues e Silva, David Ferreira da Silva, Lúcia Raquel Queiroz Pereira da Luz, José Coelho de Araújo Filho, Nivaldo Burgos, Paulo Cardoso, José Carlos Pereira dos Santos, Carlos e Maria José, da Embrapa Solos Nordeste - ERP/NE Recife; e Luíza Teixeira de Lima Brito e Antônio Pedro Matias Honório, da Embrapa Semi-Árido, pela receptividade, ensinamentos e apoio durante minha graduação na UFRPE.

Aos membros e ex-membros de república, Clístenes Williams Araújo do Nascimento, D. S. e professor do DEPA/UFRPE, Marcelo Metri Corrêa, José Alberto Alves de Souza, Roberto Avelino Cecílio, Luiz Henrique de Souza (Luizinho), Charles André de Souza Bispo, e a Maria Perpétua Ferreira Lima, pela amizade e convívio.

Enfim, a todos os churrascos e confraternizações, às novas amizades e a todas as pessoas que contribuíram com esta pesquisa e foram solícitas durante a realização desse curso, e minha estada em Viçosa (MG).

## **Biografia**

**Alisson Sanguinetti Cruz de Oliveira**, filho de Acácio Francisco Cruz de Oliveira e Maria de Fátima Sanguinetti Cruz de Oliveira, nasceu em Recife, Estado de Pernambuco, Brasil, em 29/11/1976.

Em Abril/1995 iniciou o Curso Superior de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), graduando-se em Agosto/2000.

Em Abril/2001 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Área de Concentração Mecanização Agrícola e Linha de Pesquisa Agricultura de Precisão, em nível de Mestrado, e defendeu a Dissertação em Outubro/2003.

# Índice

<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>xii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>xv</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xvii</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Revisão de Literatura</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 A Cultura do Café</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 <i>Importância Econômica do Café no Mundo</i> .....	5
2.1.2 <i>Importância Econômica do Café no Brasil</i> .....	5
2.1.3 <i>Desregulamentação do Mercado Cafeeiro</i> .....	6
2.1.4 <i>Cafeicultura de Montanha</i> .....	7
Caracterização e Problemas da Cafeicultura de Montanha .....	7
Alternativas para a Cafeicultura de Montanha.....	9
<b>2.2 Mapeamento e Representação do Espaço Geográfico</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3 Importância do Delineamento de Amostragem</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4 Agricultura de Precisão</b> .....	<b>12</b>
2.4.1 <i>Primeiros Trabalhos de Agricultura de Precisão</i> .....	13
2.4.2 <i>Desenvolvimento da Agricultura de Precisão</i> .....	14
2.4.3 <i>Trabalhos Recentes Sobre Agricultura de Precisão</i> .....	15
2.4.4 <i>Mapeamento de Atributos da Lavoura</i> .....	17
Interpolação Espacial de Dados .....	18
<i>Inverso do Quadrado da Distância</i> .....	20
<i>Suavização de Isolinhas de Mapas de Contornos</i> .....	21
Mapeamento de Produtividade de Culturas Agrícolas .....	22
Mapeamento de Produtividade de Cafezal.....	23
Problemas com Mapeamento de Produtividade com Colheita Mecanizada .....	24
<b>3 Material e Métodos</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1 Etapa Anterior à Colheita</b> .....	<b>27</b>
3.1.1 <i>Georreferenciamento dos Cafeeiros</i> .....	27
3.1.2 <i>Codificação e Rotulação das Linhas e Cafeeiros</i> .....	28
<b>3.2 Etapa de Colheita</b> .....	<b>29</b>
<i>Pesagem e Amostragem da Produção do Talhão</i> .....	29
<b>3.3 Etapa Após a Colheita</b> .....	<b>30</b>
3.3.1 <i>Determinação de Umidade dos Frutos Colhidos</i> .....	30
3.3.2 <i>Classificação dos Frutos das Amostras</i> .....	30
3.3.3 <i>Processamento dos Frutos Cereja das Amostras da Catação</i> .....	31
3.3.4 <i>Classificação do Café Beneficiado</i> .....	32
3.3.5 <i>Mapeamento do Talhão</i> .....	33

Área de Influência da Amostra e seu Ponto Central .....	33
Mapeamento de Maturação dos Frutos .....	34
Mapeamento de Produtividade .....	34
<i>Mapeamento de Produtividade Calculada no Talhão</i> .....	34
<i>Mapeamento de Produtividade com Amostras Simuladas no Talhão</i> .....	35
Mapeamento de Qualidade .....	35
<b>4 Resultados e Discussão .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Etapa Anterior à Colheita .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Etapa de Colheita .....</b>	<b>39</b>
4.2.1 <i>Pesagem da Produção do Talhão</i> .....	39
4.2.2 <i>Amostragem da Produção do Talhão</i> .....	41
<b>4.3 Etapa Após a Colheita .....</b>	<b>41</b>
4.3.1 <i>Determinação de Umidade dos Frutos Colhidos</i> .....	41
4.3.2 <i>Variações do Clima</i> .....	42
4.3.3 <i>Mapeamento da Safra 2002/3</i> .....	44
Mapeamento da Maturação dos Frutos Colhidos .....	44
Mapeamento de Produtividade no Talhão .....	48
Mapeamento de Produtividade com Amostras Simuladas no Talhão .....	53
Mapeamento da Classificação do Café Beneficiado .....	56
<i>Classificação por Peneira</i> .....	57
<i>Classificação da Bebida com Prova de Xícara</i> .....	60
<b>5 Resumo e Conclusões .....</b>	<b>64</b>
<b>6 Bibliografia .....</b>	<b>66</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>76</b>
<b>Apêndice A .....</b>	<b>77</b>
<i>Dados do Georreferenciamento, Colheita e Maturação da Safra 2002/3 obtidos na Etapa da Catação</i> .....	77
<b>Apêndice B .....</b>	<b>79</b>
<i>Dados do Georreferenciamento, Colheita e Maturação da Safra 2002/3 obtidos na Etapa da Colheita Final</i> .....	79

## Lista de Tabelas

Tabela 1	- Estatísticas da pesagem da produção (kg), na catação e colheita final, no talhão estudado.....	40
Tabela 2	- Estatísticas das umidades médias diárias (% b. u.) de cada tipo de fruto, com três repetições, na catação e colheita final. ....	42
Tabela 3	- Valores médios de algumas variáveis climáticas durante a catação, colheita final e 2002.....	44
Tabela 4	- Estatísticas dos dados amostrais dos percentuais de massa dos tipos de fruto, à umidade inicial, das 129 amostras da catação e das 339 amostras colheita final, no talhão estudado.....	46
Tabela 5	- Estatísticas de produtividade (kg/ha) amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final, no talhão estudado. ....	48
Tabela 6	- Estatísticas de produtividade (kg/ha) amostral calculada filtrada ( $\leq \mu + 3\sigma'$ , $\leq \mu + 2\sigma'$ e $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final, no talhão estudado.....	50
Tabela 7	- Estatísticas de produtividade (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação, colheita final e total, no talhão estudado. ....	52
Tabela 8	- Estatísticas do número de sacos colhidos por turno e por dia, na catação e colheita final, no talhão estudado. ....	53
Tabela 9	- Estatísticas de produtividade total interpolada, à umidade de 11% b. u., a diferentes taxas de amostragem, no talhão estudado.....	55
Tabela 10	- Estatísticas das peneiras, em percentual de massa, das 128 amostras da catação, no talhão estudado.....	59
Tabela 11	- Percentual do número de amostras da catação no talhão estudado em cada nível dos componentes da bebida.....	63

## Lista de Figuras

Figura 1	- Exemplo de cafeeiro rotulado (cafeeiro 1, da linha 18b do talhão 1).....	28
Figura 2	- Frutos verde (a), verdoengo (b), cereja (c), passa (d) e seco (e), impurezas (f) e terra (g) classificados, manual e visualmente, em cada amostra do saco colhido.....	31
Figura 3	- Vista parcial externa do secador solar (a) e das amostras de café em seu interior (b).....	32
Figura 4	- Áreas de influência de duas amostras, uma no início da linha e outra no interior da linha, no extremo leste do talhão estudado.....	34
Figura 5	- Vista parcial do cafezal da propriedade e do talhão estudado.....	36
Figura 6	- Cafeeiros codificados no talhão estudado.....	37
Figura 7	- Isoípsas no talhão estudado. (Equidistância = 1 m; Sistema de Projeção UTM; Datums SAD 69-Brasil e Nível Médio dos Mares).....	37
Figura 8	- Linhas de plantio no talhão estudado.....	37
Figura 9	- Níveis de adensamento no talhão estudado.....	38
Figura 10	- Cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na catação do talhão.....	39
Figura 11	- Cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na colheita final do talhão.....	39
Figura 12	- Valor médio de massa e umidade (% b. u.) de frutos nos estádios de maturação verde (Vd), verdoengo (Vdg), cereja (C), passa (P) e seco (S).....	40
Figura 13	- Cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na catação e colheita final no talhão estudado.....	41
Figura 14	- Evolução temporal de algumas variáveis climáticas durante a catação e colheita final. Linhas contínuas horizontais indicam magnitudes mais adequadas, ou ideais, ao cafeeiro. C = catação; CF = colheita final.....	43
Figura 15	- Valores médios diários de algumas variáveis climáticas durante a catação, colheita final e o ano de 2002. Faixas, ou linha contínua vertical, indicam magnitudes mais adequadas, ou ideais, ao cafeeiro.....	43
Figura 16	- Percentual de massa de frutos das amostras, à umidade inicial, da catação no talhão estudado.....	44
Figura 17	- Percentual de massa de frutos das amostras, à umidade inicial, da colheita final no talhão estudado.....	45
Figura 18	- Percentual de massa dos frutos cereja das amostras, à umidade inicial, da catação no talhão estudado.....	45
Figura 19	- Percentual de massa dos frutos cereja das amostras, à umidade inicial, da colheita final no talhão estudado.....	46

Figura 20	- Distribuição de produtividade (kg/ha) amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação (a) e colheita final (b) no talhão estudado. ....	49
Figura 21	- Histogramas de produtividade (kg/ha) amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação (a) e colheita final (b) no talhão estudado. ....	49
Figura 22	- Produtividade (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação no talhão estudado. ....	51
Figura 23	- Produtividade (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na colheita final no talhão estudado. ....	51
Figura 24	- Produtividade filtrada interpolada total (kg/ha) de café em coco, à umidade de 11% b. u., no talhão estudado. ....	51
Figura 25	- Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:2, no talhão estudado. ....	53
Figura 26	- Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:3, no talhão estudado. ....	54
Figura 27	- Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:5, no talhão estudado. ....	54
Figura 28	- Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:8, no talhão estudado. ....	54
Figura 29	- Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:10, no talhão estudado. ....	55
Figura 30	- Percentual dos grãos de peneira 19 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	57
Figura 31	- Percentual dos grãos de peneira 18 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	57
Figura 32	- Percentual dos grãos de peneira 17 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	58
Figura 33	- Percentual dos grãos de peneira 16 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	58
Figura 34	- Percentual dos grãos de peneira 14 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	58
Figura 35	- Percentual dos grãos de peneira Moca obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	59
Figura 36	- Percentual dos grãos de peneira Fundo obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	59
Figura 37	- Percentual dos grãos da peneira Chato (19, 18, 17, 16 e 14) obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	60
Figura 38	- Percentual dos grãos das peneiras Moca e Fundo obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. ....	60
Figura 39	- Aroma da bebida obtida dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de aroma: 1 = Fortemente Agradável, 2 = Moderadamente Agradável, 3 = Ligeiramente Agradável). ....	61

- Figura 40 - Sabor da bebida obtida dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de sabor: 1 = Doce, 2 = Adocicado, 3 = Levemente Adocicado, 4 = Adstringente, 5 = Desagradável, 6 = "Retro") .....62
- Figura 41 - Acidez da bebida obtida dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de acidez: 1 = Alta, 2 = Média, 3 = Baixa).....62
- Figura 42 - Corpo da bebida obtida dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de corpo: 1 = Encorpado, 2 = Médio, 3 = Baixo).....62



## Resumo

OLIVEIRA, Alisson Sanguinetti Cruz de, M. S., Universidade Federal de Viçosa, outubro, 2003.  
**Mapeamento da Variabilidade Espacial da Produção na Cafeicultura de Montanha.**  
Orientador: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. Conselheiros: Daniel Marçal de Queiroz, Paulo César Corrêa e Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro.

Propôs-se uma metodologia para mapear variabilidade espacial da maturação dos frutos, produtividade e qualidade de café de montanha durante a safra 2002/3 em uma propriedade cafeeira no Município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. Nesta propriedade cultiva-se *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho, linhagem IAC H2077-2-5-44, e predomina relevo montanhoso. Dividiu-se a metodologia em três etapas principais: anterior à colheita, de colheita e após a colheita. Na etapa anterior à colheita, georreferenciaram-se, codificaram-se e rotularam-se cafeeiros em um talhão de cerca de um hectare. Na etapa de colheita, dividida em catação e colheita final conforme cronograma da propriedade, pesaram-se e amostraram-se todas as medidas colhidas no talhão, 129 na catação e 339 na colheita final. Na etapa após a colheita dividiu-se cada amostra conforme estágio de maturação, pesaram-se esses frutos e determinaram-se umidades médias diárias desses frutos. Os cafés cereja de cada amostra da catação foram secos, beneficiados e classificados. Mapearam-se, com interpolação pelo método do Inverso do Quadrado da Distância, a maturação dos frutos, produtividade e qualidade dos grãos e da bebida. A partir dos resultados e análises dos mapas, obteve-se a variabilidade espacial da umidade dos tipos de fruto, maturação, produtividade e qualidade do café. A maturação dos tipos de fruto variou durante a colheita, sendo que suas umidades reduziram-se progressivamente ao longo da safra e apresentaram valores médios distintos para cada estágio de maturação. Na catação, a produtividade do café em coco, corrigido para 11% b.u., variou de 842,33 a 8.126,87 kg/ha, com coeficiente de variação de 19,86%; e, na colheita final, de 948,82 a 16.269,20 kg/ha, com coeficiente de variação de 27,36%. A produtividade total variou de 3.431,66 a 18.662,90 kg/ha, com coeficiente de variação de 19,46%. Quanto à qualidade, tenderam a variar o tipo e a descrição peneira dos grãos, e alguns componentes da descrição bebida. Classificaram-se as amostras em tipo 5, 5/6 (65,89% das

amostras) ou 6. A descrição peneira dos grãos variou entre 19, 18, 17, 16, 14, Moca e Fundo. Houve variações nos componentes da bebida (aroma, sabor, acidez e corpo), mas todas as amostras foram classificadas como de bebida Estritamente Mole. A metodologia proposta permitiu mapear a variabilidade da produtividade, porém, a dificuldade da definição da área de influência de cada saco colhido resultou em valores de produtividade irreais em alguns pontos, demandando futuros estudos na definição dessa área e, ou, em metodologias de filtragem dos dados.

## Abstract

OLIVEIRA, Alisson Sanguinetti Cruz de, M. S., Universidade Federal de Viçosa, October of 2003.  
**Mapping of Spatial Variability of the Mountain Coffee Production.** Adviser: Francisco de Assis de Carvalho Pinto. Committee Members: Daniel Marçal de Queiroz, Paulo César Corrêa and Carlos Antônio Álvares Soares Ribeiro.

A method was proposed to map spatial variability of the fruit ripeness, yield and quality of mountain coffee during the 2002/3 harvest. This work took place at Fazenda Laje, a coffee farm, and at the Department of Agricultural Engineering of Universidade Federal de Viçosa, in the City of Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil. In this farm *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho, IAC H2077-2-5-44 lineage has been cultivated, and predominates mountainous landscape. The method was divided in three main steps: before-harvest, harvest and post-harvest. In the before-harvest step, the coffee plants were georeferenced using a DGPS, codified and labeled with a code in a field of about one hectare. In this field, plant spacing, ages, heights, number of leaves and vigor were variable. In the harvest step, divided in selective harvest and final harvest as of the farm calendar, all the bags harvested in the field were weighed and sampled, 129 in selective harvest and 339 in the final harvest. In the post-harvest step, the samples were sorted based on fruit ripeness and each fraction was weighed. Daily, it was determined moisture content average of each fraction. The ripe coffee sample fruit of the selective harvest was hulled (parchment coffee), dried, processed (green coffee) and classified. It was built maps of the fruit ripeness, yield and quality by using the interpolation method of the Inverse Distance Squared. The mass percentage of in each maturation stage was variable during the harvest and their moisture contents were reduced progressively along the harvest and presented different average values to each maturation stage. In the selective harvest, the yield, at 11% w.b., ranged from 842.33 to 8,126.87 kg/ha, with coefficient of variation of 19.86%; and, in the final harvest, from 948.82 to 16,269.20 kg/ha, with coefficient of variation of 27.36%. The total yield ranged from 3,431.66 to 18,662.90 kg/ha, with coefficient of variation of 19.46%. About the quality, tended to vary the type and size of the coffee grains, and some components of the coffee drink. The samples were classified in type

5, 5/6 (65.89% of the samples) or 6. The description size of the grains varied among 19, 18, 17, 16, 14, "Moca" and "Fundo". Although variations in the components of the drink (smell, taste, acidity and body), all the samples were classified as of "bebida Estritamente Mole" that is the best drinking taste. The proposed methodology allowed to mapping the coffee yield, however, because of the difficult for defining the area of influence of each sample, it resulted unreal yield at some points. Some further studies should be done in order to better define the area of influence and, or, to use some filtering data methodology.

## 1 Introdução

A agricultura, atividade demandadora de muitos recursos de naturezas diversas, envolve benéficamente diversos setores produtivos em longa cadeia agro-socioeconômica. Dedicada basicamente à produção de alimentos vegetais, a agricultura pode gerar melhores resultados, inclusive maior e melhor produtividade, com uso de adubos e irrigação, melhoramento genético vegetal, combate a pragas e doenças e novas tecnologias. Dado essa relativa dependência de fatores produtivos e insumos diversos, a agricultura é das atividades humanas que mais pode beneficiar-se de um melhor gerenciamento, principalmente quando a cultura é mais rentável.

O café é um dos produtos agrícolas de maior importância sócioeconômica no Brasil e no Mundo. Supera a metade do valor da exportação total em 30% dos países produtores e 25% no restante (CAIXETA e TEIXEIRA, 1999). Nas exportações agrícolas mundiais de 2000, o movimento financeiro do café foi o 10º, ficando atrás do movimento do leite, soja e cacau (FAO, 2002). Na safra 2002/3, o Brasil produziu 37,4% da produção mundial (FAO, 2003), 48,48 milhões de sacas, seu recorde, e os cinco primeiros estados produtores foram Minas Gerais (51,86%), Espírito Santo (19,23%), São Paulo (11,96%), Paraná (4,83%) e Bahia (4,74%) (CONAB, 2003).

Na transição entre as décadas de 80 e 90, a suspensão dos Acordos Internacionais do Café (AIC) e a extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC) acarretaram a desregulamentação do mercado do café. Isto acirrou a competição internacional e desestabilizou a cafeicultura mundial, inclusive a brasileira. Países como a Colômbia, que investiram em cafés de qualidade, destacaram-se no mercado; já o Brasil, onde se fez pouco, perdeu grande participação no mercado internacional e muitos cafeicultores até abandonaram a atividade (CAIXETA, 1998b). Hoje, apesar da relativa estabilidade da situação, e da reestruturação da cafeicultura nacional, ainda se sentem reflexos negativos daquela desregulamentação.

Em cafezais de montanhosa o problema é maior, pois as condições locais podem dificultar praticamente todas as etapas da atividade, do plantio à colheita. Isto potencializa variações diversas na lavoura, inclusive da maturação de frutos, produtividade e qualidade (CORTEZ, 1997).

Floração e bianualidade do cafeeiro influem na maturação e produtividade. Dentre os fatores econômicos, climáticos e relativos à lavoura que podem influir na produtividade citam-se: baixo preço do café, alto custo de insumos e mão-de-obra, temperatura ambiente, precipitação, veranicos, plantio a pleno sol, relevo, fertilidade do solo, cultivar, espaçamento, manejo da lavoura e maturação (MATIELLO, 1986). Já a qualidade depende das condições de implantação e desenvolvimento da lavoura, das técnicas de pós-colheita adotadas, e, dentre outros motivos, da interação entre fatores que garantam sabor e aroma, os quais são desejáveis nos melhores cafés (Feria-Morales, 1990, citado por CARVALHO et al., 1997).

Muitos problemas relativos à lavoura podem ocorrer irregular e simultaneamente, e geralmente são tratados pela média, desconsiderando-se variações locais. Assim, pode haver carências e/ou excessos na condução da lavoura, por exemplo na aplicação de insumos, e não se obterem resultados desejados. Parte disto se deve a carências da cultura e a deficiências do solo, o qual é uma matriz sujeita a variações diversas e que, portanto, pode disponibilizar água e nutrientes em quantidades insuficientes às demandas da cultura.

Um modo de abrandar esse desequilíbrio seria particularizar o manejo nos pontos críticos, ou pelo menos em áreas definidas. O uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas pode otimizar a agricultura, aumentar sua rentabilidade e reduzir o impacto ambiental (RAIJ, 1991). Para tanto, devem-se considerar particularidades dos solos, identificar problemas e necessidades corretos, e direcionar o manejo do melhor modo possível.

Pode ser útil estudar o efeito de variações espaço-temporais no desenvolvimento, produtividade e longevidade da lavoura. Para tanto, a posição geográfica assume papel importante pois pode ser um dos fatores de variação de maior efeito. Tal estudo pode ser facilitado com locação dessas variações na lavoura, mapeamento das mesmas e aplicação e/ou desenvolvimento de técnicas de Agricultura de Precisão (AP).

A AP é definida como o gerenciamento agrícola local que visa racionalizar o manejo e otimizar o uso de insumos agrícolas, e reduzir o impacto ambiental. A AP baseia-se na amostragem de informações associadas à lavoura em densidades consideravelmente maiores às convencionais, e em ferramentas de posicionamento, de registro, de armazenamento, de processamento e de disponibilização de dados. Dentre tais ferramentas citam-se: telecomunicações; sensoriamento remoto; sistemas de informações geográficas; sistemas de navegação e posicionamento global; sistemas de aquisição, armazenamento e processamento computacional de dados; sensores e atuadores.

Embora já se possam obter muitas informações sobre a lavoura em altas densidades, o complexo problema agrônomo ainda exige integração delas (IRMAK et al., 2000), por exemplo, na forma de mapa de aplicação. Também, busca-se reduzir o tempo de resposta e aprimorar sistemas de aplicação de insumos a taxas variáveis, em tempo real ou não (CERRI e BALASTREIRE, 2002; NERY et al., 2002; ESQUERDO e BALASTREIRE, 2002; VILIOTTI, 2002; VILIOTTI et al., 2002; MARASCHIN et al., 2002; SCARAMUZZA et al., 2002; FIGUEIREDO et al., 2002).

De modo geral a AP não tem viabilidade econômica comprovada. Contudo, sabe-se que a pesquisa agrônoma interdisciplinar é fundamental no processo e que cultura mais rentável por unidade de área potencializa maior retorno com manejo local (STAFFORD, 2000). Ademais, têm-se obtido resultados positivos na busca de tal viabilidade em todo o mundo. A exemplo disso, a aplicação de herbicida em lavoura de milho, via mapa de aplicação local com protótipo de pulverizador automotriz, economizou 31,6% de produto em relação à aplicação em área total (BAIO e BALASTREIRE, 2002 e 2003).

Já se mostrou o potencial de mapas auxiliarem no manejo local com uso de técnicas de AP, mas apenas em regiões de relevo suave. O mapeamento em culturas é útil à investigação da variabilidade espaço-temporal, à definição de estratégias de manejo local e, em menor escala, ao zoneamento racional da aptidão agrícola das terras aráveis (AVELLAR et al., 2002; MANZIONE et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002).

Dentre vários tipos de mapeamento, o de produtividade pode iniciar a identificação de variabilidade na lavoura (QUEIROZ et al., 2000; SHEARER et al., 1999). Há sistemas comerciais para mapear produtividade em culturas como milho e soja, que determinam a quantidade colhida medindo o fluxo de produto na colhedora via sensores de impacto, potenciométricos, radiométricos, gravimétricos ou volumétricos, associados a sensores de umidade e de velocidade, e a sistema de posição. Porém, tais sistemas são acoplados a colhedoras automotrizes e não se aplicam a regiões montanhosas.

Considerando a necessidade de o cafeicultor de montanha também conhecer melhor sua lavoura, acredita-se ser possível mapear maturação de frutos, produtividade e qualidade de café de montanha a custo relativamente baixo, baseado em metodologia de mapeamento adaptada à região e sistemas de posição e codificação locais. Além da sabida instabilidade produtiva da maioria dos cafezais brasileiros, supõe-se a variabilidade na lavoura ser maior em regiões montanhosas que nas de relevo mais suave, e que isto justifique ainda mais o manejo localizado.

Neste trabalho objetivou-se desenvolver metodologias para investigar e mapear variabilidade espacial da maturação dos frutos, produtividade e qualidade de café em cafezal de montanha, aplicando técnicas de Agricultura de Precisão. Os objetivos específicos foram:

- Desenvolver metodologia de codificação georreferenciada de cafeeiros em região de montanha;
- Desenvolver metodologia para amostrar e mapear maturação dos frutos, produtividade e qualidade de café de montanha;
- Analisar a metodologia de amostragem da produção de café de montanha via simulação de mapas de produtividade a densidades de amostragem inferiores à realizada;
- Analisar a variação espacial da maturação dos frutos, produtividade e qualidade de café de montanha baseado nos mapas gerados.



## **2 Revisão de Literatura**

### **2.1 A Cultura do Café**

#### **2.1.1 Importância Econômica do Café no Mundo**

Desde o início do século XIX, o café é produto de exportação e fonte de divisas, além de fator de crescimento e desenvolvimento econômico global (NEWSCOFEE, 2001). Soma mais de 50% do valor da exportação total em 30% dos países produtores, e cerca de 25% para o restante (CAIXETA e TEIXEIRA, 1999). Nas exportações agrícolas mundiais de 2000, o café movimentou quase US\$ 10 bilhões, ficando em 10º lugar e atrás do leite, tabaco, frutas, soja, carne suína, vinho, trigo, carne bovina e cacau (FAO, 2002).

Produzido tipicamente em países do 3º Mundo, e muito consumido no 1º Mundo, o café pode alcançar maior valor comercial conforme sua qualidade e/ou adequação de suas características a exigências de nichos de mercado. As regiões mais produtoras são América do Sul (42,74%), África (18,53%), Ásia (25,98%) e América Central (17,25%) (FAO, 2001).

Na safra 2001/2, os países maiores produtores mundiais foram Brasil (30,43%), Vietnam (11,06%), Colômbia (9,93%), Indonésia (5,4%) e México (4,24%), sendo o Brasil responsável por cerca de 33,7 milhões de sacas; 68,08% da safra na América do Sul (ABECAFÉ, 2002c).

#### **2.1.2 Importância Econômica do Café no Brasil**

Introduzido no Pará em 1727, o café foi responsável por um dos ciclos econômicos mais importantes, quando o país era basicamente agrícola e tinha no café exportado a maior fonte de divisas (MELLO, 2001). Hoje, ele ainda é importante por fixar mão-de-obra no campo e na indústria, e gerar divisas (CAIXETA e TEIXEIRA, 1999). São cerca de 100 mil produtores (70% pequenos e médios), 210 mil propriedades, 3 milhões de ha plantados e 3,1 bilhões de cafeeiros que geram 1 milhão de empregos diretos, 3 milhões indiretos e US\$ 5 bilhões de receita/ano; 1.700 indústrias; 2.000 marcas de café torrado e moído e 144 exportadoras e cooperativas (EMBRAPA, 2001).

O Brasil é historicamente o maior produtor (30,43%) e exportador (25,76%) mundial de café (ABECAFÉ, 2002b). Na safra 2002/3, produziu 37,4% da produção mundial (FAO, 2003), 48,48 milhões de sacas, seu recorde, e os cinco primeiros estados produtores foram Minas Gerais (51,86%), Espírito Santo (19,23%), São Paulo (11,96%), Paraná (4,83%) e Bahia (4,74%) (CONAB, 2003).

Nas exportações agrícolas brasileiras (FOB) de 2001, o café ficou em 4º lugar em valor movimentado (US\$ 1.393 milhões, atrás da soja, carnes e açúcar) e valor comercial (US\$ 1.062,55/t, atrás do fumo, cacau e carnes) (ABECAFÉ, 2002a). Os principais países importadores de café em grão em 2001 foram Alemanha (35,22%), EUA (24,36%), Itália (17,57%), Japão (13,7%) e Bélgica (9,15%) (FAO, 2002).

### **2.1.3 Desregulamentação do Mercado Cafeeiro**

Dado importância econômica global do café, seu mercado era regulado no exterior pela Organização Internacional do Café (OIC), fundada pelas Nações Unidas em 1962, através de Acordos Internacionais do Café (AIC), e no Brasil pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC). Buscava-se estabilizar o mercado equilibrando oferta e procura entre países produtores e consumidores, e diminuir flutuações e quedas drásticas de preços, através de quotas de exportação/importação. Contudo, devido a interesses diversos de países produtores e países consumidores, do surgimento de países produtores com até metade do preço da OIC, e da maior influência das exigências do consumidor nos mercados, extinguiu-se essa regulação com a suspensão do AIC em Julho/1989 e extinção do IBC em Março/1990.

O IBC, criado em 1952, centralizava a política de controle de produção, industrialização, comercialização, exportação e pesquisa do café no Brasil (BACHA, 1998). Com a extinção, privatizou-se parte de suas atividades, principalmente as ligadas às políticas de comercialização e exportação, e praticamente paralisaram-se as atividades voltadas ao cafeicultor (BRASIL, 2003).

A desregulamentação empresariou e tornou a cafeicultura de maior escala, mais racional, mais produtiva e de qualidade, característica esta exigida crescentemente no café bebida e que se tornou essencial à conquista e manutenção de mercados (CAIXETA, 1998a e 1998b). No entanto, essa desregulamentação também desestabilizou a atividade ao possibilitar expansão exagerada de cafezais pelo mundo. Este novo cenário acirrou a concorrência internacional, a qual incitou novas exigências do consumidor por produtos diferenciados, inclusive o mercado de cafés especiais, principalmente o café "gourmet" nos EUA (CAIXETA e TEIXEIRA, 1999). O cafeicultor, então, tornou-se mais dependente do resto da cadeia produtiva cafeeira, principalmente do consumidor, e precisou ater-se à lavoura e terceirizar outras atividades (RUFINO, 1999); para manter-se no negócio precisou priorizar seu produto agregando valor e aumentando sua qualidade.

Quanto à concorrência internacional, alguns países, como a Colômbia, investiram na obtenção e divulgação de cafés de qualidade e destacaram-se no mercado. Já o Brasil, onde se fez pouco, perdeu grande participação no mercado internacional. Sem apoio, muitos cafeicultores brasileiros erradicaram a cultura ou abandonaram a atividade; outros adaptaram-se à nova realidade, principalmente nas regiões mais favoráveis, reduzindo custos, acompanhando o avanço tecnológico, aumentando a produtividade, agregando valor e/ou melhorando a qualidade do produto final (CAIXETA, 1998b).

Visando derrubar concorrência, a partir de 1930, quando qualidade não interessava muito, o Brasil provocou o "dumping", isto é, o derrame de preços baixos. Contudo, só Venezuela e Brasil foram prejudicados. A Venezuela sofreu porque a quase paridade do seu câmbio com o dólar desestimulou a colheita "em los montes"; o Brasil, pois seu café insulado e de baixa qualidade só era vendido para completar o consumo, e quando se esgotavam cafés melhores de outros países. Dado aumento de estoques e queda de preços contínuos, o Brasil queimou 80 milhões de sacas de café para tentar restabelecer o mercado (CAMARGO e TELLES JÚNIOR, 1953b).

#### **2.1.4 Cafeicultura de Montanha**

##### **Caracterização e Problemas da Cafeicultura de Montanha**

Em cafezais de montanha, reflexos negativos da desregulamentação do mercado cafeeiro, de crises periódicas e do cultivo inadequado da lavoura são intensificados, pois praticamente todas as etapas da atividade do plantio à colheita, e a sistematização das mesmas, são dificultadas. Ademais, supõe-se que diferenças edafoclimáticas típicas de regiões montanhosas, e suas consequências sobre microclimas, causem maior variabilidade que em cafezais em relevo mais suave.

Em regiões montanhosas, a maioria das propriedades são pequenas e médias e, em relação a regiões de relevo mais suave, tem limitações mais sérias ao uso de técnicas de otimização agrícola como uniformização do estande e mecanização dos tratos culturais, manejo e colheita, principalmente devido às graves restrições à mecanização e conseqüente maior dependência de mão-de-obra. Na maioria dos cafezais de montanha, a colheita é manual e os catadores são contratados temporariamente e pagos por medida de 60 L colhida. Essa remuneração "por produção" potencializa comprometimento da qualidade final do café, pois nem sempre se colhe conforme recomendações.

O relevo acidentado, e conseqüentes implicações sobre o microclima local, as características edafoclimáticas e demais fatores produtivos locais podem limitar o potencial produtivo, dificultar o gerenciamento adequado da lavoura e causar desuniformidade no estande, nas demandas hídrico-nutricionais, no manejo e tratos culturais entre talhões, em um talhão e até entre plantas vizinhas. Geralmente, isto é desconhecido pelo produtor e potencializa variações diversas na lavoura, inclusive na maturação de frutos, produtividade e qualidade (CORTEZ, 1997).

Floração irregular e bianualidade do cafeeiro influem na maturação de frutos e produtividade, pois fruto verde tem menos matéria seca e uma planta que esgotou reservas com alta produção pode produzir menos, ou nada, na safra seguinte até se restabelecer fisiologicamente, principalmente em plantios insolados (MATIELLO, 1986). Ademais, a queda de preço, devida a altas produções, pode inviabilizar investimento na lavoura para a safra seguinte.

A bianualidade deve-se ao ciclo fenológico do cafeeiro durar dois anos, e não um como na maioria das plantas. No primeiro ano fenológico, formam-se ramos vegetativos nos meses de dias longos. O choque hídrico, dado chuva, irrigação ou alta umidade relativa do ar, é o principal fator indutor de florada. No segundo ano, após a florada, os frutos formam-se e amadurecem. Há senescência e morte dos ramos plagiotrópicos terminais, e a auto-poda. No ano civil seguinte brotam novos ramos que permitem nova produção, defasada no ano seguinte (CAMARGO e CAMARGO, 2001).

Havendo maturação irregular, indica-se iniciar a colheita com até 5% de frutos verdes para reduzir o comprometimento da produtividade e qualidade. Quando essa irregularidade é grande, assumidos maiores prejuízos à qualidade, toleram-se até 20% de frutos verdes (BÁRTHOLO et al., 1989; VILELA, 1997). Como na colheita a maturação do café é desuniforme, um menor percentual de frutos verdes resulta mais café em coco e mais matéria seca de produto por unidade de volume, que é a massa específica (GUARÇONI et al., 1998). Os frutos verdes, ardidos e pretos prejudicam a qualidade da bebida, a qual determina o preço do produto (MATIELLO et al., 1991).

Dentre os fatores econômicos, climáticos e relativos à lavoura que influem na produtividade, citam-se: baixo preço do café, alto custo de insumos e mão-de-obra, temperatura, precipitação, veranicos, plantio a pleno sol, relevo, fertilidade do solo, espécie e cultivar, espaçamento e manejo da lavoura (MATIELLO, 1986).

A qualidade depende das condições de implantação e desenvolvimento da lavoura, das técnicas de pós-colheita adotadas, e, dentre outros motivos, da interação entre fatores que garantam sabor e aroma desejáveis nos melhores cafés (Feria-Morales, 1990, citado por CARVALHO et al., 1997). Embora possa dar mais lucro ao produtor, a melhor qualidade do café deve custar o mínimo pois exige racionalização da produção, depende do clima local, do manejo da lavoura e do preparo do café, e nem sempre compensa o diferencial de preço. O clima é a variável geográfica mais influente no manejo do cafezal e na maioria das características do grão.

No Brasil, favorecem a qualidade temperatura baixa, época chuvosa bem definida e época seca coincidente com a colheita. Tais fatores são encontrados nos cerrados em MG, GO, BA e SP e em regiões montanhosas (MELLO, 2001). Em MG, as regiões Cerrados, Montanhas de Minas (Zona da Mata), Jequitinhonha e Sul de Minas são delimitadas para aquisição do Selo de Pureza ABIC, criado

em 1989 pela Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) para comprovar a pureza das marcas de café (MEZZOMO e RIBEIRO, 1999). A Zona da Mata tem a vantagem da grande variação de altitude (400 - 1.100 m) permitir várias qualidades, além do sabor da bebida do café Arábica ser superior, desde que colhido em maiores altitudes, seco e processado corretamente (CAFÉS DO BRASIL, 2001). Cafés desta região, antes rotulados como "Rio Zona" (baixa qualidade), hoje são aceitos na Itália (MELLO, 2001). No tradicional Sul de Minas, onde cerca de 60% dos produtores são pequenos e médios, explora-se o nicho de mercado do café orgânico e busca-se aumentar a mecanização e o uso de equipamentos simples e de baixo custo (MEZZOMO e RIBEIRO, 1999). Visando conhecer melhor a influência de alguns fatores na produtividade e qualidade do café tem-se feito muitos trabalhos.

Por exemplo, no Município de Lavras (MG, Brasil), avaliou-se o efeito de parcelamentos de adubação e de épocas de irrigação e fertirrigação na produtividade de café e classificação por peneira dos grãos em LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO cultivado com *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho, linhagem IAC H2077-2-5-44 com 14 anos de idade, espaçamento de 3,5 x 0,8 m e altitude de 910 m, na safra 1999/0. Usaram-se o sistema de irrigação por gotejo, com tubogotejadores modelo Queen Gil, emissores espaçados a cada 10 cm e vazão nominal de 4 L/h.m à pressão de 7 mca; e bomba hidráulica injetora DOSMATIC de fertilizante à vazão de 60 L/h. Não houve efeito do parcelamento da adubação, manual e por fertirrigação. Mesmo dispensável na região, a irrigação no período de repouso fisiológico do cafeeiro (época seca) favoreceu a produtividade, de até 6.306 kg/ha, mas de grãos menores (SILVA et al., 2002a).

### Alternativas para a Cafeicultura de Montanha

Visando reduzir custos e melhorar a qualidade do produto final, muitos produtores buscam alternativas no manejo do cafezal. Contudo, na agricultura é comum atentar-se apenas à pesquisa de cultivares e linhagens mais produtivas e resistentes a doenças como a ferrugem, a práticas relativas ao cultivo (tratos culturais, manejo de solo, adubação, irrigação, etc.), à colheita e ao processamento pós-colheita. É bom valorizar técnicas já conhecidas, mas talvez também se deva atentar mais à lavoura.

Problemas devidos à variabilidade podem ocorrer irregular e simultaneamente na lavoura, e na maioria são tratados na mesma intensidade, pela média, desconsiderando-se variações locais. Daí, comumente há carências e/ou excessos e não se obtém resultados desejados. Parte disto se deve a carências da cultura e a deficiências do solo, o qual é uma matriz com várias propriedades físicas, químicas e biológicas, e, portanto, sujeita a variações e/ou deficiências diversas. Assim, pode haver disponibilização de água e nutrientes insuficiente às demandas da cultura.

Um modo de atenuar variações seria particularizar práticas já conhecidas pelo menos em áreas críticas. Usar corretivos e fertilizantes adequadamente é forma de tornar a agricultura racional e

rentável, e reduzir o impacto ambiental (RAIJ, 1991). Para tanto, devem-se considerar peculiaridades dos solos, identificar problemas e carências corretos e direcionar o manejo do melhor modo possível.

Um modo de identificar problemas e carências locais é inovar com técnicas viáveis operacionalmente para melhor caracterizar a lavoura e explicar a influência de fatores na variação, por exemplo, de produtividade e qualidade. Pode ser útil estudar o efeito de variações espaço-temporais no desenvolvimento, produtividade e longevidade da lavoura, e na qualidade do café. Aqui, a posição geográfica tem papel importante pois pode ser dos fatores dominantes nas variações. Conhecendo melhor a lavoura, o produtor pode reduzir despesas e impacto ambiental, saber onde produz café de melhor qualidade e até aumentar sua receita. Ademais, o estudo de variáveis influentes na qualidade do produto final atende à tendência internacional de certificação e rastreabilidade ("*traceability*"), que releva quaisquer informações, da lavoura ao comércio, sobre o produto e agrega valor.

Enfim, essa panorâmica sobre a cafeicultura mostrou ser útil desenvolverem-se técnicas para auxiliar o cafeicultor a poupar recursos, ou pelo menos aplicá-los mais racionalmente onde haja maior potencial de retorno. Tais técnicas também o ajudariam a manter-se na atividade e a conhecer melhor a lavoura e a qualidade do café. Para tanto, sugerem-se aplicar e/ou desenvolver técnicas de Agricultura de Precisão e implantar sistema de informações permanente para o estudo minucioso da lavoura visando investigar e monitorar sua variabilidade espaço-temporal. Assim, neste trabalho testou-se a hipótese de mapear produtividade, maturação e qualidade de café de montanha a custo relativamente baixo e com equipamento portátil.

Considerando a liderança natural do Brasil no mercado cafeeiro, a necessidade de caracterizar melhor a lavoura e a suposta maior variabilidade em região de montanha que região de relevo mais suave justificam investigação mais criteriosa de variações na lavoura. Priorizaram-se áreas de montanha pois representam grande parte das propriedades cafeeiras e grande geração de empregos, e precisam compensar limitações naturais de relevo e edafoclimáticas para se manterem produtivas e rentáveis. Esse estudo pode basear estratégias para reduzir custos de produção, e ser facilitado com localização e exibição de problemas da lavoura na forma de mapa.

## **2.2 Mapeamento e Representação do Espaço Geográfico**

O conceito de Desenvolvimento Sustentado diz que antes de ocupar territórios deve-se analisar seus impactos ambientais a curto, médio e longo prazos via Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Nesse contexto, áreas onde as novas tecnologias têm grande potencial de aplicação são: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais (MEDEIROS e CÂMARA, 2002).

*"Mapa é a representação no plano, normalmente em escala geográfica (1:500.000 e menores), dos aspectos naturais e culturais de uma área da superfície terrestre, delimitada por elementos físicos (mapa de bacias, por exemplo), por elementos político-administrativos (por exemplo: mapa político do Brasil, mapas estaduais e municipais, dentre outros) destinado aos mais variados usos" (IBGE, 2002).*

De modo geral, mapas simplificam a realidade espacial com convenções gráfico-simbólicas e várias escalas. Eles podem basear estratégias de planejamento e registrar informações sobre temas diversos como divisão política de nações, distribuição global das populações, terras agricultáveis, etc.

No Brasil, são escassos mapas que atendam às diversas demandas agrosocioeconômicas, principalmente em escalas maiores. Portanto, e muito em função de sua extensão continental, é difícil planejar estratégias de desenvolvimento adequadas às várias regiões e suas peculiaridades. Em mapeamentos diversos de grande escala, um dos sistemas de coordenadas mais usados é o Sistema de Projeção UTM.

### **2.3 Importância do Delineamento de Amostragem**

Define-se amostra como *"subconjunto de uma população por meio do qual se estabelecem ou estimam as propriedades e características dessa população"* (AMOSTRA, 1999) e amostragem o *"ato ou processo de seleção e escolha dos elementos de uma população para constituir uma amostra"* (AMOSTRAGEM, 1999).

Definiu-se amostragem o *"processo ou método de conceber um número finito de indivíduos ou casos de uma população ou universo, para produzir um grupo representativo. É usado em circunstâncias em que é difícil obter informações de todos os membros da população, como, por exemplo, análises biológicas, controle de qualidade industrial e levantamento de dados sociais"* (MEIO AMBIENTE..., 2002).

Apesar desses conceitos, na primeira metade do século XX pouco se importava com métodos de amostragem e inferência estatística, independentemente da homogeneidade do material estudado (COCHRAN, 1965). A chance de fracasso era grande e, às vezes, a única solução era contar todos os indivíduos; hoje sabe-se que nem sempre isso é preciso, principalmente em populações homogêneas. Daí, a frequente variação da uniformidade de muitos materiais, mais notável em trabalhos extensivos de campo, incitou o desenvolver de técnicas de amostragem que considerassem tal variabilidade e visassem amostras mais confiáveis.

A partir dos anos 50, técnicas de amostragem passaram a ser muito usadas face a desvantagens dos censos. Dentre estas citam-se: alto custo logístico-operacional; lentidão de obtenção e síntese dos dados; capacitação pessoal, supervisão, amplitude e flexibilidade de informações deficientes; e possibilidade de exeqüibilidade e exatidão menores (COCHRAN, 1965).

Um modo de elevar a confiança das amostras é aumentar seu número, já dito nem sempre eficiente; outro é usar melhores instrumentos. Contudo, é mais indicado planejar a amostragem, onde se consideram as questões anteriores, opta-se pelo Método ou Plano de Amostragem mais adequado e estima-se o tamanho da amostra para evitar sobre ou subamostragem e comprometimento do estudo. Para tanto, além de atentar para prazos, custos e operacionalidade, ajuda saberem-se o grau de certeza ou precisão desejado e a variação aproximada da população, a qual pode ser obtida em pré-amostragem casual, por exemplo (COCHRAN, 1965).

Na amostragem de variáveis contínuas, como altitude, o plano de Amostragem Sistemática permite representar variações de relevo montanhoso local e gradientes adequadamente. Uma grade regular dá maior flexibilidade para variar a densidade de amostragem e interpolações, identificar tendências e aplicar análises geoestatísticas (NOGUEIRA, 2002).

Na Amostragem Sistemática Estratificada Constante de ordem  $k$ , uma população com  $N$  elementos é estratificada em  $N'$  ( $< N$ ) extratos, espaçados de  $k$  unidades. As amostras sucedem-se na mesma posição relativa em cada extrato. Às vezes, essa distribuição mais uniforme permite maior precisão que a obtida pela Amostragem Casual Estratificada, a qual também estratifica a população, mas casualiza a posição da amostra em  $N'$ . Para  $N$  não múltiplo perfeito de  $k$ , pode-se variar o tamanho da amostra e causar leve perturbação do método, a qual é considerada desprezível para  $N > 50$ , ou mesmo menor (COCHRAN, 1965).

#### **2.4 Agricultura de Precisão**

Pode-se conceituar Agricultura de Precisão (AP) como "revolução agrícola que permite otimizar uso de insumos e reduzir custos em benefício do meio ambiente e da produção agrícola (STAFFORD, 1997), ou "sistema de gerenciamento agrícola emergente de alta tecnologia" (COWAN, 2000b).

Dentre as definições, "Agricultura de Precisão ou Gerenciamento a Sítio-Específico (SSM) é sistema de gerenciamento onde produção agrícola e insumos como sementes, fertilizantes e agrotóxicos são variavelmente aplicados no campo" (SUDDUTH, 1999), ou "conjunto de técnicas que permite gerenciamento e aplicação de insumos agrícolas localizados em culturas, e redução do custo do produto final" (BALASTREIRE, 1998).

Uma definição mais específica diz que AP é "tecnologia em contínuo desenvolvimento que visa otimização financeira de áreas agrícolas. Integrando computação, eletrônica e mecanização, ela modifica técnicas existentes e incorpora aperfeiçoamentos. Possibilita monitorar localmente a agricultura em função do maior controle de variáveis agrícolas produtivas, do manejo diferenciado e sustentado, e da redução do impacto ambiental" (QUEIROZ et al., 2000).



Uma definição mais ampla cita a AP como "conjunto de técnicas agrícolas emergentes baseadas na atribuição computadorizada de coordenadas geográficas à variabilidade de culturas, visando aumentar a eficiência do sistema. Seus quatro componentes principais são: receptor de Sistema de Posicionamento Global (GPS), monitor de produtividade, mapa digital de solo e tecnologias de aplicação de taxa variáveis (VRT); sendo todos estes dados integrados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG)" (COWAN, 2000a).

De modo geral, a AP é uma filosofia de gerenciamento agrícola localizado de alta tecnologia que visa racionalizar e otimizar a agricultura, e reduzir o impacto ambiental. Em constante evolução, ela baseia-se na obtenção de informações sobre a lavoura e variáveis agrícolas produtivas em uso de densidades de amostragem consideravelmente maiores às convencionais, e em ferramentas computacionais de posicionamento, registro, armazenamento, processamento e disponibilização de dados relativos à lavoura.

#### **2.4.1 Primeiros Trabalhos de Agricultura de Precisão**

O conceito básico da AP, de localizar gerenciamento e condução da lavoura tanto quanto possível e/ou viável, não é novo, mas conhecido há séculos e relatado até em escritos bíblicos (BÍBLIA, 1977). Ele é praticado em pequena escala quando o pequeno agricultor, com seus meios, aduba e/ou irriga seu pomar em posição e quantidade adequados, só retira plantas indesejáveis das leiras da sua horta, ou só remove e queima folhas doentes de plantas para reduzir incidência de patógenos. Tais meios podem ser os passados de pai para filho ao longo das gerações, ou os mais recentemente desenvolvidos e aprimorados pela técnica agrônômica. Já o que poderia chamar-se "conceito moderno da AP", corresponde à inovação de técnicas para melhor caracterizar a lavoura e a influência de fatores produtivos a médio e/ou longo prazos, com forte apelo tecnológico e destaque para a informação georreferenciada. Contudo, dada a crescente demanda alimentar global, o tratamento manual da lavoura, pelo menos das grandes lavouras, não é suficiente para prover a produção requerida. Cada vez mais é preciso otimizar os processos e aprimorar técnicas, inclusive as preconizadas pela AP.

Trabalha-se em AP desde o início do século XX, quando já se falava em automação, sensoriamento e posicionamento precisos na agricultura. Quanto à automação, novos materiais permitiram construir máquinas melhores e adaptadas a diversas condições de trabalho. Semelhantemente, o rápido progresso computacional já permite capturar, armazenar e processar grande quantidade de informação sobre o meio ambiente. Isto vislumbra efetivar o Sensoriamento Remoto, o posicionamento via sistemas de rádio navegação praticamente em tempo real e a AP propriamente dita, uma versão tecnológica do conceito histórico citado.

A prática da AP remonta aos anos 80, quando em 1988, nos EUA, fez-se a primeira adubação em tempo real. Fez-se grade amostral em fotografia aérea de área agrícola e elaborou-se mapa de aplicação (STAFFORD, 2000).

#### **2.4.2 Desenvolvimento da Agricultura de Precisão**

A AP ganhou vulto a partir de 1980, com o aprimoramento de ferramentas nas áreas de telecomunicações; Sensoriamento Remoto; Sistemas de Informações Geográficas (SIG's); Sistema de Posicionamento Global (GPS); sistemas de aquisição, armazenamento e processamento computacional de dados; sensores e atuadores. Como tais ferramentas ainda têm limitações, aprimoramentos tornam a AP cada vez mais exequível tecnologicamente. Dado grande quantidade de informação geralmente obtida, busca-se facilitar e otimizar o processo de vários modos: oferecendo análises de dados *on-line* (VENDRÚSCULO e VIEIRA, 2002); desenvolvendo algoritmos para processar imagens digitais (SENA, 2002; SENA et al., 2002), protocolos de comunicação entre equipamentos agrícolas (GUIMARÃES et al., 2002a; SILVA et al., 2002b) e sistemas de informação agrícola (STROHMAN et al., 1998); ou aplicando métodos de seleção de informações relevantes como *Data Mining* (Mineração de Dados) (AL-JANOBI et al., 1998), Algoritmos Genéticos (GUIMARÃES et al., 2002b) e Análise de Componentes Principais (DAAMEN et al., 2002).

Embora já seja possível obter muitas informações sobre a lavoura em altas densidades, o problema agrônomo ainda exige integração delas (IRMAK et al., 2000) na forma de mapa de aplicação, e aprimoramento e redução do tempo de resposta de sistemas de aplicação de insumos a taxas variáveis, em tempo real ou não (CERRI e BALASTREIRE, 2002; NERY et al., 2002; ESQUERDO e BALASTREIRE, 2002; VILIOTTI, 2002; VILIOTTI et al., 2002; MARASCHIN et al., 2002; SCARAMUZZA et al., 2002; FIGUEIREDO et al., 2002).

Hoje, apoiada pela indústria de máquinas agrícolas, a AP continua evoluindo nos grandes centros de pesquisa em Engenharias Agrônoma e Agrícola do mundo, pois tem potencial para auxiliar e monitorar implantação e condução de culturas, mecanização, aplicação localizada de insumos e economia de recursos. No Brasil, a AP ainda está em fase experimental e sugere-se priorizar estudos básicos da variabilidade espaço-temporal de fatores produtivos antes de desenvolver máquinas, sensores e sistemas de apoio à decisão agrícola (MANTOVANI, 2000).

Nos últimos dez anos aumentou o interesse por técnicas de manejo local das culturas agrícolas, dado o potencial de aumento dos lucros, maior eficiência no uso de insumos agrícolas e aumento da produtividade. Embora a AP ainda não tenha viabilidade econômica comprovada, sabe-se que a pesquisa agrônoma interdisciplinar é fundamental no processo e que culturas de maior valor comercial por unidade de área têm maior potencial de retorno com o manejo local (STAFFORD, 2000). A exemplo da busca dessa viabilidade, vários trabalhos têm sido feitos no mundo, inclusive no Brasil.

### 2.4.3 Trabalhos Recentes Sobre Agricultura de Precisão

Em regiões de relevo suave já se mapearam condutividade elétrica (MOLIN e MENEGATTI, 2002) e fertilidade do solo (COUTO et al., 2002; JOHANN et al., 2002a; ADAMCHUK et al., 1998), plantas indesejáveis (ANTUNIASSI e SALVADOR, 2002; BAIO et al., 2002; BAIO e BALASTREIRE, 2002 e 2003; SALVADOR e ANTUNIASSI, 2002; VILIOTTI et al., 2002) e produtividade de culturas (CREMONINI e MOLIN, 2002; DAAMEN et al., 2002; DIKER et al., 1998; FREITAS, 2002; KORMANN et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002; YANG et al., 1998).

No Município de Cascavel (PR, Brasil), visando manejo localizado, estudou-se variabilidade espacial de produtividade de soja e de propriedades do solo em área de 1,33 ha de LATOSSOLO ROXO Distrófico. Na safra 1998/9, georreferenciou-se a área e, via plano de amostragem sistemática estratificada desalinhada, amostraram-se a produtividade e o solo. Identificaram-se as variáveis mais significativas para explicar a produtividade via Análise de Componentes Principais (ACP) no software Minitab 12 (*Minitab, Inc.*) e modelou-se a correlação das variáveis com a produtividade. Analisou-se a continuidade espacial das variáveis e estimaram-se modelos de semivariograma no software Variowin 2.2. No software Idrisi 32 (*Clark Labs*), analisou-se a correlação entre os mapas de produtividade interpolada real (dados de campo) e estimada gerados no software Surfer 6.0 (*Golden Software, Inc.*). Houve poucas diferenças entre as produtividades medidas e estimadas por ACP (JOHANN et al., 2002b).

Nos Municípios de Campos Novos Paulista (SP) e Tibagi (PR), Brasil, buscou-se definir unidades de manejo baseado em mapas de produtividade em cada um desses Municípios. Na primeira lavoura cultivaram-se soja e milho entre 1998 e 2000. Usou-se colhedora modelo TC 57 (*New Holland*) com monitor de produtividade modelo RDS Ceres 2 (*RDS Technology Ltd.*) acoplado, composto de sensores de fluxo volumétrico de luz infravermelha, umidade por capacitância, velocidade de impulso magnético, e inclinação transversal da colhedora; de monitor de vídeo; sistema de aquisição de dados e regulador de larguras de corte. Usou-se também a nova versão do monitor, modelo RDS Pro-Series 8000 (*RDS Technology Ltd.*). Na segunda lavoura cultivaram-se soja e trigo entre 1999 e 2000, e usaram-se os mesmos equipamentos. Calibraram-se as máquinas e no SIG SSToolBox v. 3.2.0b (*Site-Specific Technology Development Group, Inc.*) mapearam-se as produtividades normalizadas em torno da média. Houve semelhanças entre manchas de produtividade ao longo das safras (MOLIN, 2002).

No Município de Piracicaba (SP, Brasil), adaptou-se pulverizador convencional para aplicação local na estratégia "liga-desliga", sem variar a dose do produto, via mapa de prescrição. Usou-se pulverizador modelo PJ-401 (*Jacto, Inc.*), com tanque de 400 L e barra de 9,5 m de comprimento dividida em duas seções, e trator equipado com DGPS Ashtec® com correção diferencial em tempo real via rádio. Em canavial de 4,1 ha, mapeou-se o contorno de reboleiras de plantas indesejadas e fez-

se mapa de prescrição no SIG SSToolBox v. 3.2.0b (*Site-Specific Technology Development Group, Inc.*). Desenvolveram-se interface de acionamento optoeletrônico para válvulas solenóides e programa no software Borland C++ Builder® para controlar o acionamento conforme a prescrição. Calibrou-se a vazão do pulverizador para 200 L/ha e comparou-se o mapa de prescrição com o de aplicação. A adaptação e o sistema de controle desenvolvido permitiram controlar as infestações e economizar herbicida em relação à aplicação em área total (BALASTREIRE e ESQUERDO, 2003).

No Município de Campos Novos Paulista (SP, Brasil), avaliaram-se eficiência e economia de herbicida com equipamento de aplicação localizada em milharal de 9,8 ha, plantado no sistema de plantio direto e já colhido. Mapearam-se reboleiras de plantas indesejáveis e fez-se mapa de prescrição com o software Farm Site Mate (*FarmWorks Software*) e o SIG SSToolBox v. 3.2.0b (*Site-Specific Technology Development Group, Inc.*). Dosou-se o herbicida conforme variação espacial e estágio de desenvolvimento das plantas. Usou-se protótipo de pulverizador automotriz baseado no modelo Uniport 2000 (*Jacto, Inc.*), com barra de pulverização de 21 m de comprimento, sistema controlador de injeção direta TASC 6600 (MidTech) e DGPS modelo AgGPS 132 (*Trimble Navigation Limited*) acoplado, com correção diferencial em tempo real fornecida via satélite pela empresa Racal®. Considerou-se o tempo de resposta do equipamento e fez-se mapa de aplicação, o qual foi coerente com o de prescrição. A aplicação controlou as plantas eficientemente e economizou 31,6% de produto em relação à aplicação em área total (BAIO e BALASTREIRE, 2002 e 2003).

Nos mesmos Município e propriedade, e com mesmos equipamentos, desenvolveu-se método para determinar tempo de resposta de pulverização em campo de 8,8 ha cultivado com milheto (*Pennisetum americaem um* (L.) Leeke), no estágio de desenvolvimento de 8 - 10 folhas. Fez-se mapa de prescrição e aplicaram-se os herbicidas Diuron + Paraquat à velocidade de 2,78 m/s e com tempo de resposta teórico de 25 s. Após mapeamento das plantas mortas pelo herbicida, e comparação do mapa de prescrição com o de aplicação via sobreposição, calculou-se um tempo de resposta do sistema de injeção direta de 28 s para atingir 95% da extensão da barra (BALASTREIRE e BAIO, 2003).

No Município de Piracicaba (SP, Brasil), avaliou-se desempenho de adubadora a lança em aplicação de doses variadas de uréia quanto à qualidade de distribuição conforme alteração da dose, e ao tempo de resposta às alterações. Usou-se adubadora modelo ZA-M Max 1500 (Amazona®), com dosador gravimétrico de abertura variável com dois discos horizontais e dispositivo agitador, acoplada a trator modelo 5320 (Massey Ferguson®), com DGPS com correção diferencial em tempo real via satélite modelo LandStar MK 4 - G12 L (Racal®). O Sistema Field Star® (AGCO) controlou a vazão do produto conforme largura nominal de trabalho. Conforme tal largura, a dose afetou o coeficiente de variação da distribuição e o tempo de resposta variou entre 3,2 - 6 s (MOLIN e MENEGATTI, 2003).

No Município de Piracicaba (SP, Brasil), em área de 0,6 ha no Campus da Esalq/USP, projetou-se e construiu-se sistema de aplicação localizada de calcário a taxa variável. Usou-se DGPS modelo AgNavigator (Ashtech®), com correção diferencial em tempo real, acoplado a trator e distribuidora de calcário do tipo arrasto modelo DCA 5500 RD (*Marchesan Implementos e Máquinas Agrícolas Tatu S/A*), cuja velocidade foi medida por radar. Um motor de passo recebia sinais de uma interface de potência controlada por PC e regulava um dosador de distribuição via sensores adaptados. Desenvolveu-se programa na linguagem de programação C++ para controlar o sistema. Fez-se mapa de prescrição com o SIG SSToolBox v. 3.2.0b (*Site-Specific Technology Development Group, Inc.*) e aplicaram-se diferentes doses de calcário sobre lonas plásticas de 4 x 10 m. O erro máximo entre quantidades prescritas e aplicadas foi de 3% (CERRI e BALASTREIRE, 2003).

Em relação ao milho, soja e outras culturas, o café tem a vantagem de contribuir mais para a viabilidade da AP, dados seu alto valor comercial e a influência de sua qualidade no seu preço, que, se diferenciada, permite agregar valor.

Como o conceito da AP sugere altas densidades de amostragem em campo, geralmente sistemas de mapeamento geram grande quantidade de informação, a qual, preferencialmente, deve ser georreferenciada. Apesar de limitações quanto à exatidão posicional, o GPS facilita tal tarefa frente a outros métodos planialtimétricos tradicionais.

#### **2.4.4 Mapeamento de Atributos da Lavoura**

Geralmente, o mapeamento da lavoura é a primeira etapa na execução de AP. A idéia original do mapa era permitir investigação mais precisa da variação espacial na lavoura e posterior manejo localizado via aplicação de insumos a taxa variável, em tempo real ou não; aplicar-se-ia apenas onde e o quanto necessário. Assim, o agricultor localizaria o manejo quase que pontualmente e não mais trataria a lavoura pela média. Mas, além desta utilidade imediata, o mapeamento continuado de várias safras, sucessivas ou não, potencializa também conhecer melhor a variação temporal na lavoura e investigações detalhadas sobre planejamento, uso e ocupação dos solos.

Por exemplo, um mapa de produtividade exhibe apenas a distribuição espacial da quantidade produzida por área de lavoura e nada diz sobre causas de possíveis variações. Mas, estatísticas sobre dados de produtividade, como desvios e variância, podem sugerir indiretamente níveis de carências e de compactação do solo, incidência de pragas e doenças, desuniformidade das plantas, deficiência de manejo, etc. (PIERCE et al., 1999).

O mapa é gerado eletronicamente via algoritmos de interpolação em função da geoposição do valor da variável de interesse como altitude, fertilidade do solo, infestação por plantas daninhas,

produtividade, umidade do solo, etc. (BERGEIJK et al., 2001; LAMB e BROWN, 2001; HEMMING e RATH, 2001), obtido em amostragem prévia ou em tempo real por sensores.

O aspecto do mapa varia com o método interpolativo, tamanho e regularidade das células da malha interpolada, e intervalo de contorno (equidistância entre classes de valores). Não há padrão para se mapear lavouras e a escolha de parâmetros de mapeamento depende do conhecimento e experiência do profissional. Contudo, pode-se melhorar o resultado aproximando-se os dados do mapa aos da amostragem original e testando-se vários modos de exibição (PIERCE et al., 1999).

### Interpolação Espacial de Dados

Interpolar é estimar o valor de uma variável  $z$  em um ponto não amostrado baseado em valores de pontos amostrados (LANDIM, 2002). Caso haja número suficiente de valores de  $z$ , pode-se interpolar para quaisquer posições da área abrangida pelos dados e gerar uma superfície contínua com pontos espacialmente dependentes (CHOU, 1997).

Dados irregularmente espaçados são impróprios para apresentações e análises gráficas. Daí, é comum convertê-los em grade regular (*grid*), onde os nós correspondem às interseções entre linhas verticais e horizontais, ou em Rede Triangular Irregular (*Triangulated Irregular Network - TIN*), onde se conectam os dados originais formando faces triangulares (CHOU, 1997).

Para gerar uma grade regular, pode-se definir o número de dados usados na predição de valor de duas formas: estimativa local e estimativa global. Na estimativa local, usa-se número definido de dados vizinhos ao ponto de interesse, de modo que a alteração de um valor afeta apenas os valores dos pontos da vizinhança. Na estimativa global, usam-se todos os dados (LANDIM, 2000).

Na estimativa local, quando há muitos dados e limitações operacionais ao processamento, ou a redundância é desnecessária, pode-se limitar, além do número de dados, a localização dos mesmos na vizinhança do ponto de interesse através de métodos de busca local. Dentre estes, citam-se: vizinho mais próximo, quadrante, octante e raio variável (CHOU, 1997):

- Vizinho mais próximo: o mais usado, seleciona os  $n$  dados mais próximos do ponto a estimar, independentemente da distribuição dos mesmos. Quando há variabilidade multidirecional este método pode não ser o mais adequado;
- Quadrante: divide a área em quatro quadrantes a partir do ponto a estimar, e seleciona igual número de dados em cada quadrante. Este método evita seleção concentrada em uma só direção, mas pode preferir pontos mais próximos ao que se quer estimar;
- Octante: semelhante a quadrante, divide a área em oito partes. É mais indicado com dados mais densos, mas pode não obter dados suficientes nas oito direções nas bordas das áreas;

- Raio variável: seleciona dados até certa distância do ponto a estimar em todas as direções. Havendo mais pontos que o necessário internos à circunferência, vizinho mais próximo é usado para selecionar o número correto de dados. Havendo menos dados, o raio é incrementado até atingir o número correto de dados.

Os métodos de interpolação mais comuns são: Vizinho mais Próximo, Vizinho Natural, Triangulação Linear, Triangulação de Delaunay, Polígonos de Voronoi ou Thiessen, Inverso da Potência da Distância (*Inverse Distance to a Power - IDP*) ou Inverso Ponderado da Distância (*Inverse Distance Weighting - IDW*), Mínima Curvatura (*Spline*), Regressão Polinomial, Krigagem (mais de 30 técnicas distintas) e Máxima Entropia Bayesiana (LANDIM, 2002).

Nos métodos de interpolação por Médias Móveis Ponderadas, a estimativa  $\hat{Z}(x)$  é dada pela Equação 1 (BURROUGH, 1986):

$$\hat{Z}(x) = \sum_{i=1}^n Z(x_i) \lambda_i \quad (1)$$

Em que:

- $\hat{Z}(x)$  = Estimativa da variável em um ponto não amostrado;
- $Z(x_i)$  = Valores da variável em pontos amostrados;
- $\lambda_i$  = Pesos calculados para os pontos  $i$ , que varia de 1 a  $n$ .  $\sum \lambda_i = 1$ , sendo  $\lambda_i$  dados por  $\phi[d(x, x_i)]$ , isto é, em função da distância do ponto não amostrado ( $x$ ) ao amostrado ( $x_i$ );
- $n$  = Número de valores considerados, distribuídos regularmente ou não.

Quando os pesos  $\lambda_i$ , dados por  $\phi[d(x, x_i)]$ , são iguais para todos os pontos amostrados estudados,  $\hat{Z}(x)$  é a média aritmética. Contudo, no espaço faz mais sentido atribuir pesos maiores aos valores dos pontos mais próximos do ponto não amostrado que aos mais distantes. Isto pode mudar a estimativa, indicando que a mesma depende diretamente do método de interpolação escolhido (BURROUGH, 1986).

A Krigagem, método geoestatístico baseado na Teoria das Variáveis Regionalizadas, considera a distância entre os pontos amostrados (VIEIRA, 2000) e correlação espacial e/ou direcional entre valores amostrais (ARCVIEW, 1996). Variável Regionalizada é função numérica espacial local que varia geograficamente com a continuidade ou dependência espacial entre valores amostrais, a qual pode ser estimada pelo semivariograma (Matheron, 1963 citado por VIEIRA, 2000). O semivariograma

indica a evolução da variância dos valores de amostragem bidimensional com a distância entre pontos amostrais, isto é, o quanto diferem os valores à medida que se distanciam. A Krigagem é interpolador ótimo pois provê a melhor estimativa linear imparcial (*Best Linear Unbiased Estimate - BLUE*) (BURROUGH, 1986) em qualquer posição, sem tendência e com variância mínima. Ele permite interpolar densas malhas de valores mais seguramente e elaborar mapas com isolinhas de alta exatidão (VIEIRA, 2000). Contudo, tal exatidão depende da seleção de parâmetros que regem o comportamento da covariância entre os dados (CHOU, 1997), a qual é a grandeza estatística que mede uma possível variação simultânea entre duas ou mais variáveis (CAMPOS, 2000). Sendo a Krigagem o método interpolativo linear mais elaborado, complexo e exigente em computação, não é indicado na análise de bases de dados extensas.

O IDW, método mais simples que a Krigagem, é melhor discutido a seguir.

#### *Inverso do Quadrado da Distância*

A forma mais comum para  $\phi(d)$  na Equação 1 é o IDW de potência 2 (Inverso do Quadrado da Distância (IQD) ~ *Inverse Distance Squared (IDS)*), baseado em função local e definido para porções do mapa (BURROUGH, 1986).

De uso comum em vários tipos de mapeamento, o IQD assume que a influência de pontos vizinhos na estimativa do valor da variável em locais não-amostrados diminui com a distância a esses locais, e atribui pesos a cada valor usado na interpolação, cuja soma é 1. Ele estima valores desconhecidos dependendo dos valores vizinhos, sendo  $\hat{Z}(x_j)$  os pontos a interpolar (Equação 2):

$$\hat{Z}(x_j) = \frac{\sum_{i=1}^n Z(x_i) d_{ij}^{-p}}{\sum_{i=1}^n d_{ij}^{-p}} \quad (2)$$

Em que:

- $n$  = Número de pontos a procurar;
- $\hat{Z}(x_j)$  = Pontos a interpolar;
- $Z(x_i)$  = Pontos conhecidos;
- $d$  = Peso (distância de um dado ponto conhecido);
- $p$  = Expoente ajustador, ou de ponderação, do peso.

O expoente  $p$  controla o quão rápido os pesos tendem a zero quando  $\phi(d)$  aumenta, ou, o quanto a contribuição de  $Z(x_i)$  distantes em  $\hat{Z}(x_j)$  diminui com  $p$ , ou, o quanto a influência de  $Z(x_i)$  próximos em  $\hat{Z}(x_j)$  aumenta com  $p$  (WOLLENHAUPT, 1999). Isto é, a influência de pontos próximos



conhecidos no ponto a interpolar aumenta quando  $p$  aumenta. A soma dos pesos dos pontos vizinhos é 1 e pontos mais próximos recebem peso maior. Mas, com interpolação não-suavizada (interpolador exato), os pontos amostrais da malha de amostragem coincidentes com nós da malha de interpolação recebem peso 1 na estimativa local e os demais vizinhos, selecionados pela busca local, peso 0.

Dentre as vantagens do IDW, citam-se: algoritmo de fácil compreensão, bem conhecido e de rápida computação; disponibilidade na maioria dos softwares e fidelidade razoável aos dados. Dentre as desvantagens: valores locais anômalos podem tendenciar estimativas (LANDIM, 2002), acarretando sub ou sobrestimação; e tendência de formar "*bull's-eyes*", que são circunferências aproximadamente concêntricas em torno de pontos de maior valor em relação à vizinhança.

#### *Suavização de Isolinhas de Mapas de Contornos*

A suavização de isolinhas é útil quando não se confia plenamente nos dados ou quer-se aproximar as bordas abruptas dos contornos gerados computacionalmente às dos gerados manualmente, mais suaves e de melhor estética. De modo geral, a suavização adiciona "incerteza" aos dados originais para diminuir a influência destes na predição de um nó (SURFER 6.01, 1995a).

Pode-se fazer suavização via algoritmos que aproximam curvas, as chamadas curvas "*Spline*". Geralmente se aproximam curvas com segmentos dados por 3 funções polinomiais cúbicas, uma para cada dimensão da variável ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Prefere-se o grau 3 pois os menores dificultam controlar a forma da curva e os maiores podem inserir oscilações indesejáveis (NAMIKAWA, 2002). Podem-se suavizar os dados originais desde a interpolação da malha de pontos ou só no traçado das isolinhas.

Alguns métodos interpolativos operam como inexatos ou exatos caso, respectivamente, haja ou não suavização no cálculo dos valores, e conforme a malha de amostragem e parâmetros do método. É bom que métodos que tendam a formar "*bull's-eyes*", como o IDW, aceitem fatores suavizadores para reduzir tal tendência. Essa interpolação "suavizada" não atribui peso 1 nem a valores de pontos coincidentes com nós da malha, os quais são garantidamente alterados. Assim, mesmo em malhas de amostragem espacialmente regulares, a aplicação de *splines* a isolinhas reduz a fidelidade dos valores interpolados aos amostrais. Dado sobrestimação de valores mínimos e subestimação de máximos, e consequente redução da amplitude, reduzem-se as curvaturas das isolinhas no mapa, pequenos efeitos de variabilidade entre valores de pontos vizinhos e a tendência de formar "*bull's-eyes*". Na suavização extrema, todos os valores recebem peso igual e a superfície interpolada torna-se um plano horizontal sobre a média dos valores de todos os pontos (SURFER 6.01, 1995b).

No traçado de isolinhas, controlado pela densidade da malha interpolada, pode-se aplicar fator de suavização a esta malha para simular malha mais densa. Contudo, este tipo de suavização pode causar aproximação excessiva ou cruzamento de isolinhas (SURFER 6.01, 1995c).

## Mapeamento de Produtividade de Culturas Agrícolas

O mapeamento em culturas é útil à racionalização da agricultura, investigação mais precisa da variação espaço-temporal, definição de estratégias de manejo localizado e, em menor escala, ao zoneamento racional da aptidão agrícola das terras aráveis (AVELLAR et al., 2002; MANZIONE et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002). Para facilitar operações quaisquer de campo, planejamento e aplicação futura de técnicas de AP, em culturas perenes pode ser útil registrar o georreferenciamento na lavoura via sistema de codificação conveniente. Portanto, além de geoposicionar a informação, precisam-se organizar e documentar os dados para sistematizar armazenamento, processamento, recuperação, transferência e análise posteriores.

Dentre os mapeamentos, o de produtividade pode ser o início para identificar variação de produtividade na lavoura (QUEIROZ et al., 2000; SHEARER, 1999). Ele pode orientar a investigação de diversos fatores influentes na lavoura, como características pedoedafoclimáticas locais, efeitos do manejo empregado e adaptação da cultura às condições locais, e também auxiliar na tomada de decisão e no desenvolvimento de estratégias de manejo localizado.-

A produtividade é fator essencial na definição dos custos de produção, pois entre certos limites de investimento os custos da lavoura são inversamente proporcionais aos níveis de produtividade, que se maiores reduzem o custo/saca e tornam a cultura rentável (MATIELLO, 1986). Na cafeicultura, investimento abaixo do mínimo necessário, ou acima do ótimo, pode gerar prejuízo, pois muitos custos fixos (capina, arruação, esparramação, administração, taxas, impostos, depreciações, etc.) variam pouco com a produtividade. Do mesmo modo, a qualidade do café e a colheita (mão-de-obra cara) influem no preço de venda do produto, sendo fatores limitantes à viabilidade do negócio. A produtividade é das informações sobre a lavoura de interesse mais imediato. Ela tem caráter conclusivo e pode sintetizar de modo prático o estado da área estudada e o comportamento de fatores produtivos.

Embora adequados a regiões de relevo suave, há sistemas para mapear produtividade de algodão (DURRENCE et al., 1998), amendoim (PERRY et al., 1998), beterraba (DEGEN et al., 1998; DEMMEL et al., 1998), cana-de-açúcar (BENJAMIN, 2000), cereais, citros (BALASTREIRE, 2001; BROWN, 1998; WHITNEY, 1998; MILLER e WHITNEY, 1998; WHITNEY et al., 1998), milho (BAKSHSH et al., 1998; BALASTREIRE et al., 1997; KORMANN et al., 1998), soja (BAKSHSH et al., 1998; BALASTREIRE, 2001; PRIVETTE e HAYES, 1998; YANG et al., 1998), tomate (PETTYGROVE et al., 1999), raízes e tubérculos.

No Município de Limeira (SP, Brasil), mapeou-se produtividade em cerca de 3,3 ha de lavoura de laranja var. 'Natal'. Colheram-se manualmente e acondicionaram-se os frutos em sacolões, distribuídos a cada 6 - 8 plantas, com capacidade máxima de 778 kg. Estes foram carregados por guincho hidráulico sobre carreta e pesados com célula de carga. Georreferenciou-se a planta em frente ao

sacolão com DGPS e desenvolveu-se programa computacional para adquirir e armazenar dados de posição e massa. A produtividade variou entre 0,09 - 5,4 caixas de 31 kg/pé, com maior frequência entre 1,86 - 2,74 (BALASTREIRE et al., 2001b).

Dado grande importância mundial das graníferas, seus sistemas de mapeamento de produtividade (KORMANN et al., 1998) são os mais desenvolvidos. Eles quantificam o produto colhido medindo o fluxo de grãos que adentra à colhedora via sensores de impacto, potenciométricos, radiométricos, gravimétricos ou volumétricos, associados a sensores de umidade. A maioria dos demais sistemas são adaptações destes e, às vezes, tem funcionamento insatisfatório. Adicionalmente à produtividade, a densidade da produção (massa de produto/volume) é considerada indicador da qualidade do produto (Hill, 1990, citado por PIERCE et al., 1999; PIMENTA, 2000).

O mapeamento da produtividade de culturas anuais, em tempo real ou não, requer georreferenciamento durante a colheita e a cada safra, dado grande possibilidade de variação da posição das plantas. Já a laranja e o café, culturas perenes e de estandes inferiores ao de culturas anuais, permitem georreferenciamento único e na entressafra.

#### *Mapeamento de Produtividade de Cafezal*

No Município de Pinhal (SP, Brasil), mapeou-se produtividade em lavoura de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Amarelo com colhedora automotiva da marca Brasoft, equipada com elevador de descarga lateral, DGPS, carreta com sistema automático de pesagem, sistema para armazenar dados e o software SSToolBox (*Site-Specific Technology Development Group, Inc.*) para o mapeamento. Elaborados os mapas, verificou-se grande variabilidade espacial da produtividade, entre 1,43 e 18,41 t/ha em um talhão de 1,2 ha. Concluiu-se que o estudo das causas dessa variabilidade poderia permitir aumento da produtividade nas áreas pouco produtivas (BALASTREIRE et al., 2001a).

No Município de Pedregulho (SP, Brasil), mapeou-se produtividade em 4 ha de lavoura de *Coffea arabica* L. cv. Catuaí, linhagem IAC H2077-2-5-144, com colhedora automotiva Korvan 9200 (*Korvan Industries, Inc.*). Usou-se DGPS, carreta com sistema automático de pesagem com célula de carga, sistema para armazenar dados e o software SSToolBox 3.2.0.b (*Site-Specific Technology Development Group, Inc.*). Nos mapas, verificaram-se variações de produtividade entre 1.284 e 6.326 kg/ha de café fresco (LEAL, 2002).

Nos Municípios de Gália e Pompéia (SP, Brasil), mapeou-se produtividade em duas lavouras de *Coffea arabica* L., uma com a cv. Catuaí e a outra com a cv. Mundo Novo. Usou-se colhedora automotriz modelo K-3 (*Jacto, Inc.*) equipada com DGPS e medidor de fluxo volumétrico, o qual foi calibrado com café. Desenvolveu-se software para adquirir e armazenar dados. Obtiveram-se imagens aéreas na banda do infravermelho e, em malha, fez-se análise completa de fertilidade do solo nas

áreas antes da colheita. Repetir-se-á o trabalho nas safras seguintes e ainda não se correlacionaram imagens, fertilidade e produtividade. Preliminarmente, concluiu-se que a conversão do volume de café fresco em café em coco ou beneficiado é problemática, dado variabilidade espacial do fator de conversão, e que um fator médio pode gerar grandes erros em amostragens de baixa densidade (SARTORI et al., 2002).

Como visto, já se mapeou produtividade de cafezal com colheita mecanizada em regiões de relevo suave, mas em áreas montanhosas não é possível fazê-lo dado restrições de relevo ainda serem um desafio. Nessas regiões, caracterizadas por pequenas e médias propriedades, há demanda por tecnologias específicas e soluções de fácil assimilação e custo relativamente baixo. Apesar da colheita de café mecanizada tender a aumentar no Brasil, na maioria ainda é manual.

#### *Problemas com Mapeamento de Produtividade com Colheita Mecanizada*

Além da mecanização ainda limitar-se a regiões de relevo suave, há outros problemas quanto ao funcionamento das máquinas e a características do produto a ser mapeado.

Sobre problemas com monitores de produtividade acoplados a colhedoras, avaliou-se sensor de produtividade de impacto em laboratório e em campo. Em laboratório, calibração e variações bruscas do fluxo de grãos afetaram a acurácia das medições. Mesmo o sensor respondendo rápido às variações, as leituras foram inconsistentes. Em campo, ao avaliar a capacidade do monitor mostrar variações sabidas de produtividade, viram-se tendências razoáveis de produtividade e maiores exatidões do monitor a menores variações de velocidade da colhedora. Conclui-se que a calibração indicada pelo fabricante do monitor é essencial para se obter acurácia máxima, deve-se colher à velocidade constante, monitores de produtividade têm exatidão suficiente ao manejo localizado, e deve-se atentar às bordas das áreas e variações bruscas de fluxo de produto para evitar inexatidões da colhedora ou do monitor (COLVIN e ARSIAN, 1999). Tais resultados aplicam-se aos problemas citados por SARTORI et al. (2002). Embora a calibração de monitores de produtividade seja essencial, é comum variarem métodos e coeficientes entre fabricantes (PIERCE et al., 1999).

Incapacidade de monitores de fluxo distinguirem impurezas de produto também gera erros. Embora se considere desprezível impureza de até 3% em graníferas, relataram-se impurezas entre 6,6 - 7,8% da massa monitorada de tubérculos dado grande quantidade de pedras e solo recolhido com o produto. Tem-se estimado a impureza total baseado em percentual amostral (PIERCE et al., 1999).

Em mapeamento de produtividade de café com colhedora automotriz, a variação de umidade dos frutos é outro problema (SHEARER, 1999; PIERCE, et al., 1999), que se torna mais sério em cafezal insolado e com monitor de colheita volumétrico. Monitor deste tipo, sem sensor de umidade, requer que se adote umidade média para todos os tipos de fruto. Por exemplo, supondo-se essa umidade de 55%

b. u., as massas dos frutos com umidades inferiores e superiores seriam, respectivamente, subestimadas e sobrestimadas.

Mesmo usando-se monitor com sensor de umidade, a grande variação de umidade entre tipos de fruto na mesma quantidade de massa colhida comprometeria a validade da umidade instantânea determinada, a ser descontada dessa massa. Mesmo aplicando-se uma umidade média em cada estimativa do percentual dos tipos de fruto, possíveis sobreposições das faixas de umidade real dos frutos durante a colheita implicariam erros. Poder-se-iam reduzir tais erros usando sensor de fluxo de massa com placa de impacto e eliminando conversão volumétrica, mais adequada a produtos mais homogêneos (milho, trigo e soja), cuja umidade durante a colheita depende mais de condições climáticas que fisiológicas (PIERCE et al., 1999).

Embora sensores de fluxo de massa sejam mais precisos, podem errar dado grandes amplitudes das taxas de fluxo de massa no elevador. Tais amplitudes podem dever-se a variações de velocidade da colhedora, de produtividade (Ag Leader..., 1997), de umidade e da massa dos frutos. Tais variações podem dificultar a calibração dos sensores de fluxo de massa e de umidade de monitores de colheita, pois essa calibração é feita variando-se o fluxo de massa e/ou a umidade do produto para gerar uma curva de calibração. Caso não se atinja faixas de precisão satisfatórias em 6 - 15 tentativas deve-se reiniciar a calibração (Ag Leader..., 1997; PRATHER e DENTON, 2002; SHEARER, 1999).

Em cafezais mais homogêneos, onde o manejo e demais condições locais reduzem variações de maturação, monitores de colheita volumétricos podem errar menos a estimativa da produtividade beneficiada. Os menores percentuais dos frutos verde e seco, e a predominância de frutos mais úmidos e pesados (verdoengo e cereja), reduzem a amplitude de umidade entre tipos de fruto e diferenças de volume entre frutos verdeoengo, cereja e passa no ponto de colheita.

### 3 Material e Métodos

Este trabalho refere-se à safra 2002/3 e realizou-se na Fazenda Laje, Bairro Novo Silvestre, e no Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, localizados no Município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. Pela Portaria n.º 165/95 de 27/4/1995 do Instituto Mineiro de Agropecuária, essa fazenda situa-se na Região das Montanhas de Minas, delimitada pelos paralelos 40° 50' a 43° 36' de longitude e 18° 35' a 21° 26' de latitude, e com altitude de 400 a 1.100 m (AGRIDATA, 2002). A sede da Fazenda Laje situa-se a cerca de -20° 41' de latitude, -42° 52' de longitude e 716 m de altitude.

A principal atividade econômica da propriedade é a cafeicultura, que ocupa cerca de 40 ha dos 45 totais com *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho, linhagem IAC H2077-2-5-44. O sistema de plantio adotado é o adensando. O relevo local predominante é montanhoso, a altitude média é de 730 m, o solo é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO e o clima tropical é quente e úmido. Alguns talhões são irrigados regularmente, mas a maioria apenas em períodos críticos de alto déficit hídrico, via sistema de irrigação convencional portátil com aspersores do tipo canhão hidráulico.

Durante a realização deste trabalho, a partir da Estação Climatológica do Campus da UFV, obtiveram-se dados climáticos para expor possíveis condições adversas ao cafeeiro. Obtiveram-se também, para o período 1992 - 2001, valores médios de precipitação anual de 1.200 mm, evaporação anual de 1.080 mm, insolação anual de 2.200 h, temperatura de 20 °C e umidade relativa do ar de 80%. Em 2002, quando se realizou este trabalho, obtiveram-se valores médios de precipitação anual de 1.300 mm, evaporação anual de 980 mm, insolação anual de 2.400 h, temperatura média de 21 °C e umidade relativa média do ar de 78%.

Para implantar a metodologia proposta de mapeamento de maturação, produtividade e qualidade de café de montanha selecionou-se um talhão não irrigado com cerca de 1 ha de área e com variações de idade e altura dos cafeeiros. A metodologia consistiu de três etapas principais: anterior à colheita, de colheita e após a colheita.

### **3.1 Etapa Anterior à Colheita**

Nesta etapa georreferenciaram-se, codificaram-se e rotularam-se linhas e cafeeiros do talhão.

#### **3.1.1 Georreferenciamento dos Cafeeiros**

Assumindo-se que a produção de dez cafeeiros completaria uma medida de 60 L de frutos, georreferenciou-se um cafeeiro a cada cinco, para garantir melhor precisão na localização, a partir do primeiro da linha de plantio. Para delimitar o fim das linhas, georreferenciou-se o último cafeeiro das mesmas, mesmo que esse cafeeiro não fosse o quinto. Convencionou-se o primeiro cafeeiro de cada linha o mais a Leste, e a primeira linha do talhão a de menor altitude.

Antes do georreferenciamento, verificou-se a continuidade das linhas percorrendo-se ruas e contornos do talhão. Tais linhas foram ordenadas e individualizadas em croqui para facilitar a identificação dos extratos de cinco cafeeiros e permitir o cálculo de área das células da malha de amostragem. Nomearam-se as linhas como segue:

- Linha completa: que ligava os extremos de um talhão;
- Linha incompleta: ligada a um ou nenhum extremo do talhão. Podia ser incompleta à direita ou à esquerda caso descontinuasse, respectivamente, à Leste ou à Oeste; ou incompleta nos dois sentidos, caso iniciasse e terminasse no meio do talhão. A linha incompleta podia ser não-isolada ou isolada caso, respectivamente, houvesse ou não outra(s) linha(s) de igual ordenação.

Usou-se DGPS modelo GPS Pathfinder® Pro XRS™ (*Trimble Navigation Limited*), ajustando-se o seguinte:

- Tipo de posição a registrar = 3D (x, y, z) superestimada;
- Número mínimo de satélites para calcular posição = 5;
- Máscara de elevação dos satélites = 15°;
- Máscara SNR = Máscara PDOP = 6;
- Intervalo de tempo para calcular posição = 1 s;
- Número mínimo de posições por posição média registrada = 5;
- Para maior exatidão, rastreou-se a fase de batimento da onda portadora do sinal GPS (LEICK, 1995) com tempo mínimo de 10 min, visando posterior correção diferencial pós-processada a partir da base GPS da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo/IBGE) do Campus da UFV, de altitude ortométrica conhecida e distante cerca de 8,5 km da propriedade.

Guiando-se pelo croqui do talhão, georreferenciou-se o primeiro cafeeiro de cada extrato situando-se a haste da antena do receptor GPS o mais próximo possível do caule e a antena acima das copas. Registrou-se uma posição pela média de cinco posições, sendo cada uma destas obtidas em um segundo. Georreferenciaram-se também os contornos dos talhões, registrando-se uma posição por segundo. Identificaram-se os pontos georreferenciados numerando-os no coletor de dados GPS.

Usaram-se os softwares GPS Pathfinder® Office 2.7™ (*Trimble Navigation Limited*) e Microsoft® Excel 97 (Microsoft Corporation) no processamento e organização dos dados de georreferenciamento.

### **3.1.2 Codificação e Rotulação das Linhas e Cafeeiros**

Usou-se um código alfanumérico, composto por três campos da forma  $\#.\#\alpha.\#$ . O primeiro campo referiu-se ao talhão, o segundo à linha de plantio e o terceiro ao cafeeiro. No segundo campo, uma letra ( $\alpha$ ) diferenciou linhas incompletas não-isoladas de mesma ordenação. Caso o último extrato de cafeeiros da linha tivesse menos de 5 cafeeiros, para permitir contagem do número de cafeeiros dessa linha, numerou-se o extrato sequencialmente e adicionou-se a numeração de seu último cafeeiro à direita do código na forma  $\#.\#\alpha.\#-\#$ . Delimitaram-se as linhas fixando-se uma sacola codificada no início e outra no fim das mesmas (Figura 1). Em seguida, fixaram-se duas sacolas codificadas em cada cafeeiro georreferenciado para amostragem da produção.



Figura 1 - Exemplo de cafeeiro rotulado (cafeeiro 1, da linha 18b do talhão 1).



### **3.2 Etapa de Colheita**

Conforme cronograma da propriedade, a colheita, manual, foi iniciada com base na referência de 5 - 10% de frutos verdes e dividida em duas etapas: catação (17/6 - 26/6/2002) e colheita final (29/7 - 2/8/2002). Visando adequar a metodologia proposta neste projeto a propriedades cafeeiras, buscou-se interferir ao mínimo na rotina de trabalho. Apenas se orientou o catador a seguir uma linha, no sentido Oeste, até seu fim e anexar ao saco colhido a sacola codificada mais próxima de onde ele fechasse o mesmo.

Na catação, colheram-se predominantemente frutos cereja. Os catadores depositaram os frutos em cestos fixos ao ombro, sem o menor contato direto com o solo, e, a seguir, transferiram o produto para sacos de ráfia de 60 kg. Na colheita final, derriçaram-se os frutos em duas etapas: no pano (café limpo) e varrição do fruto já caído no chão (café de chão). Abanou-se o café de chão para separar impurezas grosseiras e parte da terra antes de acondicioná-lo nos sacos de ráfia de 60 kg.

Os catadores agrupavam os sacos colhidos nas bordas dos talhões para serem recolhidos até duas vezes ao dia na catação e até quatro na colheita final. Das bordas dos talhões, transportaram-se os sacos colhidos em carreta tracionada por trator até a moega do sistema de lavagem e pré-processamento, onde se pesaram e amostraram os mesmos antes da descarga na moega.

### **Pesagem e Amostragem da Produção do Talhão**

Pesaram-se todos os sacos colhidos no talhão estudado. Para cada saco, anotaram-se etapa da colheita, data, hora e ordem de chegada na moega, massa, código da sacola a ele anexada e número do catador em tabelas feitas previamente.

Após pesado, amostrou-se o saco colhido enquanto o mesmo era descarregado na moega. Na catação, amostraram-se 2 L de frutos por saco para fazer quantificação dos estádios de maturação, classificação e testes de qualidade das amostras; na colheita final, onde só se quantificaram os estádios de maturação, amostrou-se 1 L. As amostras foram postas na sacola codificada anexada ao saco colhido, pesadas com balança eletrônica de precisão, acondicionadas em caixas de papelão e, ao fim do dia, transportadas para o laboratório.

Para se ter idéia prévia da massa individual de um fruto e da umidade em cada estágio de maturação antes do fim da colheita, pesaram-se e determinaram-se umidades médias (% b. u.) de alguns frutos nos estádios de maturação verde, verdoengo, cereja, passa e seco, com três repetições.

Para pesagem dos sacos colhidos, usou-se balança eletrônica de plataforma modelo ID-U 300/4 (Indústrias FILIZOLA S. A.), com capacidade máxima de 300 kg, resolução de 0,1 kg. Para pesagem das amostras, usou-se balança eletrônica de precisão modelo BG 2000 (Ind. e Com. Eletro-Eletrônica GEHAKA Ltda.), com capacidade máxima de 2.020 g e resolução de 0,01 g.

### **3.3 Etapa Após a Colheita**

#### **3.3.1 Determinação de Umidade dos Frutos Colhidos**

Para cada dia de colheita, determinou-se a umidade de cada tipo de fruto visando padronizar a massa dos frutos colhidos à umidade de 11% em base úmida (b. u.). Determinaram-se as umidades dos frutos pelo método da estufa, a  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  por 24 h (BRASIL, 1992), com três repetições.

Usaram-se pesa-filtros de alumínio de cerca de 150 ml; estufa de secagem com circulação e renovação de ar modelo MS 035 (MARCONI Equipamentos para Laboratórios Ltda.) e as balanças eletrônicas de precisão, modelos BG 2000 (Ind. e Com. Eletro-Eletrônica GEHAKA Ltda.), com capacidade máxima de 2.020 g e divisão de 0,01 g, e AM 5500 Automarte (Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda.), com capacidade máxima de 5.000 g e divisão de 0,01 g. Desligou-se a ventilação da estufa.

#### **3.3.2 Classificação dos Frutos das Amostras**

Em laboratório, dividiu-se, manual e visualmente, cada amostra em cinco tipos de fruto conforme estágio de maturação (verde, verdoengo, cereja, passa e seco) e, quando havia, impureza e terra (Figura 2):

- Verde: consistência firme e exocarpo liso, entre pouco ou não-brilhoso e de cor verde-escuro uniforme a verde-claro;
- Verdoengo: consistência firme e exocarpo liso, entre brilhoso a pouco brilhoso e cor verde-claro passando por laranja e/ou vermelho-claro;
- Cereja: consistência firme e exocarpo liso e brilhoso, de cor vermelho-claro passando por vermelho uniforme e intenso a vermelho-escuro;
- Passa: consistência pouco firme ou mole e exocarpo pouco brilhoso e entre liso e pouco rugoso, de cor vermelho-escuro passando por marrom-avermelhado uniforme a marrom-escuro;
- Seco: consistência firme ou rígida, exceto quando umedecido, e exocarpo fosco e entre pouco liso e muito rugoso, de cor marrom-escuro-acinzentado passando por preto uniforme a preto-acinzentado;
- Impureza: exceto terra, pequenos materiais inorgânicos e tudo que oriundo do produto e não fruto íntegro — pequenos detritos orgânicos; pedaços de ramos, folhas, cafés em pergaminho, favas, cascas de caule, frutos, pergaminhos ou grãos; larvas de insetos; brocas; etc.;
- Terra: material mineral como areia, torrões, pedras, etc.



Figura 2 - Frutos verde (a), verdoengo (b), cereja (c), passa (d) e seco (e), impurezas (f) e terra (g) classificados, manual e visualmente, em cada amostra do saco colhido.

Separaram-se torrões, impurezas grosseiras e frutos pequenos do resto da amostra com peneira de malha suficiente para conter os frutos, depois terra e impurezas finas. Pesaram-se os frutos em balanças eletrônicas de precisão e anotaram-se os valores nas tabelas de amostragem.

As amostras da colheita final foram descartadas após classificação, e as da catação tiveram os frutos cereja levados para processamento (despolpa e seca).

Usaram-se duas balanças eletrônicas de precisão, modelos BG 2000 (Ind. e Com. Eletro-Eletrônica GEHAKA Ltda.), com capacidade máxima de 2.020 g e resolução de 0,01 g; e AM 5500 Automarte (Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda.), com capacidade máxima de 5.000 g e resolução de 0,01 g.

### 3.3.3 Processamento dos Frutos Cereja das Amostras da Catação

Despolparam-se os frutos cereja das amostras da catação em despolpador manual de café com auxílio de água, girando-se lentamente a manivela de acionamento para reduzir o rompimento do pergaminho do café. Não se desmucilaram as amostras e freqüentemente limpou-se o cilindro metálico despolpador para reduzir mistura de resíduos ao café.



Figura 3 - Vista parcial externa do secador solar (a) e das amostras de café em seu interior (b).

Usou-se despoldador metálico manual de café modelo DPM-02 (Pinhalense S/A - Máquinas Agrícolas).

Secaram-se as amostras em secador solar com ventilação natural. As amostras foram dispostas em camada fina (~ 1 cm), sobre telado branco de malha 2 mm apoiado em estrado de madeira, e etiquetadas com seu código de amostragem e data de início de secagem (Figura 3).

Usou-se a estrutura de um secador solar do tipo estufa com tecnologia Thermo-System (Industrie & Trocknungstechnik GmbH), de fabricação alemã. Tal estrutura protege o produto contra intempéries, incidência direta de radiação solar, ventos, chuvas, e reduz contaminação e/ou deterioração por animais e microrganismos.

Regularmente reviraram-se as amostras para desagregá-las e uniformizar a secagem, e abriram-se durante o dia e fecharam-se à noite as janelas de ventilação do secador para reduzir amplitude interna de temperatura do ar. Identificou-se o ponto de seca (~ 11% b. u.) com medidor indireto de umidade e armazenaram-se as amostras para futuro beneficiamento.

Usaram-se os medidores indiretos de umidade não destrutivos Geole400 e G800 (Ind. e Com. Eletro-Eletrônica GEHAKA Ltda.).

Beneficiaram-se as amostras em descascador, repetindo-se a operação até cinco vezes.

Usou-se descascador de amostra portátil modelo DRC-1 n° 830 (Indústrias de Máquinas Agrícolas Pinhal S. A.), com chapa metálica com crivos oblongos (5 x 15; 6,5 x 15 e 8 x 15 mm) para ajuste da peneira do grão a beneficiar.

### 3.3.4 Classificação do Café Beneficiado

Enviaram-se as amostras de café beneficiado à Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé - Cooxupé (Guaxupé, MG) para classificação por tipo e qualidade:

- Por tipos: determinação do número de defeitos dos grãos e do tipo do café de cada amostra;

- Por qualidade: avaliação das descrições peneira, torra e bebida com prova de xícara (aroma, sabor, acidez e corpo).

### **3.3.5 Mapeamento do Talhão**

Associando os dados das etapas anterior à colheita (georreferenciamento com coordenadas no Sistema de Projeção UTM e codificação dos cafeeiros), de colheita (pesagem e amostragem da produção) e após a colheita (classificação e processamento dos frutos das amostras), mapearam-se os cafeeiros codificados e os cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos, a maturação dos frutos, a produtividade e a qualidade do café.

Na geração das malhas de interpolação usou-se o interpolador Inverso da Potência da Distância com as opções: expoente 2 (Inverso do Quadrado da Distância, Equação 2), cálculo da média de valores duplicados no ponto e estimativa global (interpolação sem busca local, isto é, com todos os valores). Visando permitir álgebra de mapas, padronizou-se o tamanho das células dessas malhas, e optou-se por células retangulares e de tamanho 5 x 5 m. No traçado das isolinhas de todos os mapas, aplicou-se fator de suavização das mesmas e padronizou-se o número de classes dos valores da variável para cinco.

Na comparação entre valores de algumas variáveis acerca de maturação dos frutos, produtividade e qualidade do café, calculados a partir dos dados amostrais ou interpolados no mapeamento, usaram-se medidas de estatística descritiva.

#### **Área de Influência da Amostra e seu Ponto Central**

A colheita manual e conseqüente fechamento de sacos colhidos a distâncias desiguais nas linhas de plantio impediram regularização de células na malha de amostragem em campo. Assumindo-se que os catadores deslocaram-se nas linhas no sentido Oeste, definiu-se a área de influência de cada amostra como uma faixa do talhão de comprimento variável com a distância entre cafeeiros onde se fecharam sacos, e largura variável com as entrelinhas.

Dado o cafeeiro onde se fechou o saco colhido situar-se no extremo oeste da sua área de influência, calculou-se uma posição, aproximadamente centrada nessa área, para vincular dados de maturação dos frutos, produtividade e qualidade. Essa posição substituiu as posições originais dos cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na interpolação das malhas.

Devido à variação das entrelinhas no talhão, calcularam-se duas entrelinhas médias pela razão da área total do talhão pelo comprimento total de suas linhas. A este comprimento somaram-se as distâncias das bordas do talhão aos extremos de linhas ligadas a essas bordas.

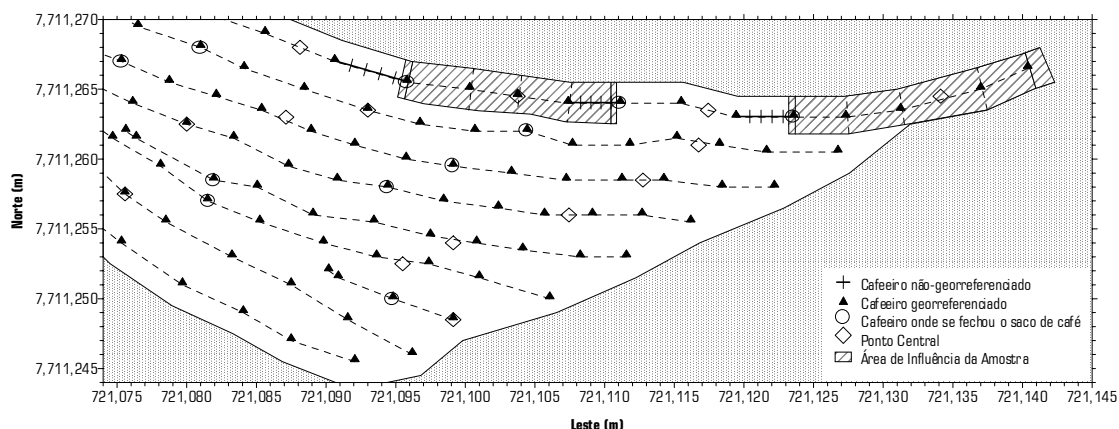


Figura 4 - Áreas de influência de duas amostras, uma no início da linha e outra no interior da linha, no extremo leste do talhão estudado.

Na Figura 4 exibem-se dois exemplos de áreas de influência da amostra no talhão estudado, um no início e outro no interior da linha.

### Mapeamento de Maturação dos Frutos

Calculou-se o percentual de massa de frutos de cada amostra somando os percentuais de massa dos frutos de cada estágio de maturação (verde, verdoengo, cereja, passa e seco), à umidade inicial, para a catação e colheita final. O percentual de massa dos frutos de cada estágio de maturação resultou da razão entre sua massa e a massa total da respectiva amostra, descontada a massa média da sacola (2,5 g).

Mapearam-se o percentual de massa de frutos das amostras e o percentual de massa de cada estágio de maturação das amostras, à umidade inicial, vinculando-se cada valor ao ponto central da área de influência da respectiva amostra.

### Mapeamento de Produtividade

#### Mapeamento de Produtividade Calculada no Talhão

Subtraindo-se a massa média do saco de rafia (0,1 kg) da massa total do saco colhido, calculou-se, em cada etapa da colheita, a produção do mesmo à umidade de 11% b. u. pela Equação 3:

$$P = P_i \cdot \sum_{j=1}^5 \left[ F_j \cdot \left( 1 - \frac{U_j - 11}{100 - 11} \right) \right] \quad (3)$$

Em que:

- P = Produção do saco colhido à umidade de 11% b. u., kg;
- P<sub>i</sub> = Produção do saco colhido à umidade inicial, kg;
- U<sub>j</sub> = Umidade inicial do tipo de fruto j, % b. u.;
- j = Índice que representa os cinco estádios de maturação;
- F<sub>j</sub> = Percentual de massa de cada tipo de fruto da amostra.

Vinculado ao ponto central da área de influência da amostra, mapearam-se as produtividades em cada etapa da colheita à umidade de 11% b. u.. Mapeou-se a produtividade total somando-se algebricamente as malhas interpoladas das produtividades individuais da catação e colheita final.

#### *Mapeamento de Produtividade com Amostragens Simuladas no Talhão*

Na análise da metodologia de amostragem da produção mapeou-se a produtividade total a cinco taxas de amostragem inferiores à executada, dita padrão, com seleção de um saco colhido a cada 2, 3, 5, 8 e 10. Reiniciou-se a amostragem a cada carregamento de sacos para garantir ao menos um por carregamento. Chamaram-se essas taxas 1:2, 1:3, 1:5, 1:8 e 1:10 e compararam-se os mapas das produtividades simuladas com o mapa da amostragem padrão usando medidas de estatística descritiva.

#### **Mapeamento de Qualidade**

A partir dos resultados da classificação por tipo e por qualidade do café cereja da catação, mapearam-se as descrições peneira e bebida com prova de xícara (aroma, sabor, acidez e corpo). Também se vinculou esses dados ao ponto central da área de influência da amostra.



## 4 Resultados e Discussão

Os resultados a seguir referem-se às três etapas principais da metodologia desenvolvida neste trabalho: anterior à colheita, de colheita e após a colheita.

### 4.1 Etapa Anterior à Colheita

O talhão estudado dispunha-se no terreno com a maior dimensão na direção Leste-Oeste e a menor na direção Norte-Sul. Sua superfície voltava-se para o Sul e a altitude aumentava no sentido Norte (Figura 5).



Figura 5 - Vista parcial do cafezal da propriedade e do talhão estudado.

Devido às ondulações do relevo local, e/ou altura da vegetação circunvizinha, alguns trechos eram sombreados durante parte do dia. Espaçamento, idade, altura, enfolhamento e vigor dos cafeeiros variaram, inclusive a pequenas distâncias.

As Figuras 6, 7, 8 e 9 exibem, respectivamente, cafeeiros codificados, isoípsas, linhas de plantio e níveis de adensamento no talhão estudado.



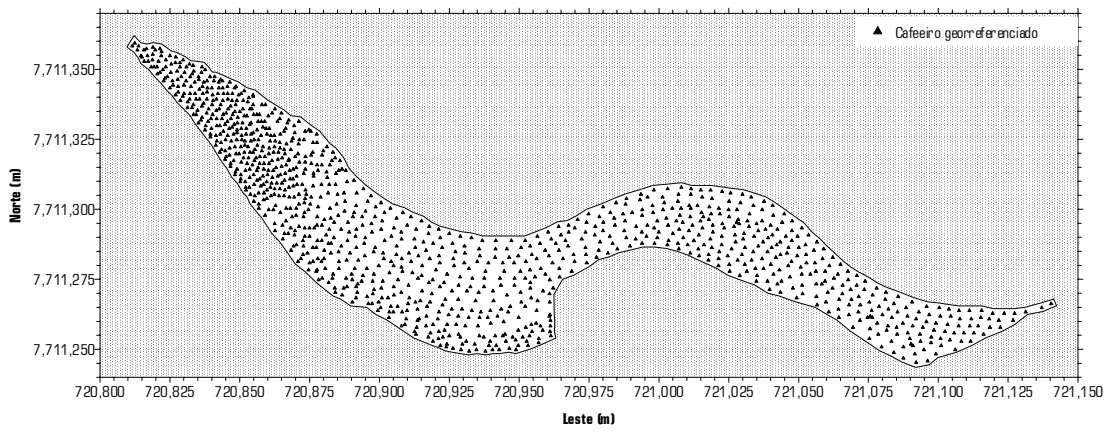


Figura 6 - Cafeeiros codificados no talhão estudado.

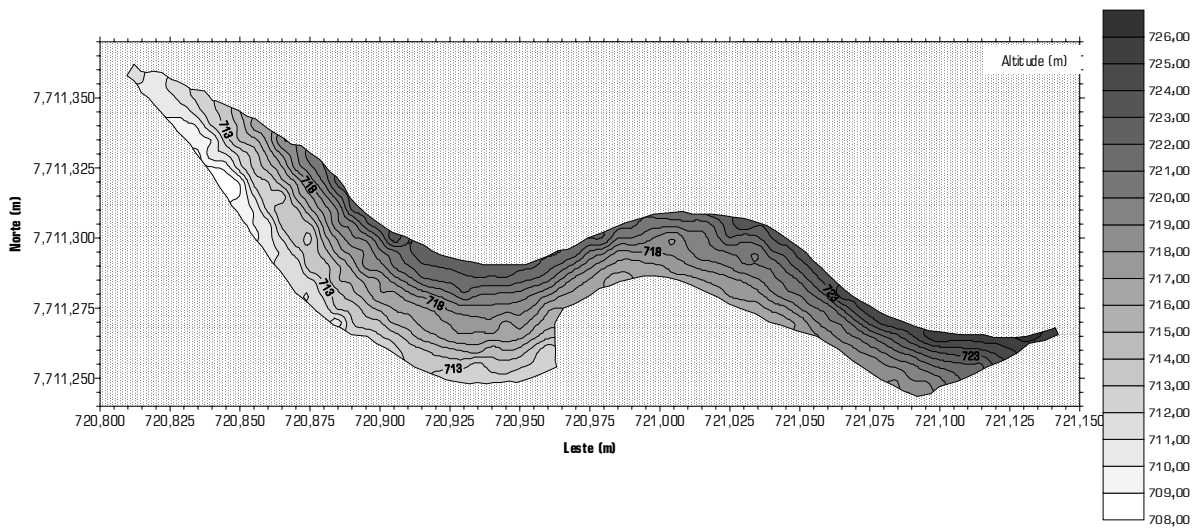


Figura 7 - Isoipsas no talhão estudado. (Equidistância = 1 m; Sistema de Projeção UTM; Datums SAD 69-Brasil e Nível Médio dos Mares).

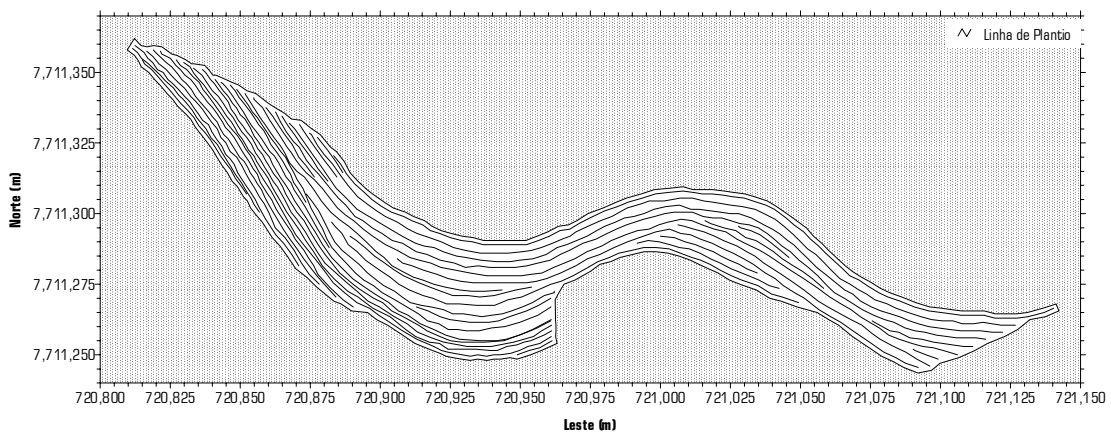


Figura 8 - Linhas de plantio no talhão estudado.

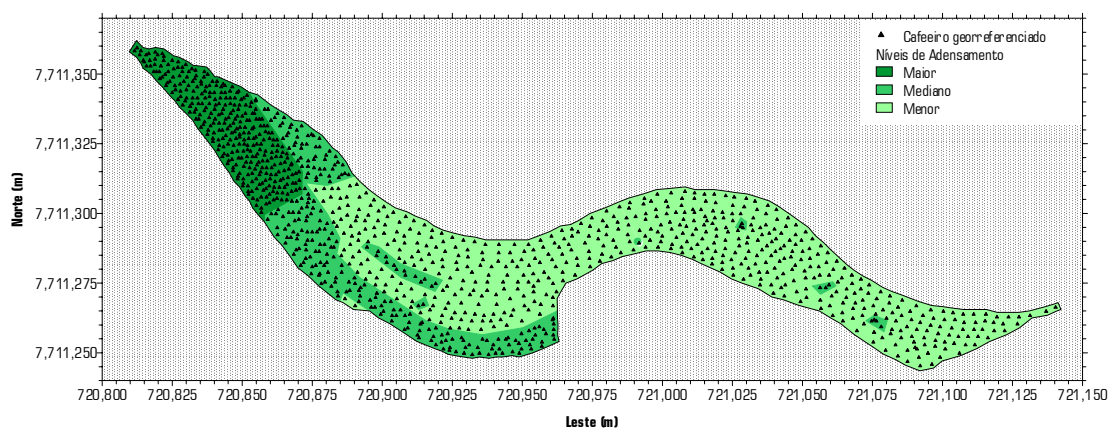


Figura 9 - Níveis de adensamento no talhão estudado.

Georreferenciaram-se 1.135 cafeeiros e um polígono de contorno, a cerca de 1 m das linhas de plantio marginais (Figura 6). O talhão tinha, aproximadamente, área de 9.739 m<sup>2</sup>, perímetro de 797 m e altitude média de 717 m (o maior valor médio da PDOP máxima foi de 3,01). A amplitude da altitude foi de cerca de 19 m e a declividade foi mais acentuada nas linhas de plantio de maior altitude, logo abaixo do carregador.

Devido a limitações posicionais do GPS, em alguns trechos as isoípsas mostraram-se excessivamente sinuosas (Figura 7). Contudo, não se objetivou reproduzir fielmente o relevo mas exibir a variação do desnível e o sentido do escoamento.

A partir dos pontos georreferenciados, traçaram-se as 37 linhas de plantio, as quais tinham comprimento entre 10 e 285 m. Havia linhas completas e incompletas (Figura 8).

Distinguiram-se três níveis de adensamento, desordenadamente variáveis entre 0,2 e 4,5 m entre cafeeiros nas linhas e entre linhas (Figura 9). No trecho mais adensado, as distâncias variaram de 0,2 a 4 m nas linhas e de 0,3 a 2,5 m entre linhas. As copas dos cafeeiros sombrearam quase que completamente as ruas. No trecho de adensamento mediano, as distâncias entre cafeeiros nas linhas eram maiores que no mais adensado e muito irregulares. As distâncias variaram de 0,4 a 4,5 m nas linhas, mas as entrelinhas mantiveram-se semelhantes às do nível mais adensado. O trecho menos adensado equivaleu a cerca de 2/3 da área do talhão. Os espaçamentos eram os mais regulares, variando de 0,5 a 3 m nas linhas e de 1,2 a 4,5 m entre linhas, e quase não havia sombra nas ruas.

Os 5.611 cafeeiros desse talhão tinham idade entre 5 e 12 anos e altura entre 0,5 e 4 m. Nas ruas mais largas havia mais ramificação lateral ao longo da altura dos cafeeiros; nas mais estreitas, a ramificação concentrava-se nos 2/3 superiores dos cafeeiros, cujas copas fecharam as ruas. Apesar dessa desuniformidade, visualmente notou-se certa regularidade no aumento do vigor vegetativo dos cafeeiros da periferia para o interior do talhão, quando o adensamento não era muito intenso.

## 4.2 Etapa de Colheita

### 4.2.1 Pesagem da Produção do Talhão

Na Figura 10 exibem-se os 128 cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos da catação, na qual colheram-se 129 sacos no talhão estudado. Essa diferença de um saco deveu-se ao fechamento de dois sacos no mesmo cafeeiro. Fecharam-se sacos por todo o talhão, mas com distribuição espacial irregular e sem locais definidos de maior concentração. Nas primeiras linhas, localadas nos trechos menos elevados e mais adensados, colheram-se poucos sacos por linha; nos locais mais altos, a quantidade de sacos colhidos aumentou.

Na Figura 11 exibem-se os 278 cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos da colheita final, na qual colheram-se 339 sacos no talhão estudado. Destes, fecharam-se 122, dois a dois, no mesmo cafeeiro. Diferentemente da catação, fecharam-se sacos por quase todo o talhão, exceto no seu extremo oeste, pois já se colheira a maior parte da produção desse trecho na catação. A distribuição espacial dos sacos foi irregular, a quantidade de sacos colhidos por linha aumentou com os espaçamentos e a elevação do terreno, e houve locais de maior concentração em relação à catação.

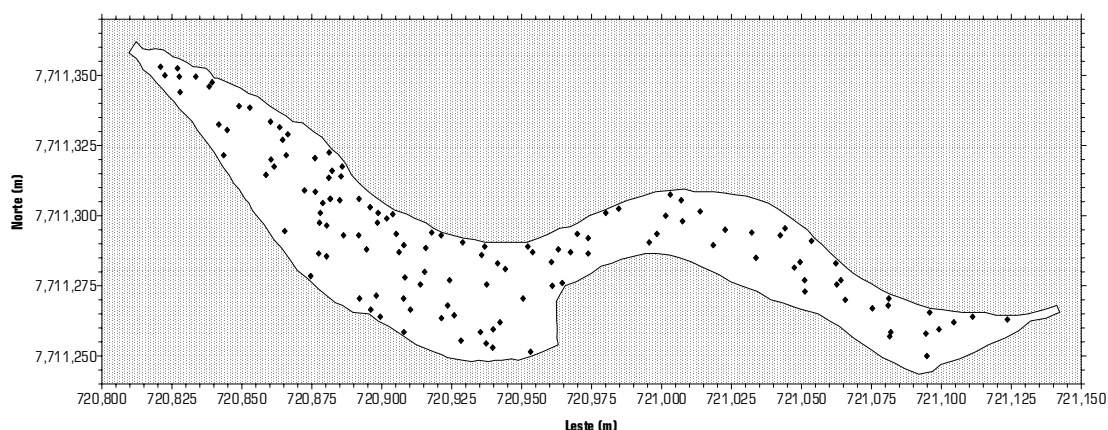


Figura 10 - Cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na catação do talhão.

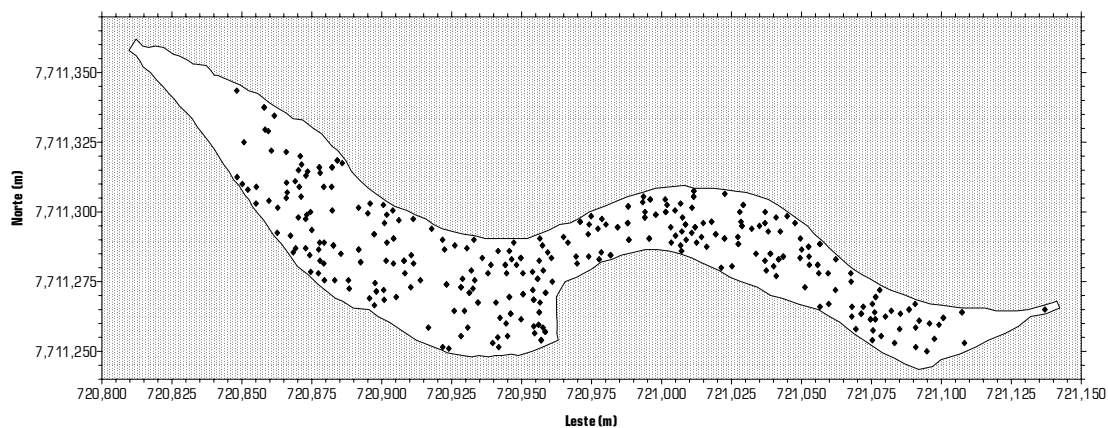


Figura 11 - Cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na colheita final do talhão.

Tabela 1 - Estatísticas da pesagem da produção (kg), na catação e colheita final, no talhão estudado.

Estatísticas	Catação	Colheita Final
Número de sacos colhidos	129	339
Soma	5.109,4	10.590,3
Média	39,61	31,24
Mediana	44,8	35,6
Mínimo	8,8	2,8
Máximo	51,8	49,7
Desvio Padrão	11,72	11,16
Coefficiente de Variação	29,60	35,72

A Tabela 1 exhibe estatísticas da pesagem na catação (17/6 - 26/6/2002) e colheita final (29/7 - 2/8/2002) no talhão estudado.

Na catação, dado a seletividade, o número de sacos colhidos e a produção foram inferiores à metade dos valores correspondentes na colheita final. Mesmo sem terra, a média e mediana das massas dos sacos colhidos superaram as da colheita final. Isto deveu-se à maior quantidade de frutos mais pesados (Figura 12), verde, verdoengo e cereja, à menor quantidade de impureza e à maior umidade dos cinco tipos de fruto em relação à colheita final.

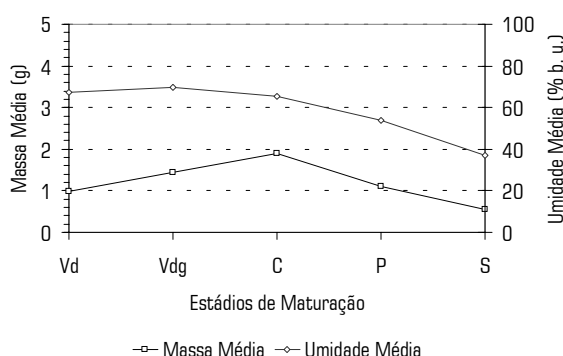


Figura 12 - Valor médio de massa e umidade (% b. u.) de frutos nos estádios de maturação verde (Vd), verdoengo (Vdg), cereja (C), passa (P) e seco (S).

Na colheita final, houve saco colhido com até 92% de sua massa de café passa e seco (sendo 88% de café seco), muito abaixo da média nessa etapa. O coeficiente de variação das massas dos sacos colhidos superou o da catação devido à maior variação da maturação, maior quantidade de impureza e presença de terra. Os valores mínimos de massa, na catação e na colheita final, referiram-se a sacos colhidos com volume inferior a 60 L, os quais foram mais numerosos na colheita final.

Na Figura 13 exibem-se todos os 373 cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos, na catação e colheita final, da safra 2002/3, no talhão estudado. Nos trechos de espaçamentos menores, principalmente no mais adensado, colheram-se poucos sacos por linha.

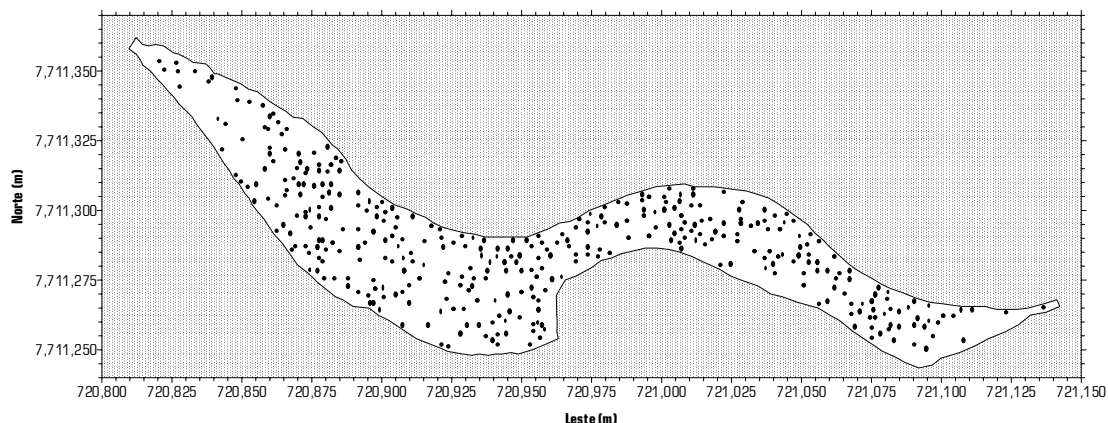


Figura 13 - Cafeeiros onde se fecharam sacos colhidos na catação e colheita final no talhão estudado.

#### 4.2.2 Amostragem da Produção do Talhão

Na catação, as massas de tipos de frutos variaram pouco. Cerca de 77% das 129 amostras pesaram entre 1.000 e 1.100 g e, excluída a impureza, cerca de 83% delas superaram massa específica aparente de 500 g/L.

Na colheita final, as massas de tipos de frutos variaram mais que na catação. Cerca de 49% das 339 amostras pesaram entre 250 e 500 g e, excluídas impureza e terra, apenas cerca de 18% delas superaram massa específica aparente de 500 g/L. Isto indicou quantidade de impureza e terra, e/ou leveza de tipos de fruto, maiores que na catação.

A maior variação das massas de tipos de frutos na colheita final deveu-se, principalmente, à existência de dois tipos de café: limpo (colhido no pano) e de chão (de varrição). Os maiores valores de massa referem-se a café limpo, com tipos de fruto mais pesados, menos impureza e sem terra; os menores valores referem-se a café de chão, com tipos de fruto mais leves, mais impureza e com terra.

### 4.3 Etapa Após a Colheita

#### 4.3.1 Determinação de Umidade dos Frutos Colhidos

Na Tabela 2 exibem-se estatísticas das umidades diárias dos frutos de cada estágio de maturação na catação, colheita final e a média total desses valores.

Excetuando-se os frutos secos, as umidades médias diárias da catação superaram as da colheita final nos mesmos estágios de maturação. As menores umidades na colheita final podem ter ocorrido devido à quantidade de frutos senescentes e adversidades climáticas maiores, e à execução de catação. A umidade média dos frutos verdoengo foi a maior e superou a dos verde e cereja. Frutos verde ou verdoengo ainda se desenvolvem e requerem água para acumular material no endosperma, inclusive matéria seca. Houve sobreposição de faixas de umidade média dos tipos de fruto, principalmente verde e verdoengo, cujas umidades mínimas e máximas foram próximas na catação e

colheita final, e quase coincidentes na média total. Mesmo as variações das umidades médias diárias dos tipos de fruto sendo baixas, as sobreposições de faixas de umidade dos tipos de fruto, e as maiores variações das umidades médias desses tipos de fruto na colheita final, indicaram a variação de umidade que pode haver durante a colheita, mesmo em pequenas áreas.

Tabela 2 - Estatísticas das umidades médias diárias (% b. u.) de cada tipo de fruto, com três repetições, na catação e colheita final.

Etapa de Colheita	Estatísticas	Verde	Verdoengo	Cereja	Passa	Seco	Média
Catação	Média	67,41	69,62	65,39	54,08	36,87	58,68
	Mediana	67,40	70,28	66,41	54,14	37,73	59,19
	Mínimo	64,06	66,30	49,31	46,96	33,13	51,95
	Máximo	70,60	71,50	68,25	58,91	39,77	61,81
	Desvio Padrão	1,50	1,60	4,19	3,35	2,20	2,57
	Coeficiente de Variação	2,23	2,29	6,41	6,19	5,98	4,62
Colheita Final	Média	63,14	62,81	59,09	50,76	37,52	54,66
	Mediana	62,80	62,92	58,28	50,13	36,53	54,13
	Mínimo	60,79	59,73	54,65	42,88	34,24	50,46
	Máximo	65,97	65,10	63,37	54,61	42,37	58,28
	Desvio Padrão	1,57	1,69	3,25	3,37	2,65	2,51
	Coeficiente de Variação	2,49	2,70	5,51	6,63	7,05	4,87
Média Total	Média	65,28	66,22	62,24	52,42	37,19	56,67
	Mediana	65,10	66,60	62,34	52,13	37,13	56,66
	Mínimo	62,43	63,01	51,98	44,92	33,68	51,21
	Máximo	68,28	68,30	65,81	56,76	41,07	60,04
	Desvio Padrão	1,54	1,65	3,72	3,36	2,42	2,54
	Coeficiente de Variação	2,36	2,49	5,96	6,41	6,51	4,75

#### 4.3.2 Variações do Clima

Na Figura 14 exibem-se a evolução temporal de algumas variáveis climáticas durante a catação e colheita final, e na Figura 15 valores médios diários durante essas etapas e no ano de 2002. Linhas contínuas horizontais (Figura 14) e faixas, ou linha contínua vertical (Figura 15), indicam magnitudes mais adequadas, ou ideais, ao cafeeiro (BÁRTHOLO et al., 1989; CAMARGO e TELLES JÚNIOR, 1953a; MATIELLO, 1986; MATIELLO, 1991).

Em alguns períodos as magnitudes de algumas das variáveis não se mantiveram como o recomendado para o cafeeiro. Às vezes, houve correspondência entre insolação, evaporação e temperatura do ar altas, e umidade relativa baixa, mais evidentemente quando houve extremos de temperatura na colheita final. Talvez tais variações tenham influenciado na umidade dos tipos de fruto ao reduzir a magnitude da média das umidades médias, e intensificar oscilações nas umidades dos frutos passa e seco, já senescentes. Por exemplo, nas datas de 5 e 6/8/2 as umidades dos frutos passa e seco foram das mais baixas em toda a colheita. Na data de 6/8/2, a evaporação chegou a 5 mm, a insolação a 10,7 h, a temperatura do ar a 22,12 °C e a umidade relativa do ar a apenas 56,75%. Os valores de evaporação, insolação e temperatura do ar foram altos e a umidade relativa do ar muito baixa em relação ao período de colheita (Tabela 3).

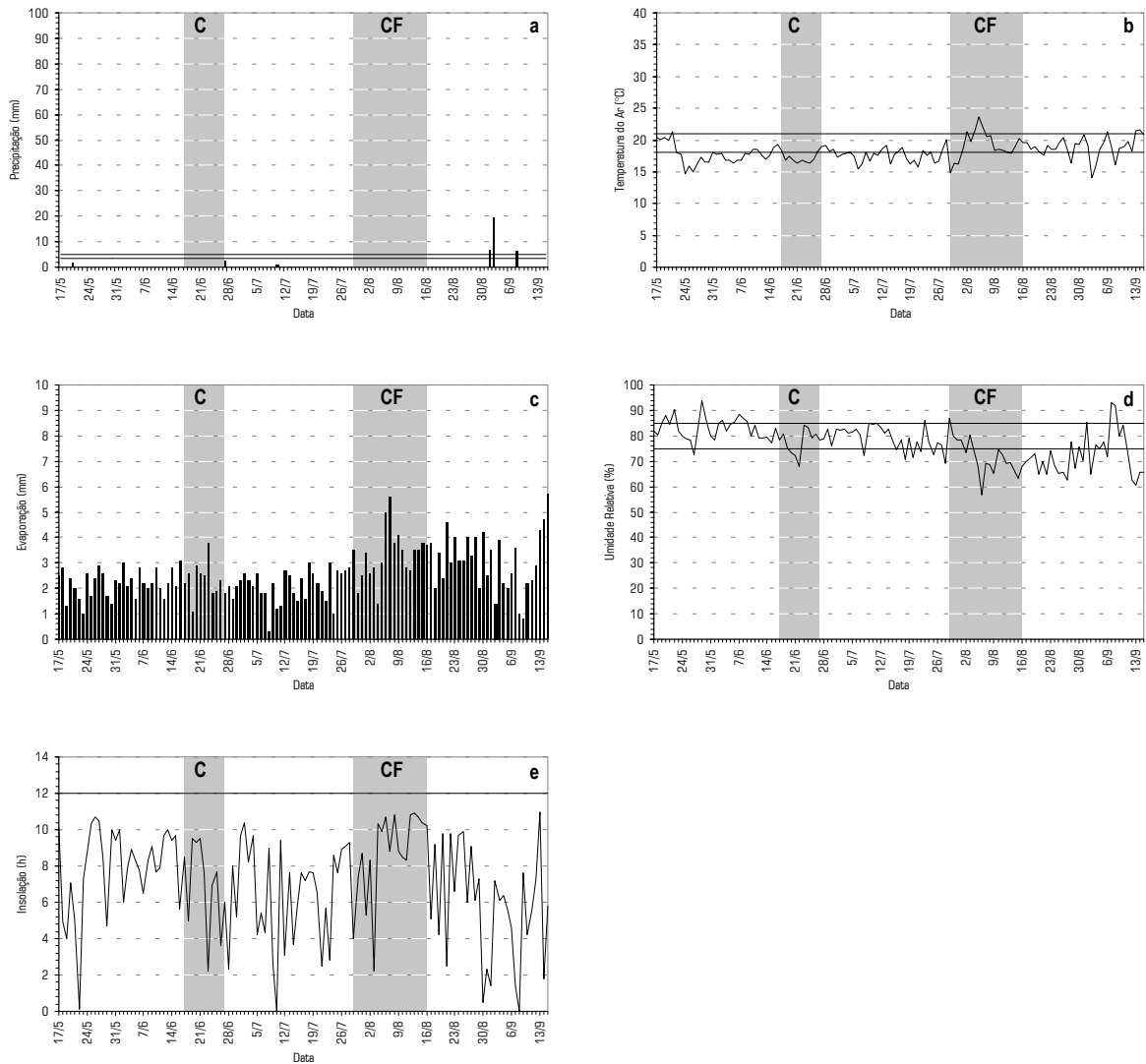


Figura 14 - Evolução temporal de algumas variáveis climáticas durante a catação e colheita final. Linhas contínuas horizontais indicam magnitudes mais adequadas, ou ideais, ao cafeeiro. C = catação; CF = colheita final.

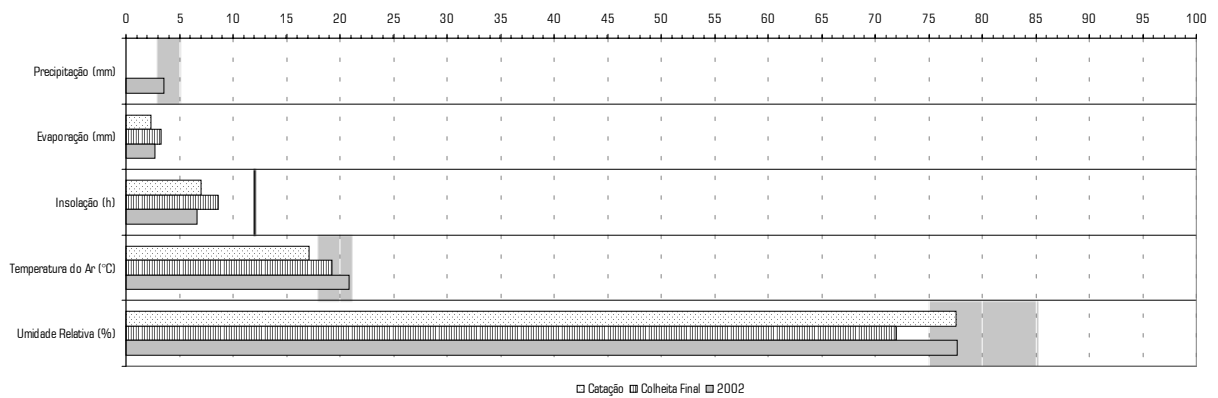


Figura 15 - Valores médios diários de algumas variáveis climáticas durante a catação, colheita final e o ano de 2002. Faixas, ou linha contínua vertical, indicam magnitudes mais adequadas, ou ideais, ao cafeeiro.

Tabela 3 - Valores médios de algumas variáveis climáticas durante a catação, colheita final e 2002.

Etapa de Colheita	Estatísticas	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Insolação (h)	Temperatura do Ar (°C)	Umidade Relativa (%)
Catação	Máximo	0	3,80	9,50	18,32	84,00
	Média	0	2,37	6,98	17,08	77,55
	Mínimo	0	1,10	2,20	16,38	68,00
Colheita Final	Máximo	0,10	5,60	10,90	23,64	86,75
	Média	0,01	3,29	8,60	19,23	71,92
	Mínimo	0	1,40	2,20	14,86	56,75
2002	Máximo	62,40	7,20	12,80	25,46	95,50
	Média	3,55	2,68	6,60	20,82	77,70
	Mínimo	0	0,20	0	14,06	50,50

Fonte: Estação Climatológica do Campus da UFV.

Como visto na Figura 15 e Tabela 3, choveu pouco durante a colheita, a precipitação média diária foi adequada e o clima mais brando durante a catação. Na colheita final, em valores médios diários, a insolação, evaporação e temperatura do ar foram superiores, e a umidade relativa inferior.

### 4.3.3 Mapeamento da Safra 2002/3

#### Mapeamento da Maturação dos Frutos Colhidos

Nas Figuras 16 e 17 exibem-se mapas do percentual de massa de frutos das amostras, à umidade inicial, respectivamente da catação e da colheita final.

Na catação, o percentual de massa de frutos das amostras tendeu a aumentar nas áreas mais declivosas e menos adensadas, como visto nos 2/3 leste do talhão. Nas áreas mais adensadas, havia mais ramos mortos na planta e o catador removia mais ramos e folhas ao mover-se nas ruas, gerando mais impureza. Colheu-se em cestos fixos ao ombro (sem contato com o solo) e a derrça foi mínima. A impureza foi mínima, não houve terra e a massa de frutos aproximou-se da massa total da amostra.

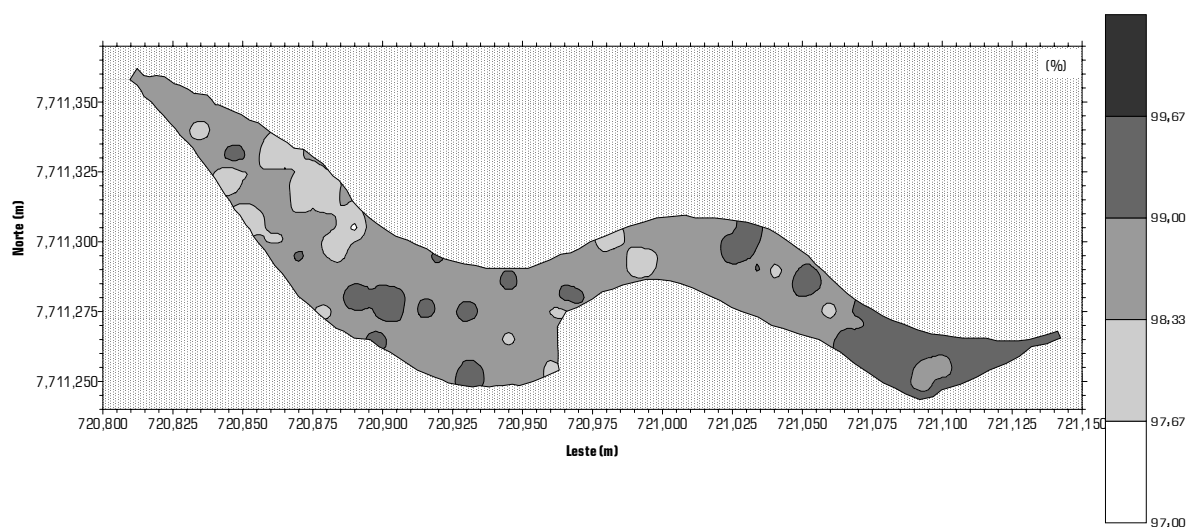


Figura 16 - Percentual de massa de frutos das amostras, à umidade inicial, da catação no talhão estudado.



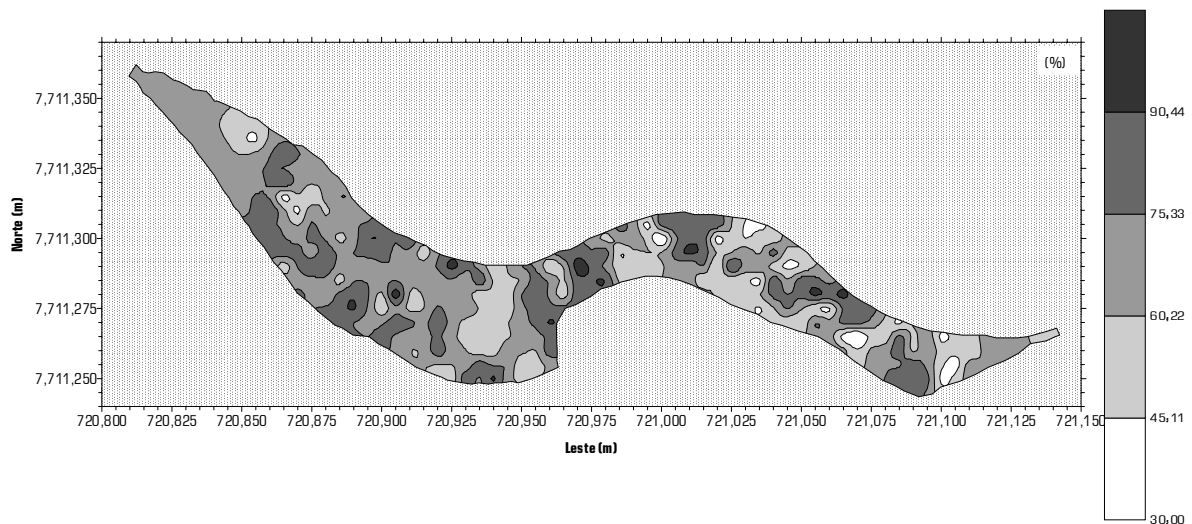


Figura 17 - Percentual de massa de frutos das amostras, à umidade inicial, da colheita final no talhão estudado.

Na colheita final, a variação do percentual de massa de frutos das amostras tendeu a aumentar em alguns locais das áreas mais declivosas e menos adensadas, como visto na metade leste do talhão. A colheita final foi não-seletiva, feita no pano e no chão, e a impureza aumentou em relação à catação e houve terra. Ao contrário da catação, mais de 50% da massa total de 36,6% das amostras da colheita final não foi fruto, mas impureza e terra.

Nas Figuras 18 e 19 exibem-se mapas do percentual de massa dos frutos cereja das amostras, à umidade inicial, respectivamente na catação e na colheita final.

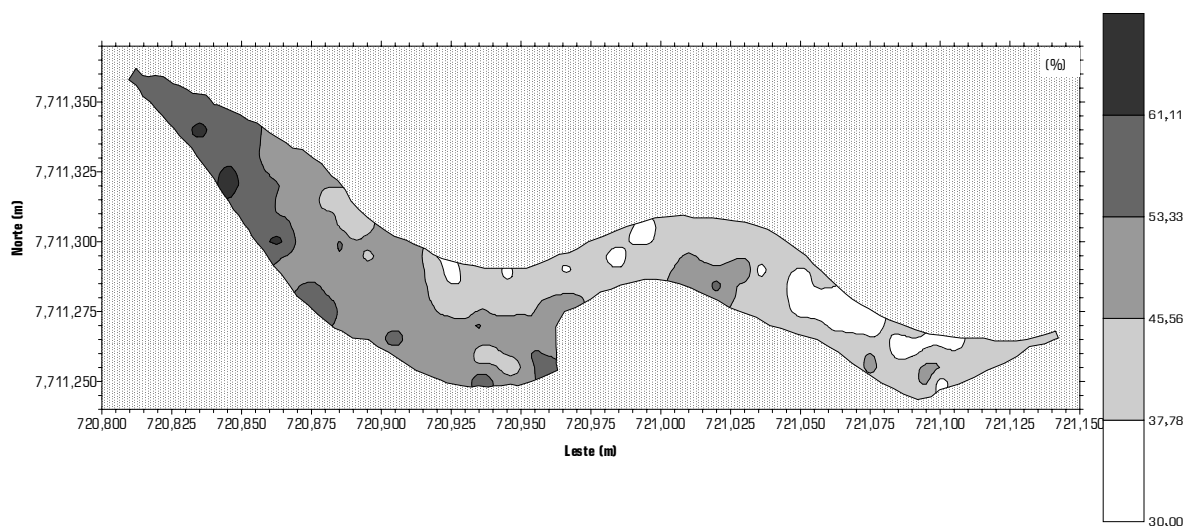


Figura 18 - Percentual de massa dos frutos cereja das amostras, à umidade inicial, da catação no talhão estudado.

Na catação, o percentual de massa dos frutos cereja tendeu a aumentar com redução dos desníveis e dos espaçamentos, como visto na metade oeste da área, e foi inferior a 50% em 67,4% das

amostras. Apesar dos poucos sacos colhidos por linha em relação às áreas mais altas, os maiores valores concentraram-se na área mais adensada, no 1/4 oeste do talhão.

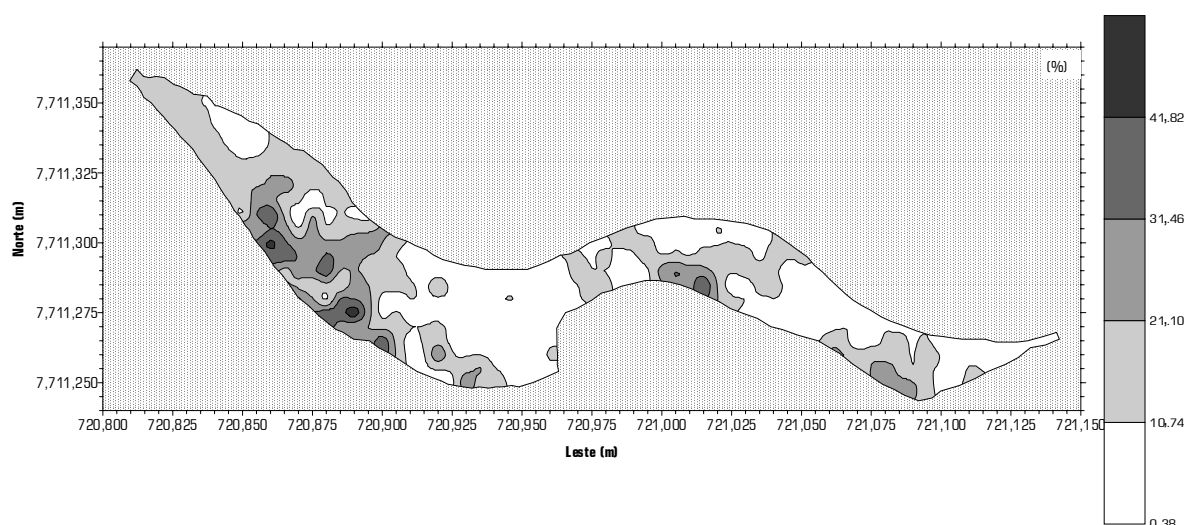


Figura 19 - Percentual de massa dos frutos cereja das amostras, à unidade inicial, da colheita final no talhão estudado.

Na colheita final, a tendência do percentual de massa dos frutos cereja aumentar com redução dos desníveis e dos espaçamentos diminuiu, principalmente dados a mancha clara ao centro do talhão e a pouca produção na área mais adensada. Essa mancha deveu-se à colheita da maior parte da produção dessa área na catação. Apesar de mais sacos colhidos por linha, a não-seletividade na colheita resultou em maior variação de umidade entre tipos de fruto. As umidades dos mesmos tipos de fruto foram menores em relação à catação e resultaram em percentuais de massa dos frutos cereja inferiores a 50% em 82,3% das amostras.

Na Tabela 4 exibem-se estatísticas do percentual de massa dos frutos das amostras, à umidade inicial, relativas aos dados amostrais e não aos interpolados nos mapas.

Tabela 4 - Estatísticas dos dados amostrais dos percentuais de massa dos tipos de fruto, à umidade inicial, das 129 amostras da catação e das 339 amostras colheita final, no talhão estudado.

Etapa de Colheita	Estatísticas	Verde%	Verdoengo%	Cereja%	Passa%	Seco%
Catação	Média	5,48	26,19	46,83	15,22	6,27
	Mediana	5,67	26,33	45,80	15,28	6,18
	Mínimo	0,87	8,08	25,02	4,31	0,44
	Máximo	12,73	44,78	70,74	26,08	14,18
	Desvio Padrão	2,70	7,24	9,57	4,35	3,21
	Coefficiente de Variação	49,85	27,99	20,70	28,94	51,81
Colheita Final	Média	7,89	10,87	17,75	21,94	41,55
	Mediana	3,43	6,95	8,53	13,88	28,59
	Mínimo	0,08	0,06	0,02	0,24	0,50
	Máximo	32,50	29,60	58,62	72,38	88,02
	Desvio Padrão	6,05	7,17	13,98	11,80	16,38
	Coefficiente de Variação	103,77	89,29	106,64	72,75	53,37

Na catação, os percentuais de massa dos frutos das amostras variaram de 97,2% a 99,8%, com coeficiente de variação de 0,58%. Mesmo tendo-se priorizado os frutos cereja, com percentual de massa médio de 46,24%, e a impureza tendo sido inferior a 1% em 68,2% das amostras, em algumas destas o percentual de massa de outros tipos de frutos foi notável. Embora o fruto verde seja o mais indesejável na colheita, em metade das amostras os percentuais de massa dos frutos verde e verdoengo variaram até os máximos de 5,7% e 26,3%, respectivamente.

Na colheita final, os percentuais de massa dos frutos das amostras variaram de 2,7% a 100%, com coeficiente de variação de 39,26%. Essa variação superou muito a da catação, principalmente por englobar amostras de café limpo e de chão, entre as quais foi grande a variação do percentual de massa dos mesmos tipos de fruto. Sendo a colheita final não-seletiva, a colheita no pano elevou o percentual de massa médio de impureza de 5,9% (catação) para 19,3%. Ademais, a varrição adicionou terra, com percentual de massa médio de 34,7%, em cerca de 46% das amostras. Assim, as médias dos percentuais de massa dos tipos de fruto mais pesados (verde, verdoengo, cereja e passa) foram baixas, de 5,8%, 8,0%, 13,1% e 16,2%, respectivamente. Embora a média do percentual de massa dos frutos verde tenha-se aproximado da referência de 5%, a dos frutos seco, a mais leve, chegou a 30,7%. Os frutos verde e seco são os mais indesejáveis pois prejudicam muito a qualidade final do café.

Embora o talhão estudado tivesse apenas 1 ha, a umidade (Tabela 2) e maturação (Figuras 18 e 19, e Tabela 4) dos tipos de fruto tenderam a variar espaço-temporalmente. Isto comprovou o problema de adotarem-se uma umidade média e percentuais de massa fixos para os tipos de fruto em estimativas de produção, como citado por SARTORI et al. (2002). Padronizando-se a produção a uma umidade de interesse, pode haver subestimação da massa dos frutos menos úmidos (passa e seco), e/ou sobrestimação da massa dos frutos mais úmidos (verde, verdoengo e cereja), conforme proporção de tipos de fruto e umidade inicial adotada, principalmente em amostragens de baixa densidade. Há subestimação ao se considerar parte da matéria seca do tipo de fruto como água, quando sua umidade média é inferior à umidade inicial adotada; e sobrestimação ao se considerar parte da água como matéria seca, quando sua umidade média é superior à umidade inicial adotada.

Por exemplo, com dados deste projeto, houve erros na estimativa de produção na catação e colheita final ao se adotar a umidade inicial como a média das umidades médias diárias dos tipos de fruto para cada dia de colheita.

Na catação, a massa de apenas uma amostra, das 129, foi subestimada, e com erro de 0,46%; as massas das demais foram sobrestimadas, com erro máximo de 22,27%. O alto percentual de sobrestimação deveu-se à predominância de tipos de fruto com umidades médias diárias superiores à umidade inicial adotada; esses tipos somaram uma média de cerca de 77,51% do percentual de massa

dos frutos das amostras. O erro tendeu a aumentar nas amostras com mais tipos de fruto mais úmidos e diminuir nas amostras com mais tipos de fruto menos úmidos.

Na colheita final, a massa de cerca de 87,02% das 339 amostras foi subestimada, com erro mínimo de 29,36%; as massas das demais foram sobrestimadas, com erro máximo de 10,23%. O alto percentual de subestimação deveu-se à predominância de tipos de fruto com umidades médias diárias inferiores à umidade inicial adotada; esses tipos somaram uma média de apenas cerca de 44,83% do percentual de massa dos frutos das amostras. Menos intensamente que na catação, o erro tendeu a aumentar nas amostras com mais tipos de fruto menos úmidos.

Enfim, na estimativa das massas das amostras à umidade de 11% b. u., a partir das médias das umidades médias diárias dos estádios de maturação, o erro médio foi de 11,47% na catação e -13,32% na colheita final (erro negativo significa subestimação). Isto destaca a importância da amostragem regular da produção, para determinar umidades e percentuais de maturação dos tipos de fruto, na redução de erros nas estimativas e na confiabilidade dos mapas gerados.

### Mapeamento de Produtividade no Talhão

Na Tabela 5 exibem-se estatísticas de produtividade amostral, calculada antes da interpolação, de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final no talhão estudado.

Tabela 5 - Estatísticas de produtividade (kg/ha) amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final, no talhão estudado.

<b>Estatísticas</b>	<b>Catação</b>	<b>Colheita Final</b>
Número de sacos colhidos	128	278
Média	4.716,15	8.999,28
Mediana	2.668,03	5.696,17
Mínimo	337,39	384,73
Máximo	40.848,92	38.950,33
Desvio Padrão	5.887,84	7.882,43
Coeficiente de Variação	124,84	87,59

A produtividade média total real no talhão estudado, calculada a partir da produção total, de café em coco, à umidade de 11% b. u., foi de 6.292,18 kg/ha (52,43 sacas beneficiadas de 60 kg/ha), sendo próxima à média da região de 50 sacas em cafezais não-irrigados. Essa produtividade ficou entre a média de produtividade amostral calculada na catação e a mesma média da colheita final (Tabela 5). Apesar do sabido potencial de alta variabilidade de produtividade em cafezais insolados, os máximos de produtividade superaram muito a média calculada a partir da produção total, sugerindo existência de valores espúrios ("outliers"). Possivelmente, tal superestimação deveu-se a falhas na anexação de sacolas codificadas aos sacos colhidos, à definição inexata da área de influência dos sacos colhidos e ao deslocamento de alguns catadores na linha de plantio no sentido Oeste-Leste.

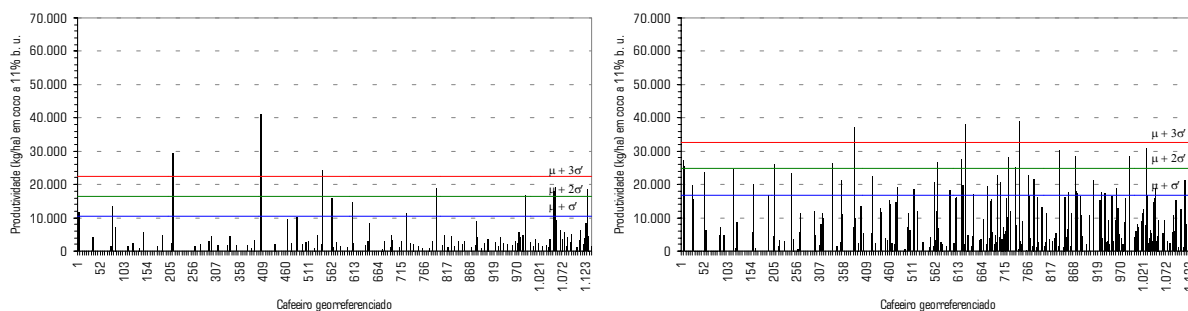


Figura 20 - Distribuição de produtividade (kg/ha) amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação (a) e colheita final (b) no talhão estudado.

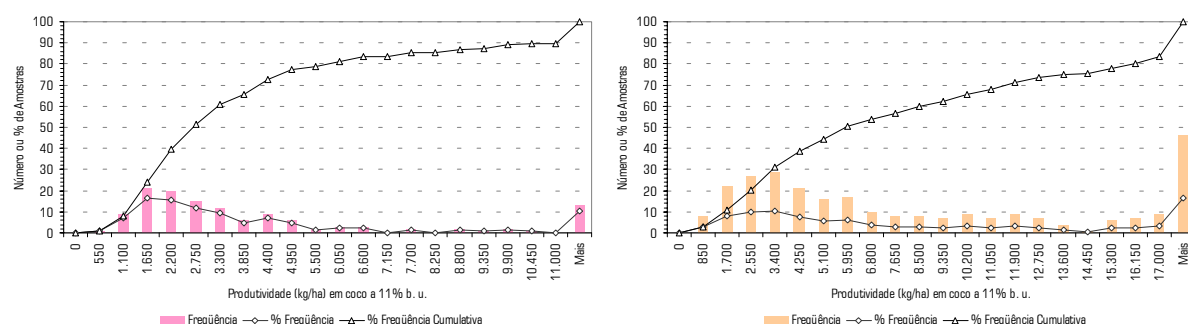


Figura 21 - Histogramas de produtividade (kg/ha) amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação (a) e colheita final (b) no talhão estudado.

Na Figura 20 exibe-se distribuição de produtividade amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final no talhão estudado. As linhas contínuas horizontais indicam os patamares  $\mu + 3\sigma'$ ,  $\mu + 2\sigma'$  e  $\mu + \sigma'$ , sendo  $\mu$  a média e  $\sigma'$  o desvio padrão dos valores. Nas duas etapas da colheita houve valores superiores a esses patamares.

Na Figura 21 exibem-se histogramas de produtividade amostral calculada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final no talhão estudado.

Embora não se tenha aplicado geoestatística neste trabalho, para aumentar a confiança nos valores recomenda-se filtrá-los antes do mapeamento (ISAKS e SRIVASTAVA, 1989). Considerando-se que valores de produtividade calculada de até  $\mu + \sigma'$  na catação e colheita final, aproximada e respectivamente 11.000 e 17.000 kg/ha, sejam válidos, o percentual desses valores superou 80% do total nas duas etapas da colheita (Figuras 20 e 21).

Na Tabela 6 exibem-se estatísticas de produtividade amostral, semelhantes às da Tabela 5, após filtragem de valores para cada um dos patamares ( $\mu + 3\sigma'$ ,  $\mu + 2\sigma'$  e  $\mu + \sigma'$ ). Embora as magnitudes dessas estatísticas tenham-se reduzido gradativamente com o aumento da restrição na filtragem, as produtividades médias para o filtro mais restrito ( $\mu + \sigma'$ ) em cada etapa da colheita ainda

superaram as médias calculadas a partir das produções, 2.076,79 kg/ha (17,31 sacas beneficiadas de 60 kg/ha) na catação e 4.215,39 kg/ha (35,13 sacas beneficiadas de 60 kg/ha) na colheita final.

Tabela 6 - Estatísticas de produtividade (kg/ha) amostral calculada filtrada ( $\leq \mu + 3\sigma'$ ,  $\leq \mu + 2\sigma'$  e  $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação e colheita final, no talhão estudado.

Estatísticas	Catação			Colheita Final		
	$\leq \mu + 3\sigma'$	$\leq \mu + 2\sigma'$	$\leq \mu + \sigma'$	$\leq \mu + 3\sigma'$	$\leq \mu + 2\sigma'$	$\leq \mu + \sigma'$
Número de sacos colhidos	125	120	115	275	263	231
Filtragem %	97,66	93,75	89,84	98,92	94,60	83,09
Média	4.075,05	3.485,91	3.054,61	8.682,83	7.824,14	6.149,96
Mediana	2.573,32	2.534,68	2.429,71	5.559,77	5.436,20	4.730,49
Mínimo	337,39	337,39	337,39	384,73	384,73	384,73
Máximo	19.045,13	15.988,78	10.225,51	30.879,92	24.540,71	16.729,80
Desvio Padrão	4.081,17	2.929,26	2.077,18	7.313,84	6.232,45	4.524,02
Coefficiente de Variação	100,15	84,03	68,00	84,23	79,66	73,56

$\mu$  = média;  $\sigma'$  = desvio padrão de produtividade amostral calculada.

Considerando que valores de produtividade calculada acima de  $\mu + \sigma'$  na catação e colheita final sejam espúrios, interpolaram-se mapas de produtividade de café em coco, à umidade de 11% b. u., individuais para a catação e colheita final a partir de valores inferiores a esse patamar. Somando-se esses dois mapas individuais obteve-se o mapa de produtividade total no talhão estudado.

Nas Figuras 22 e 23 exibem-se mapas de produtividade filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u., respectivamente na catação e colheita final; e na Figura 24 o mapa de produtividade total. Na Tabela 7 exibem-se estatísticas dessas produtividades interpoladas.

Na catação, a produtividade filtrada interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., variou de 842,33 a 8.126,87 kg/ha, com coeficiente de variação de 19,86%. Houve tendência de aumento na metade oeste da área, onde o terreno era menos elevado, os espaçamentos e os percentuais de massa dos frutos verde e verdeoengo menores, e o percentual de massa dos frutos cereja (Figura 18) maior. Apesar da menor produção por planta, o adensamento pareceu favorecer a produtividade.

Na colheita final, a produtividade filtrada interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., variou de 948,82 a 16.269,20 kg/ha, com coeficiente de variação de 27,36%. Houve valores altos dispersos por praticamente todo o talhão e uma mancha de maior produtividade ao centro da área.

A produtividade filtrada interpolada total de café em coco, à umidade de 11% b. u., variou de 3.431,66 a 18.662,90 kg/ha, com coeficiente de variação de 19,46%. Mantiveram-se as tendências de maiores produtividades na metade oeste da área, como na catação (Figura 22), e no centro da área, como na colheita final (Figura 23). Algumas áreas de baixas produtividades na catação e colheita final assim continuaram na produtividade total, como visto na borda inferior leste do talhão.

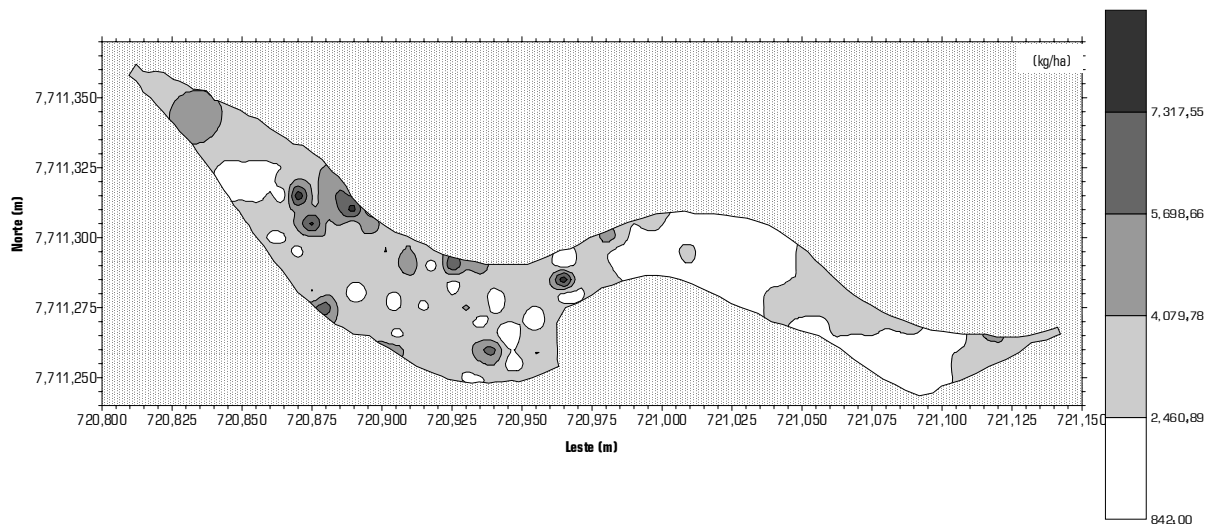


Figura 22 - Produtividade (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação no talhão estudado.

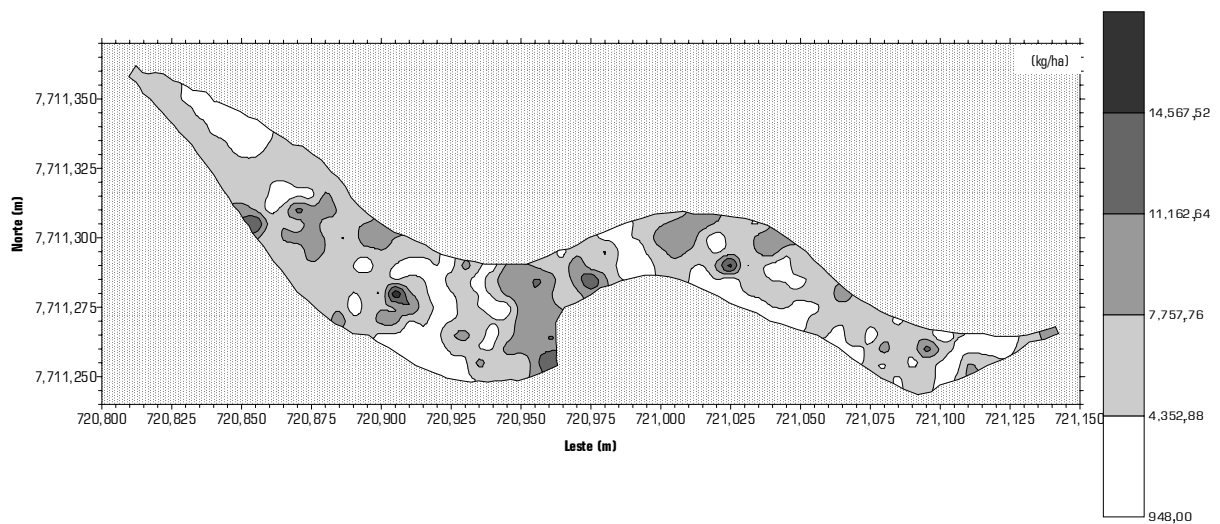


Figura 23 - Produtividade (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na colheita final no talhão estudado.

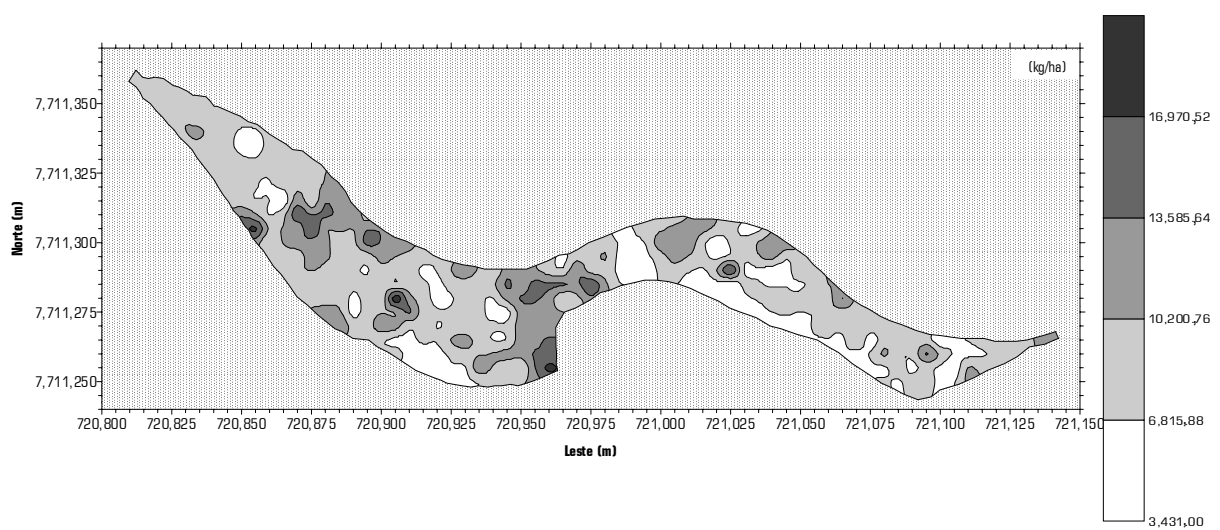


Figura 24 - Produtividade filtrada interpolada total (kg/ha) de café em coco, à umidade de 11% b. u., no talhão estudado.

Tabela 7 - Estatísticas de produtividade (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., na catação, colheita final e total, no talhão estudado.

Estatísticas	Catação	Colheita Final	Total
Número de valores interpolados	1.917	1.917	1.917
Média	3.013,27	5.918,30	8.931,57
Mediana	2.953,22	5.832,72	9.051,59
Mínimo	842,33	948,82	3.431,66
Máximo	8.126,87	16.269,20	18.662,90
Desvio Padrão	598,41	1.619,22	1.738,00
Coefficiente de Variação	19,86	27,36	19,46

Embora os máximos e variações de produtividade filtrada interpolada na catação e colheita final (Tabela 7) tenham sido inferiores aos de produtividade amostral calculada filtrada (Tabela 6), e mais ainda aos de produtividade amostral calculada (Tabela 5), a produtividade média total filtrada interpolada (Tabela 7) ainda superou 6.292,18 kg/ha. Além das possíveis causas de superestimação já citadas, aqui os parâmetros de interpolação adotados no mapeamento também podem ter influído.

Ademais, parte das diferenças entre respectivas estatísticas das produtividades amostrais calculadas (Tabela 5) e filtradas interpoladas (Tabela 7) deveu-se à irregularidade espacial da malha de amostragem. Como nenhum dos 128 pontos centrais da catação e 278 da colheita final, usados na interpolação, coincidiu com nós da malha de interpolação, o IDW ponderou os picos (máximos) e/ou vales (mínimos) originais em função de suas distâncias aos nós. Mesmo sem aplicar suavização na interpolação, todos os picos e/ou vales originais de produtividade foram "semi-suavizados", o que em parte é exibido pelos coeficientes de variação da Tabela 7, bem inferiores aos da Tabela 5.

Caso algum ponto central coincidissem com um nó, o valor original associado a esse ponto central receberia peso 1 e seria mantido nesse nó; os demais valores receberiam peso 0. Se se aplicasse suavização na interpolação, os "fatores de incerteza" incorporados aos dados originais reduziram a influência dos mesmos na predição de um nó (SURFER 6.01, 1995b).

Além de ter havido "semi-suavização", caso houvesse suavização propriamente dita na interpolação, a sobrestimação de valores mínimos e a subestimação de valores máximos seriam mais intensas. Isto reduziria ainda mais as amplitudes e variações entre valores, as curvaturas das isolinhas nos mapas e a tendência de formação de "bull's-eyes" do IDW.

Entretanto, caso a malha de amostragem fosse espacialmente regular, e os valores de produtividade os mesmos, a variação dos valores interpolados seria maior, pois picos e vales receberiam peso 1 e seriam atribuídos integralmente aos nós da malha. Mesmo com suavização, a influência desses valores na predição de um nó seria maior que com malha de amostragem espacialmente irregular. Contudo, a regularidade da malha de amostragem simplificaria o cálculo e uniformizaria o tamanho das áreas de influência de cada saco colhido para cada etapa da colheita, o que poderia reduzir variações entre valores de produtividade, calculados em função dessas áreas.



## Mapeamento de Produtividade com Amostragens Simuladas no Talhão

Na Tabela 8 exibem-se estatísticas do número de sacos colhidos por turno e por dia, na catação e colheita final, no talhão estudado. A variação por turno e por dia nas duas etapas da colheita deveu-se à grande variabilidade de maturação de frutos e conseqüente transferência de catadores para áreas de colheita mais urgente em outros talhões.

Dado possibilidade de taxas de amostragem altas não representarem bem turnos e/ou dias de colheita com poucos sacos colhidos, comprometerem a representatividade amostral e reduzirem a exatidão dos mapas gerados, deve-se considerar a disponibilidade de catadores na definição da metodologia e das taxas de amostragem de produtividade. Isto pode ser mais importante em cafezais de montanha insolados, onde a colheita é manual e a variabilidade de maturação tende a ser alta.

Nas Figuras 25, 26, 27, 28 e 29 exibem-se mapas de produtividade filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u., às taxas de amostragem simuladas (1:2, 1:3, 1:5, 1:8 e 1:10). Na Tabela 9 exibem-se estatísticas das produtividades interpoladas às taxas padrão e simuladas.

Tabela 8 - Estatísticas do número de sacos colhidos por turno e por dia, na catação e colheita final, no talhão estudado.

Estatísticas	Por turno		Por dia	
	Catação	Colheita Final	Catação	Colheita Final
Número de sacos colhidos	129	339	129	339
Média	21,50	30,82	43,00	67,80
Mediana	25,5	27	39	51
Mínimo	6	2	37	2
Máximo	33	66	53	126
Desvio Padrão	10,25	19,94	8,72	53,99
Coefficiente de Variação	47,68	64,72	20,27	79,63

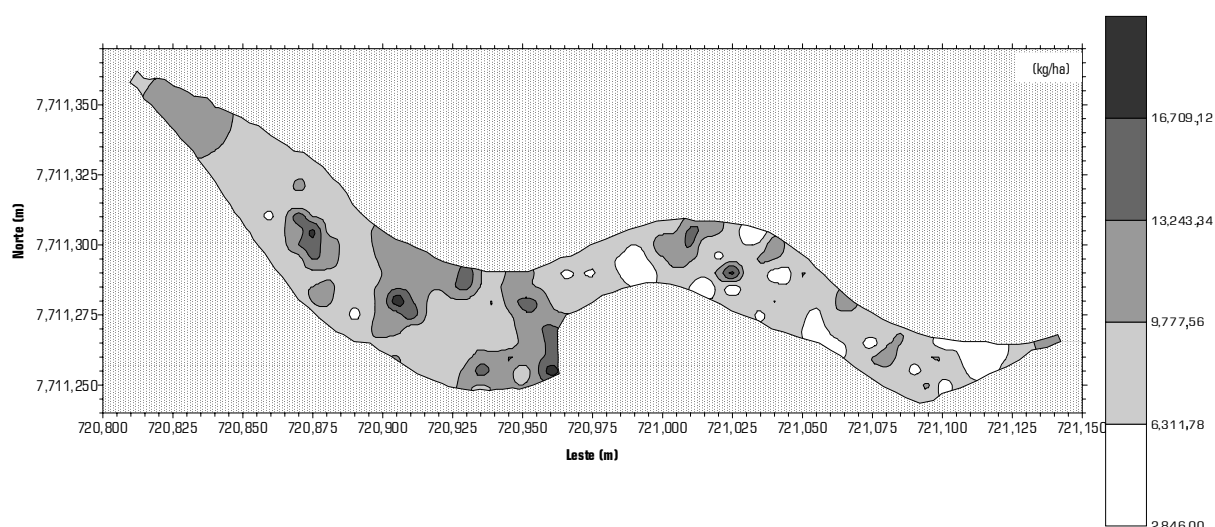


Figura 25 - Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:2, no talhão estudado.

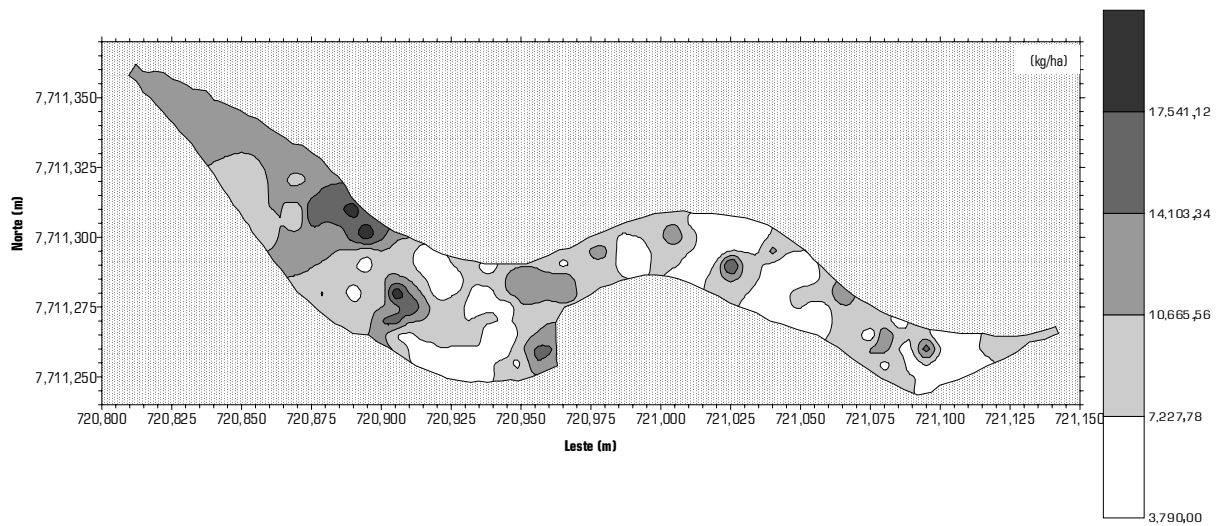


Figura 26 - Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:3, no talhão estudado.

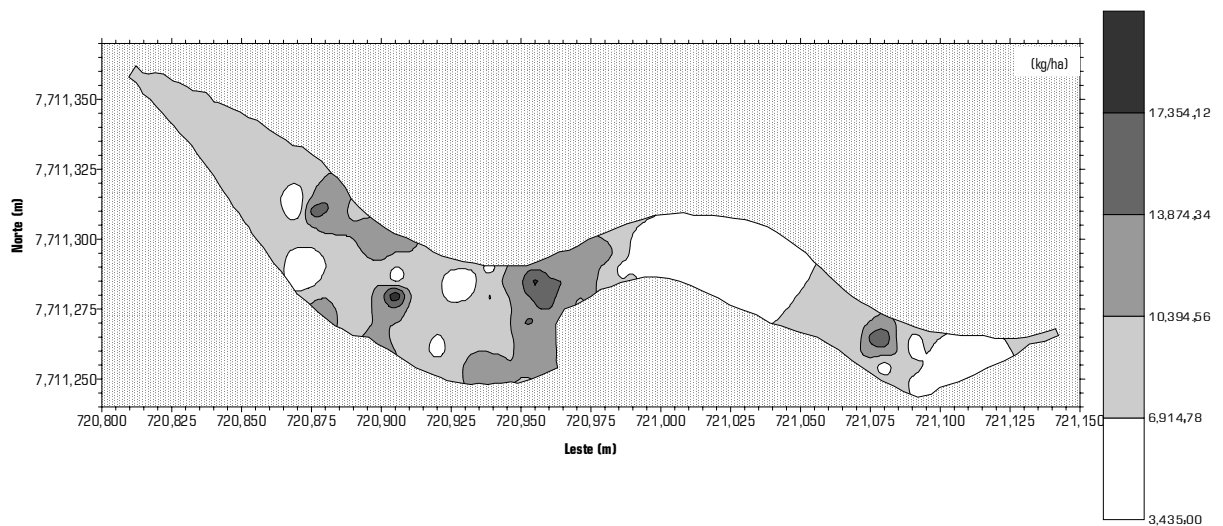


Figura 27 - Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:5, no talhão estudado.

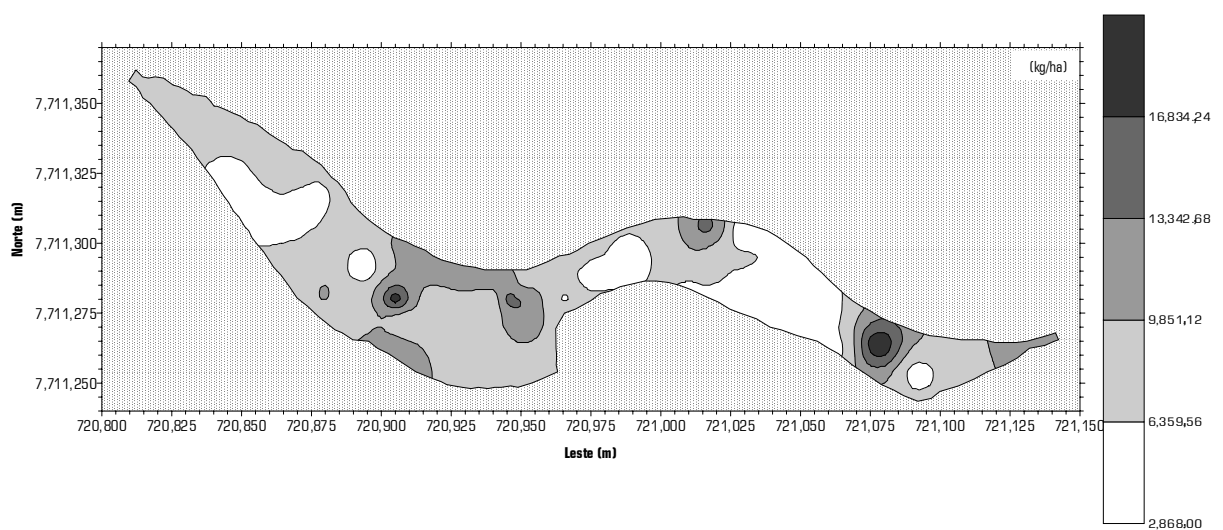


Figura 28 - Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:8, no talhão estudado.

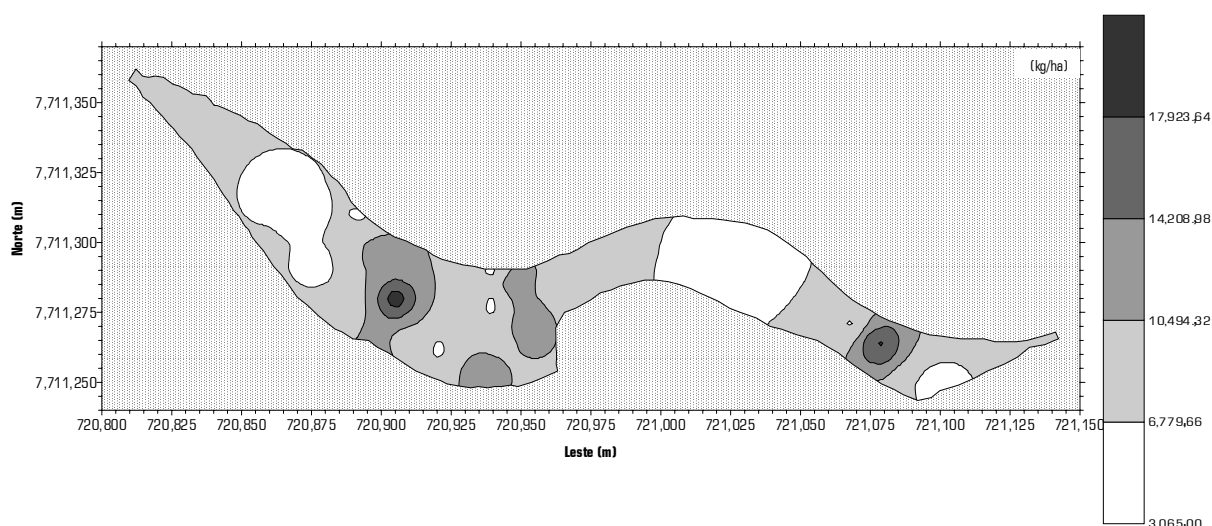


Figura 29 - Produtividade total (kg/ha) filtrada ( $\leq \mu + \sigma'$ ) de café em coco, à umidade de 11% b. u. e taxa de amostragem 1:10, no talhão estudado.

Visualmente, nota-se redução da semelhança entre o mapa da amostragem padrão (Figura 24) e os das amostragens simuladas com a redução da densidade amostral. Enquanto algumas áreas com produtividades altas e baixas assim continuaram até a taxa de 10 sacos, outras foram suprimidas, para o mesmo número de classes nos mapas.

Tabela 9 - Estatísticas de produtividade total interpolada, à umidade de 11% b. u., a diferentes taxas de amostragem, no talhão estudado.

Estatísticas	Taxas de Amostragem					
	1:1 (padrão)	1:2	1:3	1:5	1:8	1:10
Número de sacos colhidos	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917
Média	8.931,57	8.998,43	9.144,86	8.572,79	8.087,47	8.260,73
Mediana	9.051,59	8.996,91	8.743,75	8.580,65	7.940,39	8.204,77
Mínimo	3.431,66	2.846,77	3.790,28	3.435,57	2.868,38	3.065,26
Máximo	18.662,90	18.441,90	19.259,60	19.093,40	18.579,80	19.780,40
Desvio Padrão	1.738,00	1.288,26	1.726,60	1.453,02	1.529,14	1.349,31
Coefficiente de Variação	19,46	14,32	18,88	16,95	18,91	16,33

O mapa mais semelhante ao da amostragem padrão (Figura 24) foi o da taxa 1:2 (Figura 25), com produtividade média mais próxima (Tabela 9) e alguns picos, vales e manchas de menor variação semelhantes. O coeficiente de correlação ( $r$ ) em relação à taxa padrão foi maior à taxa 1:2 ( $r = 59,33\%$ ) que à taxa 1:3 ( $r = 48,63\%$ ). Isto não indica que a taxa 1:2 é mais adequada que 1:3, mas apenas que isso ocorreu, até porque esses coeficientes foram baixos, todas as malhas de amostragem foram irregulares e não se avaliou a significância dessas diferenças.

A redução da densidade de amostragem simplifica metodologias, poupa trabalho e reduz custos. Contudo, ela pode comprometer, e/ou dificultar, análises espaço-correlativas mais complexas ao generalizar e/ou mascarar correlações locais entre maior número de variáveis, principalmente em

amostragens em malhas irregulares. Nestas, omissão ou exclusão de possíveis valores extremos pode reduzir a exatidão da interpolação quando não há valores similares na vizinhança para compensar a falta. Em pesquisa, essa instabilidade é indesejável pois pode incitar interpretações erradas, e/ou excessivamente abrangentes, e impedir conclusões mais específicas. Já em trabalhos com uma ou poucas variáveis, séries temporais extensas ou rotinas de campo, pode ser preciso reduzir densidades de amostragem pois nem sempre se buscam informações estritamente locais, mas tendências.

Baseado nesses resultados de simulação de amostragem, ainda não se puderam recomendar densidades de amostragem, pois grande parte das análises foi visual e ainda se precisa estudar uma metodologia de amostragem para quantificar uma possível dependência espacial entre amostras e que permita melhorar o mapeamento.

Um problema para definir uma taxa de amostragem é a determinação da área de influência de cada saco colhido no cálculo da produtividade. Conforme a estratégia de mapeamento da produtividade, pode-se executar a metodologia de amostragem da produção de dois modos. No primeiro, se se objetivar mínima interferência na rotina de colheita, poder-se-ia identificar todos os sacos colhidos do mesmo modo, mas só pesá-los na taxa de amostragem de interesse. No segundo, caso se possa interferir na rotina de colheita, uma solução mais prática seria regularizar a malha de amostragem. Isto facilitaria o cálculo da área de influência de cada saco colhido ao padronizar o tamanho das células da malha.

Outro problema é que, como o café pode exibir alta variação a pequenas distâncias, seria desejável que as células da malha de amostragem fossem regulares para permitir identificar mais seguramente tendências espaciais, e tivessem até o tamanho das entrelinhas, o que sobrecarregaria a amostragem. Por outro lado, caso se aumentasse muito o tamanho dessas células, várias linhas de plantio poderiam ser omitidas e, conseqüentemente, valores extremos também.

### **Mapeamento da Classificação do Café Beneficiado**

Classificaram-se os grãos obtidos dos frutos cereja das amostras da catação como de tipo 5, 5/6 (65,89% das amostras) ou 6. Não houve tendência definida de variação, mas em algumas áreas de baixa produtividade na catação o tipo foi melhor. Dado que o processamento dos frutos cereja aumentou o número de defeitos dos grãos de várias amostras, além dos possivelmente já trazidos do campo, não se exibiu o mapa do tipo.

Mapeou-se a classificação por qualidade (descrições peneira e bebida com prova de xícara) do café obtido dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. Das 129 amostras totais, a média das duas amostras oriundas do cafeeiro onde se fechou um saco colhido 't1-123-c56' resultou em 128 pontos no mapa.

### Classificação por Peneira

Nas Figuras 32, 33, 34, 35, 36, 37 e 38 exibem-se mapas do percentual de massa da descrição peneira (19, 18, 17, 16, 14, Moca e Fundo, respectivamente). A Tabela 10 exhibe estatísticas da classificação por peneira das 128 amostras de café da catação no talhão estudado.

O percentual de massa da peneira 19, a maior na classificação dessas amostras, foi baixa e variou entre 3 e 4%, com coeficiente de variação de 12,14%. Houve tendência de aumento com os espaçamentos (Figura 9) e redução com a produtividade na catação (Figura 22), como visto nos 2/3 leste da área. Talvez, nos trechos menos produtivos os maiores espaçamentos e a menor concorrência por água e nutrientes entre cafeeiros possam ter favorecido o aumento dos grãos.

Os coeficientes de variação dos percentuais de massa das demais peneiras variaram entre 4,09%, para a peneira 17, e 37,11%, para a peneira Fundo (Tabela 10).

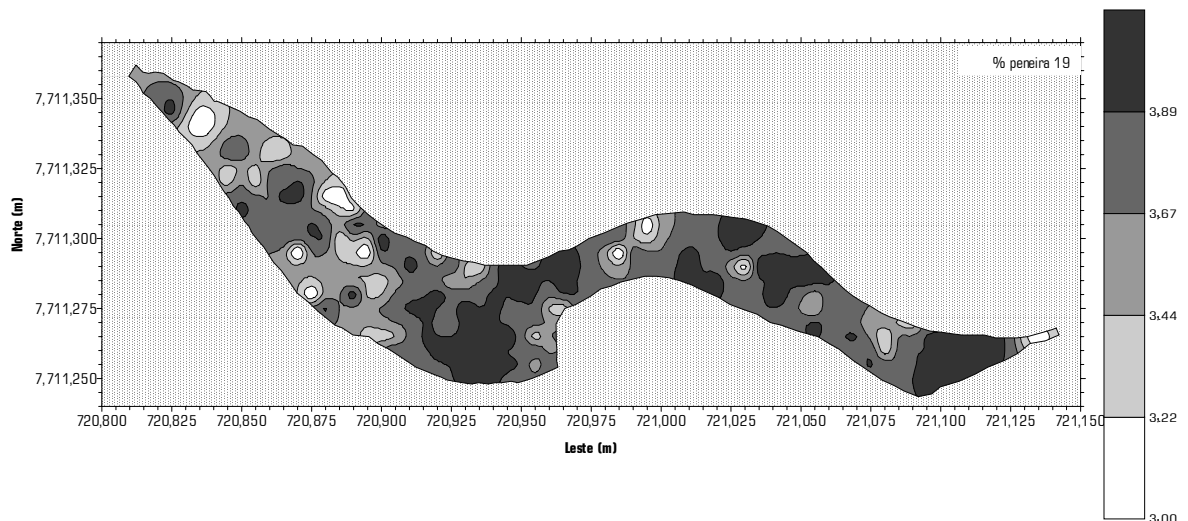


Figura 30 - Percentual dos grãos de peneira 19 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

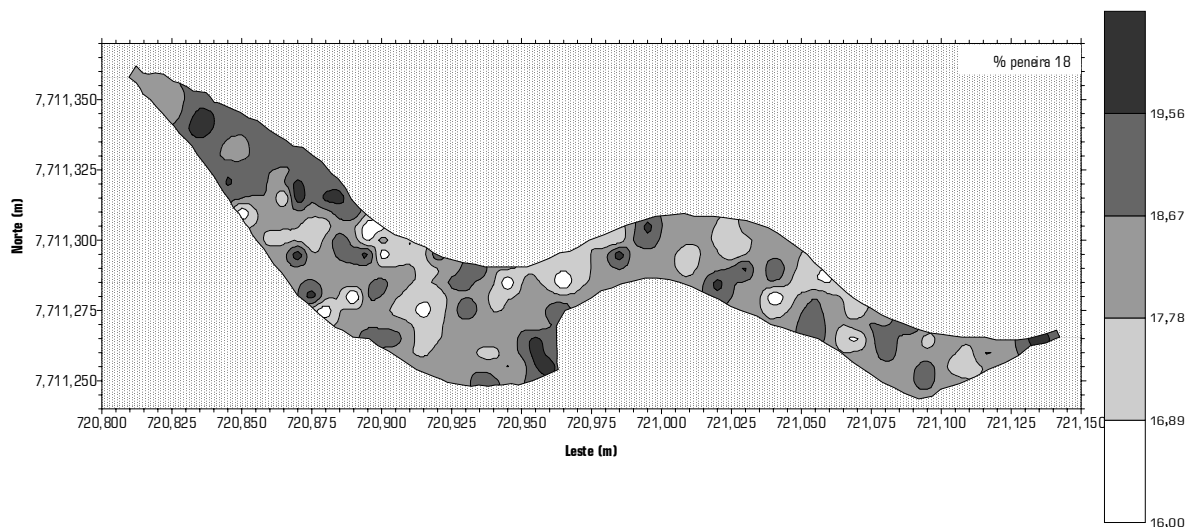


Figura 31 - Percentual dos grãos de peneira 18 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

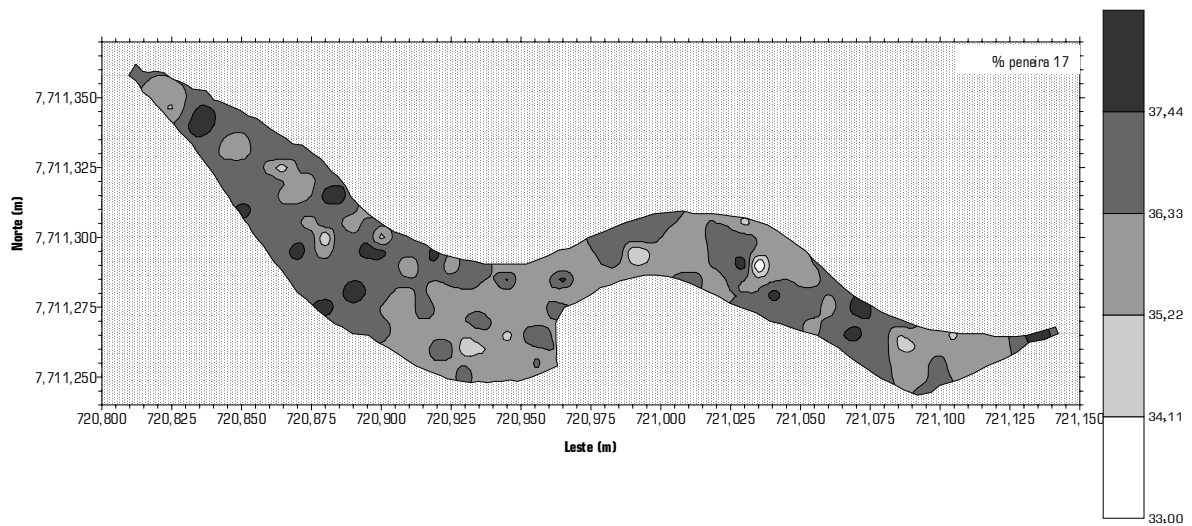


Figura 32 - Percentual dos grãos de peneira 17 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

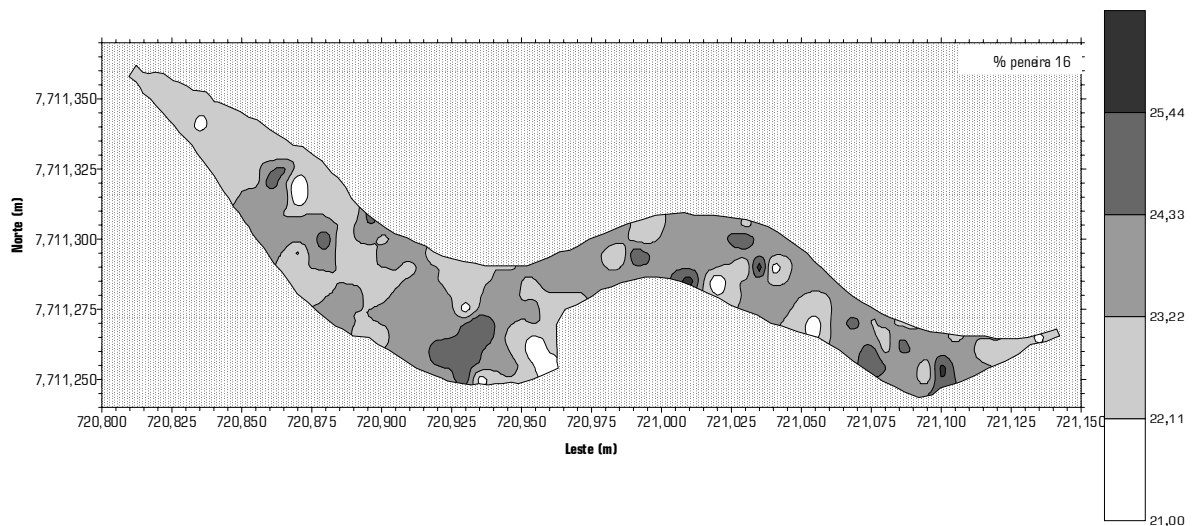


Figura 33 - Percentual dos grãos de peneira 16 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

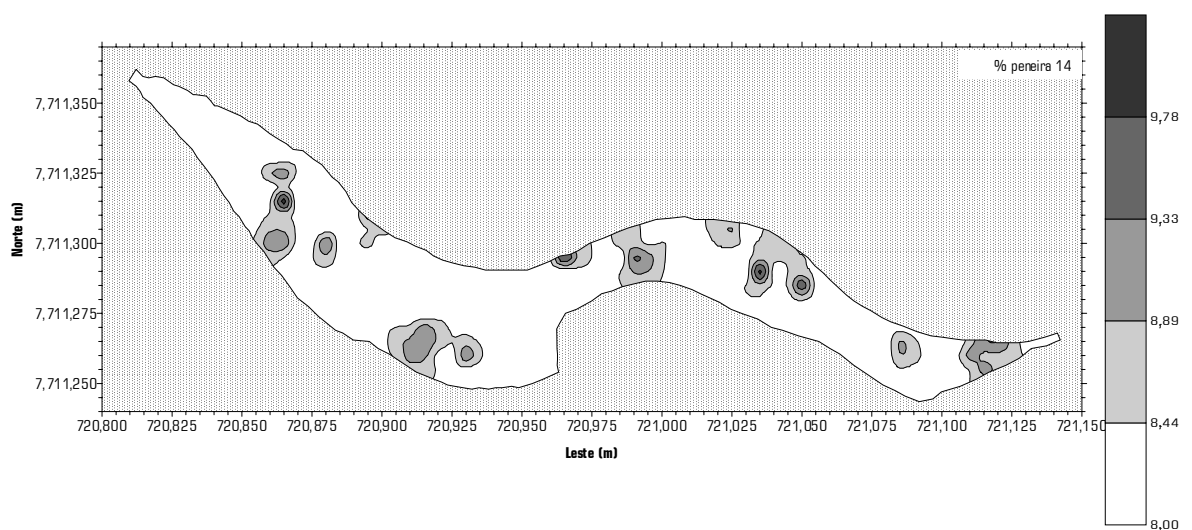


Figura 34 - Percentual dos grãos de peneira 14 obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

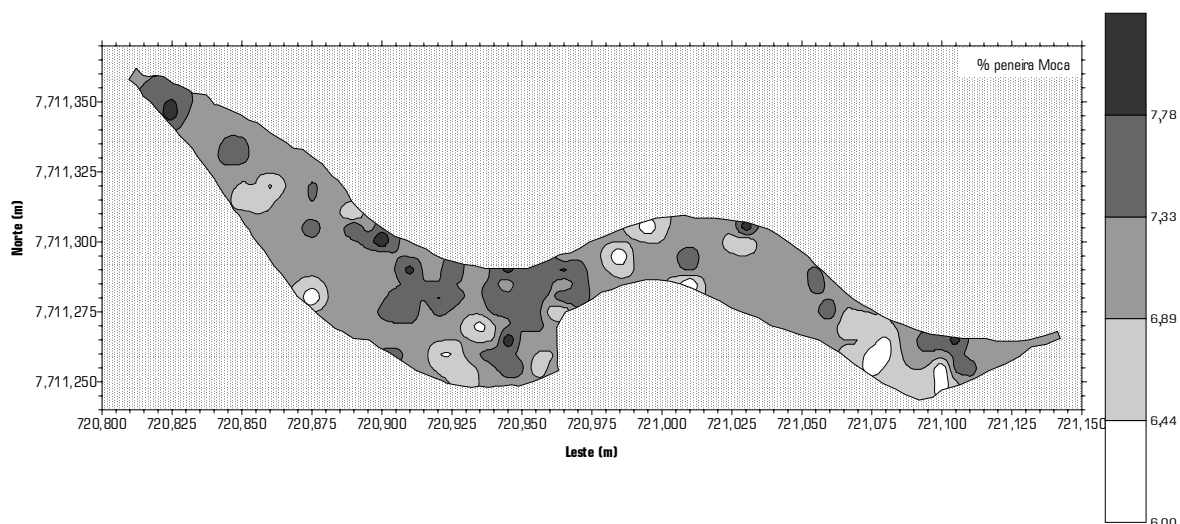


Figura 35 - Percentual dos grãos de peneira Moca obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

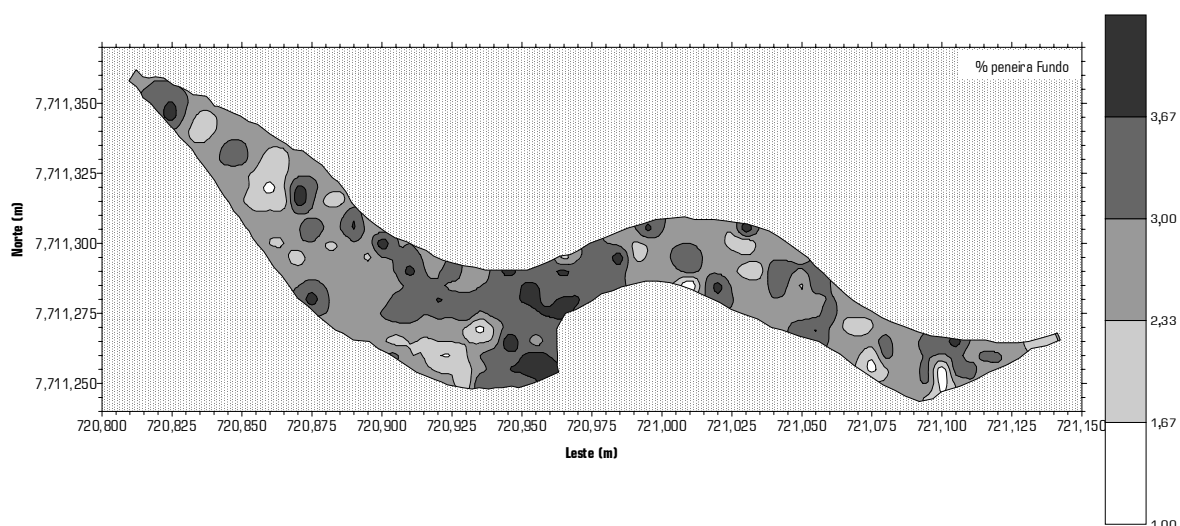


Figura 36 - Percentual dos grãos de peneira Fundo obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

Tabela 10 - Estatísticas das peneiras, em percentual de massa, das 128 amostras da catação, no talhão estudado.

Estatísticas	Peneiras								14 a 19*	Moca + Fundo**
	19	18	17	16	14	Moca	Fundo			
Média	3,72	18,23	36,45	23,34	8,30	7,11	2,85	90,04	9,96	
Mediana	4	18	37	23	8	7	3	90	10	
Moda	4	20	38	24	8	7	4	91	9	
Mínimo	3	12	33	21	8	6	1	88	7	
Máximo	4	20	38	26	10	9	4	93	12	
Desvio Padrão	0,45	1,58	1,49	1,54	0,71	0,64	1,06	1,51	1,51	
Coefficiente de Variação	12,14	8,66	4,09	6,62	8,60	9,08	37,11	1,68	15,20	

\* Café de favas maiores e classificado como Chato, de maior valor comercial.

\*\* Favas redondas e/ou menores, menos valorizadas.

Dado que a peneira influi no valor comercial do café, mapearam-se as somas dos percentuais das peneiras classificadas como Chato (19, 18, 17, 16 e 14) (Figura 37) e dos percentuais de Moca e

Fundo (Figura 38). O café Chato tem favas e valor comercial maiores, enquanto as favas redondas e/ou menores, Moca e Fundo, são menos valorizadas e destinadas a mercados menos exigentes.

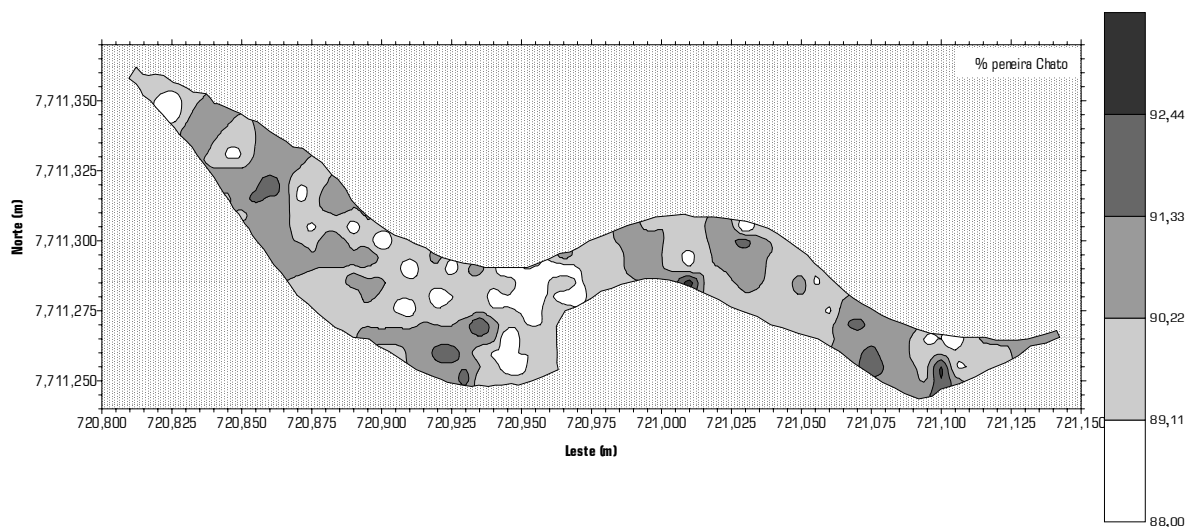


Figura 37 - Percentual dos grãos da peneira Chato (19, 18, 17, 16 e 14) obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

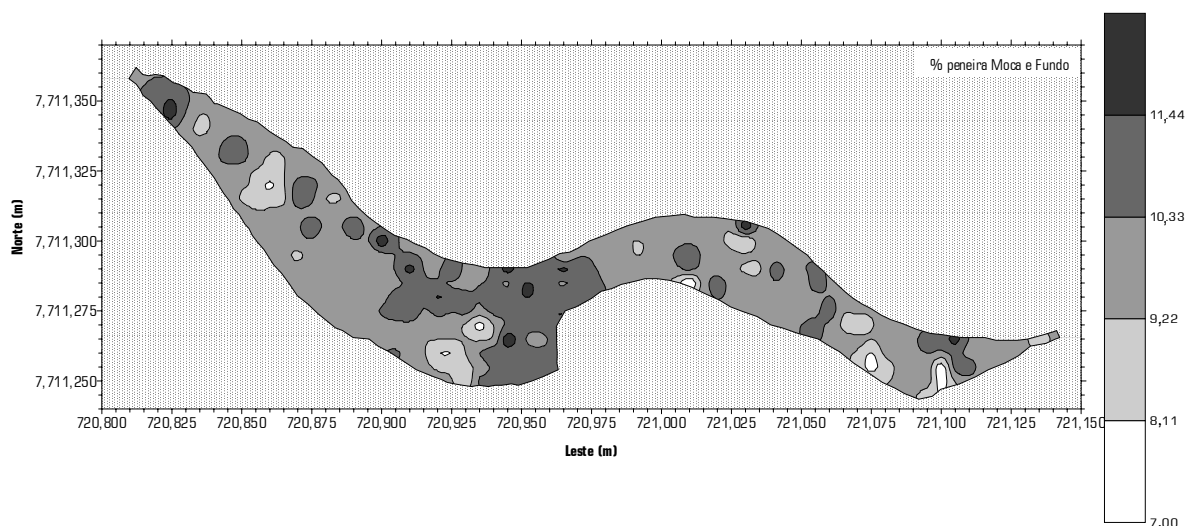


Figura 38 - Percentual dos grãos das peneiras Moca e Fundo obtidos dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado.

O percentual de massa do café Chato variou entre 88 e 93% com coeficiente de variação de 1,68% (Tabela 10). Já o percentual de massa do café Moca e Fundo variou entre 7 e 12% com coeficiente de variação 15,2%. A peneira variou em todo o talhão, tendendo a diminuir (menos café Chato) em alguns locais de maior produtividade total (Figura 24), como no centro da área.

#### Classificação da Bebida com Prova de Xicara

Nas Figuras 39, 40, 41 e 42 exibem-se mapas dos componentes da descrição bebida, com prova de xícara, respectivamente aroma, sabor, acidez e corpo, das 128 amostras. Não se mapeou a descrição torra por ela ter sido boa em todas as amostras. Na Tabela 11 exhibe-se o percentual do



número de amostras em cada nível dos componentes da bebida. Tais níveis são indicados nas legendas da figuras. A interpolação gerou valores não inteiros, os quais não existem na escala das análises sensoriais; eles apenas indicam um gradiente de qualidade.

O aroma variou entre os níveis 1 (fortemente agradável, 5,47%), em poucos trechos isolados, como em torno do centro da área, e 2 (moderadamente agradável, 93,75%), na maior parte do talhão. O aroma é desejável na bebida e tem certa relação com o sabor. Daí, recomenda-se iniciar a prova de xícara pela amostra de melhor aroma pois ele é usado para indicar a amostra de melhor sabor.

O sabor variou entre os níveis 1 (doce, 58,59%), em grandes trechos na metade oeste e em trechos isolados na metade leste do talhão, 2 (adocicado, 35,94%) em trechos dispersos e 3 (levemente adocicado, 5,47%) em poucos locais.

A acidez variou entre os níveis 1 (alta, 14,84%), 2 (média, 78,13%) e 3 (baixa, 6,25%), sendo alta ou baixa em trechos isolados e média na maior parte do talhão. Essa acidez é a cítrica, resultante do preparo do grão, e é apreciada e/ou exigida por alguns mercados. Como tal acidez difere da acética, indesejável e resultante de fermentação e má secagem, nem sempre alta acidez indica baixa qualidade.

O corpo variou entre os níveis 1 (encorpado, 53,13%) ou 2 (médio, 46,09%) em vários trechos isolados do talhão. De causas ainda desconhecidas, o corpo é desejável na bebida e citado como riqueza de sabor por se referir à sensação deixada no paladar do provador.

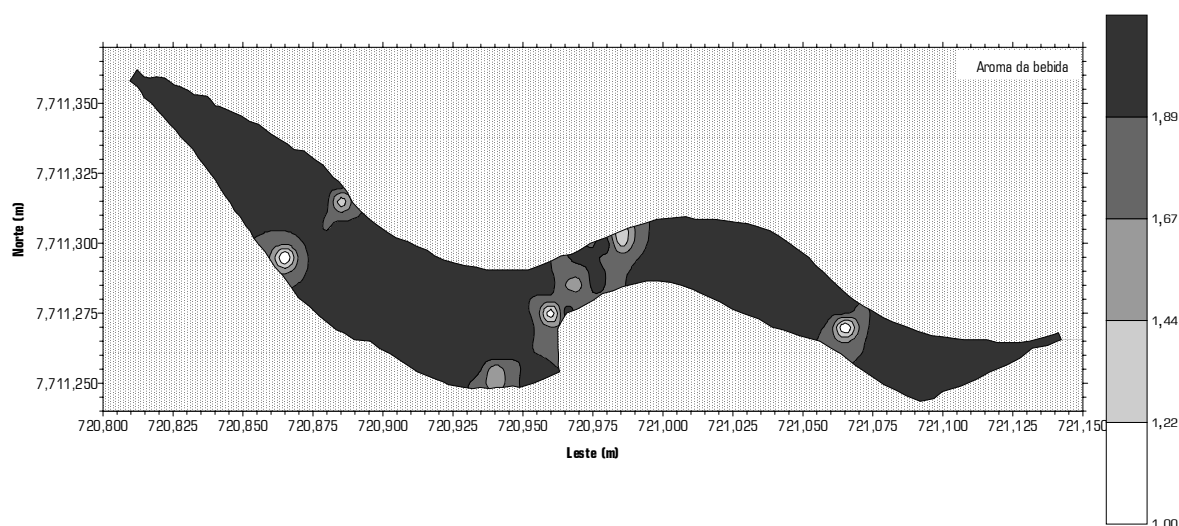


Figura 39 - Aroma da bebida obtida dos frutos cereja das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de aroma: 1 = Fortemente Agradável, 2 = Moderadamente Agradável, 3 = Ligeiramente Agradável).

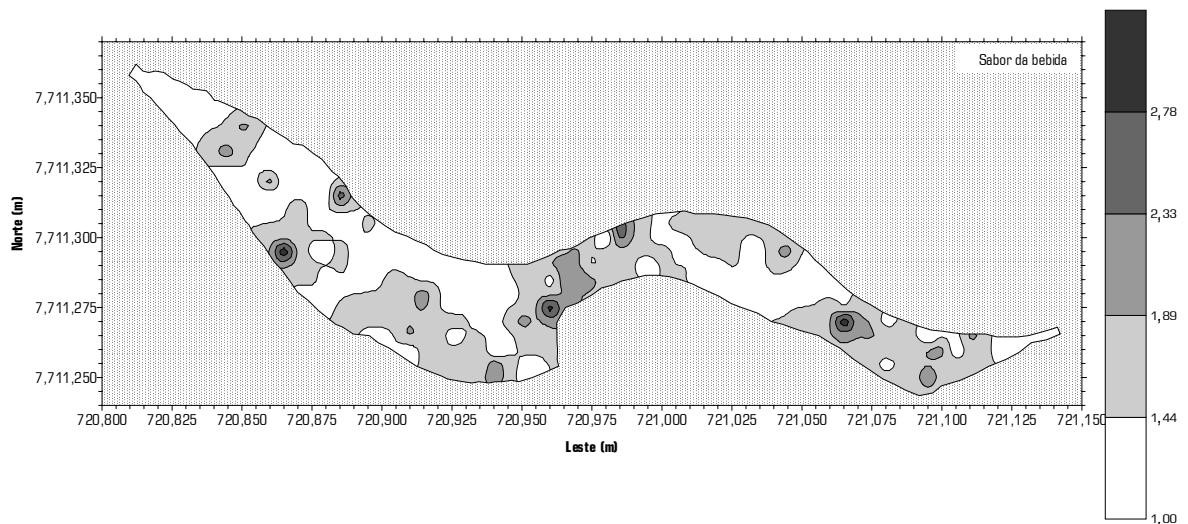


Figura 40 - Sabor da bebida obtida dos frutos cerejeira das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de sabor: 1 = Doce, 2 = Adocicado, 3 = Levemente Adocicado, 4 = Adstringente, 5 = Desagradável, 6 = "Retro").

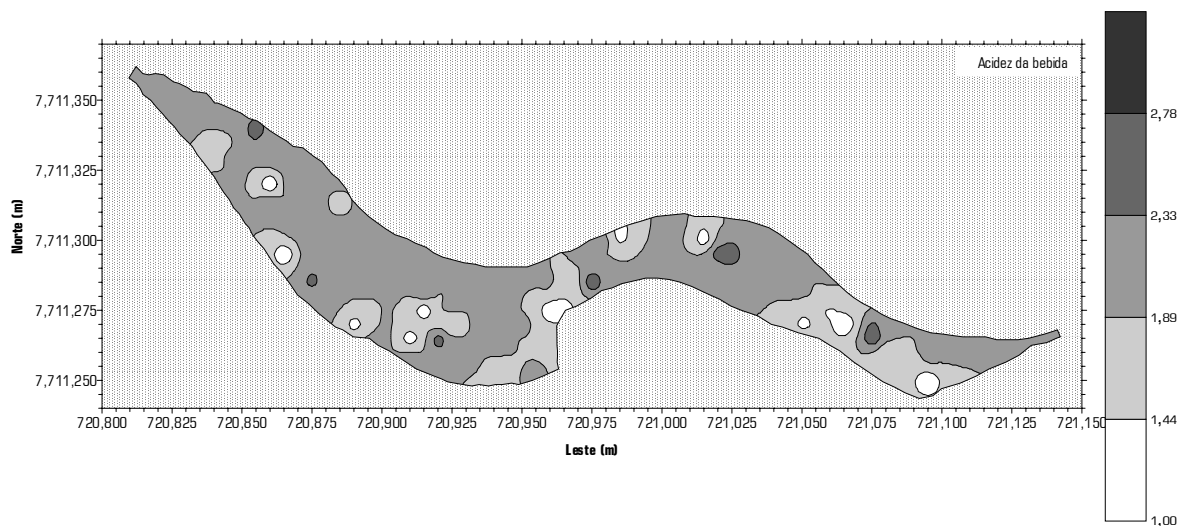


Figura 41 - Acidez da bebida obtida dos frutos cerejeira das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de acidez: 1 = Alta, 2 = Média, 3 = Baixa).

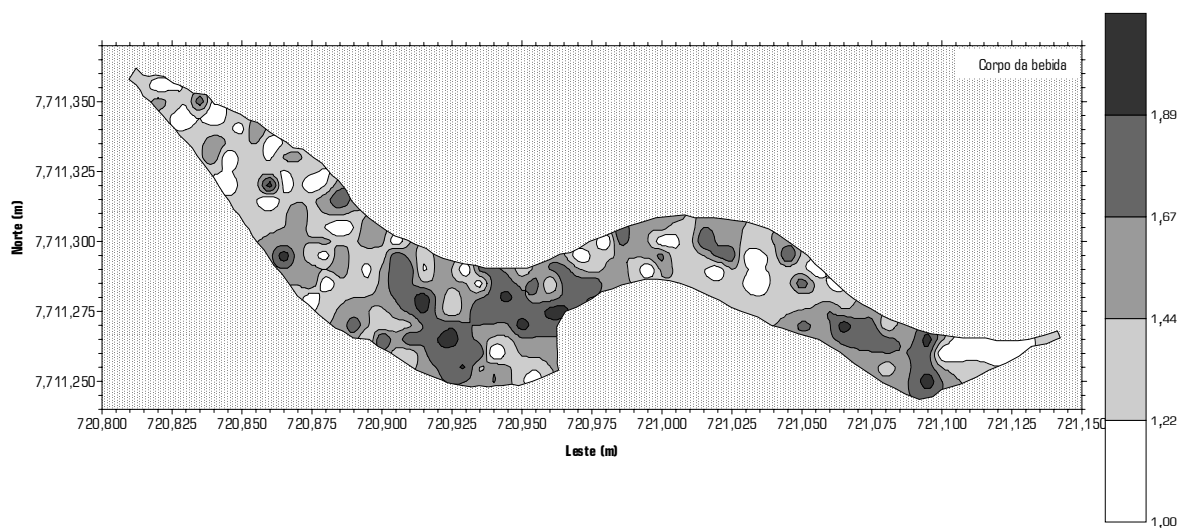


Figura 42 - Corpo da bebida obtida dos frutos cerejeira das 128 amostras da catação no talhão estudado. (Escala de corpo: 1 = Encorpado, 2 = Médio, 3 = Baixo).

Tabela 11 - Percentual do número de amostras da catação no talhão estudado em cada nível dos componentes da bebida.

Componente	% das 128 amostras nos Níveis dos Componentes*					
	1	2	3	4	5	6
Aroma	5,47	93,75	-	-	-	-
Sabor	58,59	35,94	5,47	-	-	-
Acidez	14,84	78,13	6,25	-	-	-
Corpo	53,13	46,09	-	-	-	-

\* Os níveis de cada componente são indicados nas legendas das Figuras 40, 41, 42 e 43.

Apesar das variações entre os componentes da descrição bebida entre amostras, não se mapeou sua classificação pois se classificaram todas como Estritamente Mole, que tem aroma e sabor mais acentuados que a Mole (padrão).

Contudo, isto não significa qualidade uniforme ou idêntica entre todas as amostras, pois pode haver tendência de provadores classificarem várias amostras de café uniformemente como de mesma bebida na análise sensorial (PIMENTA, 2003). Ademais, tais resultados são subjetivos e, portanto, sujeitam-se a divergências entre degustadores e até à disposição físico-mental do mesmo degustador durante a avaliação.

Dado tal subjetividade, têm-se buscado desenvolver métodos de análise objetivos de classificação, além da prova de xícara, independentes da hora, local ou quem o faça. Verificou-se relação direta da qualidade da bebida com as proporções e/ou razões entre constituintes (compostos voláteis, fenólicos totais, ácidos graxos e enzimas) da composição química final do grão (Amorim e Teixeira, 1975, citado por PINTO et al., 2002; THEODORO et al., 2002), a qual é determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais, e pelos métodos de colheita, processamento, armazenamento e torra (BARBOSA et al., 2002). Eis alguns parâmetros citados como qualitativos da bebida: atividade enzimática da polifenoloxidase; pH; acidez titulável total; compostos fenólicos totais; açúcares redutores, não-redutores e totais; fração etérea; cafeína e lixiviação de potássio (LOPES, 2000; THEODORO et al., 2002).

Devido a isso, acredita-se que análises químicas de qualidade pudessem revelar diferenças entre as constituições das 128 amostras mapeadas neste trabalho, até porque variaram alguns componentes da bebida (aroma, sabor, acidez e corpo) para a mesma classificação. Contudo, é possível que as variações entre os componentes da bebida sejam suficientes para uma classificação final mais criteriosa, ou aperfeiçoamento das existentes, o que dispensaria análises químicas, mais caras, complexas e ainda não exigidas em contratos comerciais.

## 5 Resumo e Conclusões

Neste trabalho, propôs-se metodologia para investigar e mapear variabilidade espacial da maturação dos frutos, produtividade e qualidade de café de montanha durante a safra 2002/3 no Município de Viçosa, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil.

A metodologia proposta consistiu de três etapas principais: anterior à colheita (georreferenciamento e codificação do talhão e cafeeiros), de colheita (pesagem e amostragem da produção) e após a colheita (classificação e processamento dos frutos das amostras, e mapeamento do talhão, da maturação dos frutos, de produtividade e da qualidade do café). A partir dos resultados obtidos, concluiu-se o seguinte:

- O código permitiu endereçar inequivocamente cafeeiros no campo, armazenar informação acerca deles, como a posição, e facilitou a etapa de colheita.
- Houve variação da umidade dos tipos de fruto, com redução progressiva no mesmo estágio de maturação ao longo da safra;
- O percentual de massa dos frutos cereja foi inferior a 50% em 67,4% das amostras na catação e em 82,3% das amostras na colheita final;
- A variação da umidade e maturação dos tipos de fruto pode causar erros de estimativa de produção caso se adotem uma umidade média para todos os tipos de fruto, e percentuais de massa fixos para os tipos de fruto;
- Na catação, o erro de estimativa de produção aumentou nas amostras com mais tipos de fruto mais úmidos. Na colheita final, com menor intensidade, esse erro aumentou nas amostras com mais tipos de fruto menos úmidos;

- Na catação, a produtividade filtrada interpolada de café em coco, à umidade de 11% b. u., variou de 842,33 a 8.126,87 kg/ha, com coeficiente de variação de 19,86%. Na colheita final, essa produtividade variou de 948,82 a 16.269,20 kg/ha, com coeficiente de variação de 27,36%;
- A produtividade filtrada interpolada total de café em coco, à umidade de 11% b. u., variou de 3.431,66 a 18.662,90 kg/ha, com coeficiente de variação de 19,46%;
- A filtragem de valores de produtividade, considerados espúrios, suavizou gradativamente variações e aproximou as médias de produtividade amostral calculada, nas duas etapas da colheita, da média total real no talhão, calculada a partir da produção total;
- A redução da taxa de amostragem simulada da produção diminuiu a semelhança entre os mapas de produtividades totais simuladas e o da amostragem padrão, mas manteve as tendências de variabilidade;
- O tipo do café dos frutos cereja das 128 amostras da catação variou entre 5, 5/6 (65,89% das amostras) e 6;
- O tamanho dos grãos variou entre as peneiras 19, 18, 17, 16, 14, Moca e Fundo;
- Houve variações nos componentes da descrição bebida (aroma, sabor, acidez e corpo), mas classificaram-se todas as amostras como de bebida Estritamente Mole;
- De modo geral, a metodologia proposta permitiu mapear a variabilidade da produtividade, porém, a dificuldade da definição da área de influência de cada saco colhido resultou em valores de produtividade irreais em alguns pontos, demandando futuros estudos na definição dessa área e, ou, em metodologias de filtragem dos dados.

## 6 Bibliografia

- ABECAFÉ. Associação Brasileira dos Exportadores de Café. **Exportações\Volume x Receita Cambial x Preço (janeiro/1999 a abril/2002)**. Disponível em: <<http://www.abecafe.com.br>>. Acesso em: 10/10/2002a, 11:13:35.
- ABECAFÉ. Associação Brasileira dos Exportadores de Café. **Oferta mundial de café nos países produtores**. Disponível em: <<http://www.abecafe.com.br/oferta.html>>. Acesso em: 9/4/2002b, 20:09:01.
- ABECAFÉ. Associação Brasileira dos Exportadores de Café. **Safras Mundiais 2002-2003 / Exportadores para todos os destinos novembro-2001 x novembro-2000 / Produção Final 2001-2002**. Disponível em: <<http://www.abecafe.com.br>>. Acesso em: 17/9/2002c, 21:24:36.
- ADAMCHUK, V. I.; MORGAN, M. T.; ESS, D. R. Rapid Determination of Soil pH for Precision Farming. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3094**, July, 1998. CD 2/2.
- Ag Leader Technology. **Yield Monitor 2000 Operator Manual**. Tri-Tech Communications & Publications. 202 p., 1997. Disponível em: <<http://www.agleader.com/support-manuals.htm>>. Acesso em: 07/08/2003, 21:32:25.
- AGRIDATA. **Sistema de Informações do Agronegócio de Minas Gerais**. Certificado de Origem. Disponível em: <<http://www.agridata.mg.gov.br/certica2.htm>>. Acesso em: 4/05/2002, 10:52:52.
- AL-JANOBI, A. A.; WAHBY, M. F.; AL-BELAKHY, M. A. A Laptop Computer Based Data Acquisition System to Monitor Tractor Performance. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3108**, July, 1998. CD 2/2.
- AMOSTRA. In: **Dicionário Aurélio Eletrônico - Século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Lexikon Informática Ltda. v. 3. 1999.
- AMOSTRAGEM. In: **Dicionário Aurélio Eletrônico - Século XXI: O Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Lexikon Informática Ltda. v. 3. 1999.
- ANTUNIASSI, U. R.; SALVADOR, A. Análise de Imagens Aéreas para Mapeamento de Plantas Daninhas em Sistemas de Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- ARCVIEW. The Spatial Analysis Function. In: **ArcView Spatial Analyst: Advanced Spatial Analysis Using Raster and Vector Data**. ESRI, Inc. Redlands, CA, EUA. 1996.
- AVELLAR, G., FRANÇA, G.E., OLIVEIRA, A.C., MANTOVANI, E.C. Uso de SIG's no Delineamento de Zonas de Manejo para Uso Agrícola. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.

- BACHA, C. J. C. **A Cafeicultura Brasileira nas Décadas de 80 e 90 e suas Perspectivas**. Preços Agrícolas, Piracicaba, a. 12, n. 141, p. 14-22, Ago, 1998. Disponível em: <[pa.esalq.usp.br/~pa/pa0898/bach0898.pdf](http://pa.esalq.usp.br/~pa/pa0898/bach0898.pdf)>. Acesso em: 22/07/2003, 23:49:39.
- BAIO, F. H. R.; BALASTREIRE, L. A. Avaliação de um Sistema para Aplicação Localizada de Defensivos Baseado na Variabilidade Espacial das Plantas Daninhas. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- BAIO, F. H. R.; BALASTREIRE, L. A. Avaliação de um Sistema para Aplicação Localizada de Defensivos Baseada na Variabilidade Espacial das Plantas Daninhas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 316 - 325, mai./ago. 2003.
- BAIO, F. H. R.; BALASTREIRE, L. A.; ANTUNIASSI, U. R. Análise da Correlação da Variabilidade Espacial Entre Seis Espécies de Plantas Daninhas e Atributos da Fertilidade do Solo. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- BAKSH, A.; JAYNES, D. B.; COLVIN, T. S.; KANWAR, R. S. Spatiotemporal Yield Variability Analysis for a Corn-Soybean Field in Iowa. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-1049**, July, 1998. CD 1/2.
- BALASTREIRE, L. A. **Agricultura de Precisão**. Piracicaba: Balastreire, L. A. (Ed.), 1998. 68 p.
- BALASTREIRE, L. A. **Determinação da Variabilidade Espacial dos Teores de Óleo e Proteína de Grãos de Soja (Glycine Max, [L.] Merrill)**. III Simpósio Sobre Agricultura de Precisão, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 16 - 18/10/2001.
- BALASTREIRE, L. A.; AMARAL, J. R.; LEAL, J. C. G.; BAIO, F. H. R. **Agricultura de Precisão: Mapeamento da produtividade de uma cultura de café**. III SIMPÓSIO SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 16 - 18/10/2001a.
- BALASTREIRE, L. A.; AMARAL, J. R.; ESQUERDO, J. C. D. M. **Agricultura de Precisão: Mapeamento da produtividade de uma cultura de laranja**. III SIMPÓSIO SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 16 - 18/10/2001b.
- BALASTREIRE, L. A.; BAIO, F. H. R. Metodologia para a Determinação do Tempo de Resposta de uma Equipamento de Injeção Direta de Defensivos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 326 - 332, mai./ago. 2003.
- BALASTREIRE, L. A.; ELIAS, A. I.; AMARAL, J. R. do. **Agricultura de Precisão: Mapeamento da Produtividade da Cultura do Milho**. Revista Engenharia na Agricultura, 5(1):308-324, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Out-Dez/1997.
- BALASTREIRE, L. A.; ESQUERDO, J. C. D. M. Adaptação de um Pulverizador Convencional para a Aplicação Localizada de Defensivos Agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 141 - 149, jan./abr. 2003.
- BARBOSA, R. M.; SILVA, P. H. A.; REGAZZI, A. J. Composição Química de Seis Categorias da Bebida Café Previamente Classificada pelo Teste de Xícara. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, n. 4, p. 45 - 51, 2002. [Especial Café].
- BÁRTHOLO, G. F.; FILHO, A. A. R. de M.; GUIMARÃES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. Cuidados na Colheita, no Preparo e no Armazenamento do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1989.
- BENJAMIN C. E. Sugar Cane Yield Monitoring System. **ASAE Meeting Presentation, Paper 00-1125**, July, 2000. CD 1/2.
- BERGEIJK, J. V.; GOENSE, D.; WILLIGENBURG, L.G. V.; SPEELMAN, L. **Dynamic Weighting for Accurate Fertilizer Application and Monitoring**. Journal of Agricultural Engineering Research, Silsoe Research Institute, UK, 80: 25-35, 2001.

- BÍBLIA. Evangelho de São Mateus. Português. **Bíblia Sagrada**. Tradução do Padre Antônio Pereira de Figueiredo. Rio de Janeiro: Encyclopaedia Britannica Publishers, 1977. p. 12. Edição Ecumênica. Bíblia. N. T. Notas e Dicionário da Bíblia por Dom José Alberto L. de Castro Pinto.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Agência Câmara. **Ministro: cafeicultura passa por seu pior momento**. 22/7/2003. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/internet/agencia/materias.asp?pk=34431&pesq=cafeicultura>>. Acesso em: 25/07/2003, 22:51:35.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BROWN, G. K. Florida Citrus can be Mechanically Harvested. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-1091**, July, 1998. CD 1/2.
- BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford, Oxford University Press, 194 p. 1986.
- CAFÉS DO BRASIL. **Regiões produtoras de Café. Arabica, Minas Gerais, Matas de Minas**. Disponível em: <http://www.cafe.com.br/brazil/brasil/index.html>>. Acesso em: 29/10/2001, 21:13:33, 2ª Feira.
- CAIXETA, G. Z. T. **Comportamento Atual do Mercado de Café**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 9-13, 1998a.
- CAIXETA, G. Z. T. **Mercado de Café, Novo Perfil e Novas oportunidades**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 14-15, 1998b.
- CAIXETA, G. Z. T.; TEIXEIRA, S. M. **A Globalização e o Mercado do Café**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 199, p. 74-82, Jul-Ago/1999.
- CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Definição e Esquematização das Fases Fenológicas do Cafeeiro Arábica nas Condições Tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65 - 68, 2001.
- CAMARGO, R. de e TELLES JÚNIOR, A. de Q. Botânica do Cafeeiro. In: \_\_\_\_\_. **O café no Brasil, sua Aclimação e Industrialização**. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1953a. v. 1, p. 38 - 88. (Série Estudos Brasileiros, 4).
- CAMARGO, R. de e TELLES JÚNIOR, A. de Q. Sistemas de Cultura. In: \_\_\_\_\_. **O café no Brasil, sua Aclimação e Industrialização**. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1953b. v. 1, p. 320 - 377. (Série Estudos Brasileiros, 4).
- CAMPOS, G. M. **Estatística Prática para Docentes e Pós-Graduandos - Variância e covariância**. Atualizada a 20/12/2000. Disponível em: [http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc\\_livro/gmc\\_livro\\_cap16.html](http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc/gmc_livro/gmc_livro_cap16.html)>. Acesso em: 20/08/2003, 18:24:06.
- CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. de R.; SOUZA, S. M. de. Fatores que afetam a Qualidade do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.
- CERRI, D. G. P. e BALASTREIRE, L. A. A. Avaliação do Tempo de Resposta de um Sistema de Aplicação Localizada de Calcário a Taxas Variáveis. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- CERRI, D. G. P.; BALASTREIRE, L. A. Desenvolvimento de um Sistema de Aplicação Localizada de Calcário a Taxas Variáveis. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 122 - 128, jan./abr. 2003.
- CHOU, Yue-Hong. **Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems**. Santa Fe: OnWord, EUA, 474 p., 1997.



- COCHRAN, W. G. **Técnicas de Amostragem**. John Wiley & Sons, Inc., New York. Rio de Janeiro: USAID, 1965. 428 p.
- COLVIN, T. S.; ARSIAN, S. **Site-Specific Management Guidelines. Yield Monitor Accuracy**. Potash & Phosphate Institute (PPI), Georgia, EUA, 1999. Disponível em <[http://www.ppi-far.org/ppiweb/ppibase.nsf/\\$webindex/article=0454E0CA85256965005E1B99BDE10C51](http://www.ppi-far.org/ppiweb/ppibase.nsf/$webindex/article=0454E0CA85256965005E1B99BDE10C51)>. Acesso em: 24/07/2003, 2:14:10.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Café-2003/2004 - 2ª Estimativa, jun./2003 (Pré-colheita)**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/safracafe.pdf>>. Acesso em: 10/12/2003, 4:53:09.
- CORTEZ, J. G. Aptidão Climática para a Qualidade da Bebida nas Principais Regiões Cafeeiras de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 27-31, 1997.
- COUTO, E. G; SCARAMUZZA, J. F.; MARASCHIN, L. Influência dos Métodos de Interpolação dos Dados nos Mapas Usados na Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- COWAN, T. **Precision Agriculture and Site-Specific Management: Current Status and Emerging Policy Issues**. National Council for Science and the Environment, 2000a. Disponível em: <<http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Agriculture/ag-99.cfm>>. Acesso em: 20/3/2003, 18:16:02.
- COWAN, T. **Precision Agriculture: A Primer**. National Council for Science and the Environment, 2000b. Disponível em: <<http://www.ncseonline.org/NLE/CRSreports/Agriculture/ag-97.cfm>>. Acesso em: 20/3/2003, 18:17:59.
- CREMONINI, L. C. M. e MOLIN, J. P. Acurácia de Mapas Altimétricos Obtidos por Monitores de Produtividade. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- DAAMEN, M. L. J., ROCHA, J. V., LAMPARELLI, R.A.C., ZULLO JR, J. Mapeamento da Variabilidade Espacial da Produção da Cultura de Cana-de-Açúcar por Meio de Processamento Digital de Imagens de Satélite e Análise de Componentes Principais. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- DEGEN, P.; SCHMITTMANN, O.; HIEN, P.; K.-H, KROMER Volume and Scale Based System Masuring Machine Capacity and Yield and Soil Tare of Sugar Beet. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3107**, July, 1998. CD 2/2.
- DEMME, M.; AUERNHAMMER, H.; ROTTMEIER, J. Georeferenced Data Collection and Yield Measurement on a Self Propelled Six Row Sugar Beet Harvester. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3103**, July, 1998. CD 2/2.
- DIKER, K.; BAUSCH, W. C.; PODMORE, T. H. GIS Mapping of Plant Parameters and Yield Potential Estimated by Remote Sensing. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3143**, July, 1998. CD 2/2.
- DURRENCE, J. S.; PERRY, C. D.; VELLIDIS, G.; THOMAS, D. L.; KVIEN, C. K. Evaluation of Commercial Cotton Yield Monitors in Georgia Field Conditions. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3106**, July, 1998. CD 2/2.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Máquina Portátil Moderniza a Colheita de Café**. Disponível em: <<http://www.cnpdia.embrapa.br/cafe.html>>. Acesso em: 29/10/2001, 22:05:24.
- ESQUERDO, J. C. D. M. e BALASTREIRE, L. A. A. Aplicação Localizada de Herbicida Utilizando um Pulverizador Convencional Adaptado. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.

- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT / Agriculture Data**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 03/05/2003, 23:19:16.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT / Agriculture Data**. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.Primary&Domain=Production&servlet=1&language=EN&hostname=apps.fao.org&version=default>>. Acesso em: 4/11/2001, 20:04:32.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT / Agriculture Data**. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>>. Acesso em: 9/4/2002, 21:43:49.
- FIGUEIREDO, Z. N., ANTUNIASSI, U. R., CARVALHO, W. P. A. de; PINTO, D. R. Avaliação de Desempenho de Sistemas de Controle Eletrônico para Pulverizadores Utilizando Controladores Lógicos Programáveis. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- FREITAS, J.G. Espacialização de Variáveis e da Produtividade de Soja e Milho em Agricultura de Precisão para o Gerenciamento por Unidades de Manejo. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- GUARÇONI, R. C.; SILVA, J. N.; FONSECA, A. F. A.; SILVEIRA, J. S. M. **Influência de distintos percentuais de frutos colhidos verdes no rendimento do café conilon**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.17, n.3, p.105-109, mar. 1998.
- GUIMARÃES, A. A.; SARAIVA, A. M.; CUGNASCA, C. E. Protocolos de Comunicação Serial: O Can Bus e a Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002a. 1 CD.
- GUIMARÃES, A. M.; VRIESMANN, L. M.; CANTERI, M. G.; CATANEO, A.; MOLIN, J.P. Desenvolvimento de um Algoritmo Genético para Mineração de Dados na Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002b. 1 CD.
- HEMMING, J.; RATH, T. **Computer-Vision-based Weed Identification under Field Conditions using Controlled Lighting**. Journal of Agricultural Engineering Research, Silsoe Research Institute, AgEng 2000, UK, 78: 233-243, 2001.
- IBGE. **Cartografia Terrestre**. Disponível em: <<http://www.concar.ibge.gov.br/Plano/pcn04.htm>>. Acesso em: 16/11/2002, 23:08:44.
- IRMAK, A.; JONES, J. W.; BATCHELOR, W. D. Estimating Spatially Variable Soil Properties for Application of Crop Models in Precision Agriculture. **ASAE Meeting Presentation, Paper 00-3037**, July, 2000. CD 1/2.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **Introduction to Applied Geostatistics**. Oxford University Press, New York, NY. 1989. 561 p.
- JOHANN, J. A.; MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. de; NÓBREGA, L. H. P. Análise Espaço Temporal do Teor de Potássio dos Anos Agrícolas 97/98 à 00/01 em uma Área de Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002a. 1 CD.
- JOHANN, J. A.; URIBE-OPAZO, M. A.; ROCHA, J. V.; SOUZA, E. G. Modelagem da Correlação Espacial entre Mapas de Produtividade da Soja e Mapas de Atributos do Solo por Meio de Análise de Componentes Principais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 383 - 390, set. 2002b.
- KORMANN, G.; AUERNHAMMER, H.; DEMMEL, M. Testing Stand for Yield Measurement Systems in Combine Harvesters. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3102**, July, 1998. CD 2/2.

- LAMB, D. W.; BROWN, R. B. **Remote-Sensing and Mapping of Weeds in Crops**. Review Paper. Journal of Agricultural Engineering Research, Silsoe Research Institute, UK, 78: 117-125, 2001.
- LANDIM, P. M. B. **Introdução aos Métodos de Estimção Espacial para Confecção de Mapas**. DGA, IGCE, UNESP / Rio Claro, Laboratório de Geomatemática. Texto Didático 02, 21 p. 2000. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/Surfer.pdf>>. Acesso em: 27/07/2003, 10:49:11.
- LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. C.; CORSI, A. C. **Introdução à Confecção de Mapas pelo Software Surfer®**. DGA, IGCE, UNESP / Rio Claro, Laboratório de Geomatemática. Texto Didático 08, 21 p. 2002. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/Surfer.pdf>>. Acesso em: 23/07/2003, 16:29:11.
- LEAL, J. C. G. **Mapeamento da Produtividade na Colheita Mecanizada do Café**. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Máquinas Agrícolas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- LEICK, A. **GPS Satellite Surveying**. Department of Surveying Engineering, University of Maine, USA. John Wiley & Sons, Inc. 2a ed., 1995.
- LOPES, L. M. V.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G.; VILELA, R. V.; CARVALHO, V. D. de. Avaliação da Qualidade de Grãos de Diferentes Cultivares de Cafeeiro (*C. arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, n. 1, p. 3 - 8, 2000. [Especial Café].
- MANTOVANI, E. C. Agricultura de Precisão e sua Organização no Brasil. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. del; QUEIROZ, D. M. de; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R. do; GOMIDE, R. L. **Agricultura de Precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p. 1-42.
- MANZIONE, R. L., RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L. Análise Espacial Multivariada Aplicada na Definição de Zonas de Manejo da Acidez do Solo. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, J. F.; COUTO, E. G. Estudo e Aplicação de Calagem e de Fosfato em Taxa Variável em uma Área da Fazenda Pejuçara, Sorriso – MT. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- MATIELLO, J. B. **Fatores que Afetam a Produtividade do Café no Brasil**. In: RENA, A B; MALAVOLTA, E; ROCHA, M; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO, 1984, Poços de Caldas – MG, Anais. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFÓS, 1986. 447 p.: il.
- MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. São Paulo: Editora Globo S. A., 1991. (Coleção do Agricultor. Grãos). Publicações Globo Rural.
- MEDEIROS, J. S. de e CÂMARA, G. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 17/11/2002, 00:30:31.
- MEIO AMBIENTE para Todos. **Glossário Bê-a-Bá**. Disponível em: <[http://www.meioambiente.org.br/beaba/beaba\\_a.asp](http://www.meioambiente.org.br/beaba/beaba_a.asp)>. Acesso em: 16/11/2002, 22:33:19.
- MELLO, E. V. de. **A Cafeicultura no Brasil**. In: ZAMBOLIM, L. Tecnologias de Produção de Café com Qualidade. 3º ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. 648p.: il.
- MEZZOMO, C. P. L.; RIBEIRO, M. T. F. **Os Novos Desafios da Cafeicultura - A Trajetória do Sul de Minas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 199, p. 83-92, Jul-Ago/1999.
- MILLER W. M.; WHITNEY J. D. Development of Yield Monitoring Systems for Florida Citrus. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-1098**, July, 1998. CD 1/2.

- MOLIN, J. P. Definição de Unidades de Manejo a Partir de Mapas de Produtividade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 83 - 93, jan. 2002.
- MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L. A. A. Desempenho de Distribuidora a Lanço com Doses Variáveis de Uréia. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 290 - 299, mai./ago. 2003.
- MOLIN, J. P.; MENEGATTI, L. A. A. Mapeamento da Resistência Elétrica do Solo por Sensor de Contato. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- NAMIKAWA, L. M. **Suavização de Isolinhas por Meio de Spline de Catmull-Rom Controlada**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos - SP, Brasil. [www.ic.unicamp.br/~cmbm/geoinfo/papers/133laercio.pdf](http://www.ic.unicamp.br/~cmbm/geoinfo/papers/133laercio.pdf). 179,3 Kb, consultado a 23/04/2002, 20:26:27.
- NERY, M. S.; ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, W. A. P. de; RUIZ, E. R. S.; LEÓN, M. J. de. Avaliação do Desempenho de um Sensor Óptico para Detecção de Plantas Daninhas sob Diferentes Superfícies, Espécies e Níveis de Sensibilidade. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- NEWSCOFFEE. **Das montanhas da Abissínia para as esquinas do mundo**. Disponível em: <http://www.newscoffee.com.br/historia.asp>. Acesso em: 30/10/2001, 14:48:08.
- NOGUEIRA, F. M. de B. **Aplicação da Geoestatística para Amostragens de Solo em Planície de Inundação**. XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000. Porto Alegre - RS. Disponível em: <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/impactos/vi-010.pdf>. Acesso em: 14/09/2003, 14:32:08.
- OLIVEIRA, F. C. M. DE; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C.; ZULLO JR, J. Variabilidade Espacial da Produtividade e Nutrientes Absorvidos pela Cultura de Cana-de-Açúcar Visando Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- PERRY, C. D.; DURRENCE, J. S.; VELLIDIS, G.; THOMAS, D. L.; HILL, R. W.; KVIEN, C. S. Field Experiences With A Prototype Peanut Yield Monitor. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3095**, July, 1998. CD 2/2.
- PETTYGROVE, G. S.; UPADHYAYA, S. K.; YOUNG, J. A.; MIYAO, E. M.; PELLETIER, M. G. Tomato Yield Variability Related to Soil Texture and Inadequate Phosphorus Supply. **Better Crops With Plant Food**. Potash & Phosphate Institute, Georgia, EUA. v. 83, n. 2, p. 7-9, 1999.
- PIERCE, F. J.; ANDERSON, N. W.; COLVIN, T. S.; SCHUELLER, J. K.; HUMBURG, D. S. e McLAUGHLIN, N. B. Yield Mapping. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E. J. **The State of Site Specific Management for Agriculture**. ASA, CSSA, SSSA, WI, EUA. p. 211 - 244, 1999.
- PIMENTA, C. J.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. de R. Peso, Acidez, Sólidos Solúveis, Açúcares e Compostos Fenólicos em Café (*C. arabica* L.), Colhidos em Diferentes Estádios de Maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, n. 1, p. 23 - 30, 2000. [Especial Café].
- PIMENTA, C. J.; VILELA, R. V. Atividade das Polifenoloxidasas, Enzimas Pectinolíticas e Qualidade do Café (*C. arabica* L.) Mantido por Diferentes Tempos à Espera da Secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, n. 6, p. 54 - 59, 2003. [Especial Café].
- PINTO, N. A. V. D.; PEREIRA, R. G. F. A.; FERNANDES, S. M.; THÉ, P. M. P.; CARVALHO, V. D. de. Caracterização dos Teores de Polifenóis e Açúcares em Padrões de Bebida do Café (*C. arabica* L.) Cru e Torrado do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, n. 4, p. 52 - 58, 2002. [Especial Café].

- PRATHER, T. G.; DENTON, H. P. **Calibrating the Yield Monitor**. Precision Farming Series. University of Tennessee, Agricultural Extension Service. 2002.  
<<http://bioengr.ag.utk.edu/Extension/ExtProg/Precision/pubs/CalibratingYieldMonitor.pdf>>. Acesso em: 17/09/2002, 22:30:34.
- PRIVETTE, C. V. e HAYES, J. C. Potential Benefits of Precision Farming in the Coastal Plains of South Carolina. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-1108**, July, 1998. CD 1/2.
- QUEIROZ, D. M. de; DIAS, G. P. MANTOVANI, E. C. **Agricultura de Precisão na Produção de Grãos**. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. del; QUEIROZ, D. M. de; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R. do; GOMIDE, R. L. Agricultura de Precisão. Viçosa: UFV, 2000. p. 1-42.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. São Paulo, Piracicaba: Agronômica Ceres / Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato - Potafos, 1991. 343 p.: il.
- RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L.; MANZIONE, R. L. Análise e Classificação de Mapas de Produtividade e de Atributos de Solo na Delimitação de Zonas de Manejo. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- RUFINO, J. L. dos S. Origem e Conceito de Agronegócio. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 199, p. 17-19, Jul-Ago/1999.
- SALVADOR, A.; ANTUNIASI, U. R. Métodos de Mapeamento da Distribuição Espacial da Infestação de Plantas Daninhas em Sistemas de Agricultura de Precisão. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- SARTORI, S.; FAVA, J. F. M.; DOMINGUES, E. L.; FILHO, A. C. R.; SHIRAI, L. E. Mapping the Spatial Variability of Coffee Yield with Mechanical Harvester. WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES - WCCA, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...**, 2002.
- SCARAMUZZA, J. F.; COUTO, E. G.; SELVA, E. C. & TONON, L. Estudo da Distribuição Espacial entre Boro e Matéria Orgânica e entre Fósforo e Zinco, em um Solo de Nova Mutum – MT. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- SENA JR, D. G.. **Sistema de Visão Artificial para Identificação de Plantas de Milho Atacadas pela Lagarta do Cartucho (*Spodoptera frugiperda*)**. 2002. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SENA JR, D. G.; PINTO, F. de A. de C.; QUEIROZ, D. M.; VIANA, P. A. Algoritmo de Processamento de Imagens para Controle Localizado de Pragas na Cultura do Milho. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- SHEARER, S. A.; FULTON, J. P.; MCNEILL, S. G.; HIGGINS, S. F.; MUELLER, T. G. **Elements of Precision Agriculture: Basics of Yield Monitor Installation and Operation**. University of Kentucky, College of Agriculture, Cooperative Extension Service. 10 p., 1999. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agpubs.htm>>. Acesso em: 07/08/2003, 19:09:01.
- SILVA, A. M. da; COELHO, G.; SILVA, P. A. M.; FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, P. T. G.; COELHO, M. R.; COELHO, G. S. Efeito da Época de Irrigação e da Fertirrigação sobre a Produtividade e a Qualidade Física do Café (safra 1999/2000). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 312 - 321, set. 2002a.
- SILVA, K. M. R.; CUGNASCA, C. E.; SARAIVA, A. M. AGRICAN – Simulador de Rede Baseada no Protocolo ISO 11783 Para Ambiente Web. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002b. 1 CD.



- SILVA, P. R. V. Espectroscopia / Espectrofotometria. **Histórico da Espectroscopia do Infravermelho Próximo (NIR - Near Infrared)**. Atualizada a 17/11/2001. Disponível em: <http://www.angelfire.com/ab/prvs/frame.html>>. Acesso em: 18/11/2001, 21:36:08.
- STAFFORD, J. V. **Implementing Precision Agriculture in the 21st Century**. Keynote Paper. Journal of Agricultural Engineering Research, Silsoe Research Institute, AgEng 2000, UK, 76: 267-275, 2000.
- STAFFORD, J. V. **Precision Agriculture Conference - further details**. Advance Notice. 1<sup>st</sup> European Conference on Precision Agriculture, Warwick University, UK, 1997. Disponível em: <http://precision.agri.umn.edu/precise-agri/archives/precise-agri-9602/0018.html>>. Acesso em: 2/2/2002 12:39:48.
- STROHMAN; R. D.; DIETTERICK; B.; MUELLER; W.; PHILLIPS; J.; SEIM; E. Developing a Geographic Information Systems for Agriculture Minor. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3152**, July, 1998. CD 2/2.
- SUDDUTH, K. A. **Engineering Technologies for Precision Farming**. USDA-Agricultural Research Service, Columbia, Missouri, USA. Journal of Production Agriculture 7:249-256. International Seminar on Agricultural Mechanization Technology for Precision Farming, Suwon, Korea, 27 May 1999.
- SURFER 6.01. **Surfer Help**. Inverse Distance to a Power. Surface Mapping System: Golden Software, Inc. Colorado, EUA. 1995a.
- SURFER 6.01. **Surfer Help**. Smoothing During Gridding - Smoothing Interpolators. Surface Mapping System: Golden Software, Inc. Colorado, EUA. 1995b.
- SURFER 6.01. **Surfer Help**. Smoothing Group - Contour Map Dialog Box. Surface Mapping System: Golden Software, Inc. Colorado, EUA. 1995c.
- THEODORO, V. C. de A.; GUIMARÃES, R. J.; JÚNIOR, M. M.; CHAGAS, S. J. R. Alterações da Qualidade de Grãos de Cafés (*C. arabica* L.) Colhidos no Pano e no Chão, Provenientes de Sistemas de Manejo Orgânico, em Conversão e Convencional. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, n. 4, p. 38 - 44, 2002. [Especial Café].
- VENDRÚSCULO, L. G. e VIEIRA, S. R. Proposta de uma Ferramenta Computacional para Análise Geoestatística Baseada na Internet. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- VIEIRA, S. R. Geoestatística em Estudos de Variabilidade Espacial do Solo. In: NOVAIS, R. F. de; V., VICTOR HUGO, A. e SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.1. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 350 p., 2000.
- VILELA, E. R. Secagem e Qualidade do Café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 55-63, 1997.
- VILIOTTI, C. A.. **Desenvolvimento de um sistema eletrônico para detecção da presença de plantas daninhas e controle da aplicação de herbicidas**. 2002. 52 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- VILIOTTI, C. A.; VIEIRA, L. B.; FERREIRA, L. R.; PASSOS, E. F.; DIAS, G. P. Desenvolvimento de um Circuito Eletrônico para Detecção de Plantas Daninhas e Aplicação Localizada de Herbicida em Tempo Real. In: 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, Viçosa, MG, Brasil, **Anais...**, 2002. 1 CD.
- WHITNEY, J. D. Field Test Results With Mechanical Harvesting Equipment In Florida Oranges. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-1092**, July, 1998. CD 1/2.

WHITNEY, J. D.; MILLER, W. M.; WHEATON, T. A.; SALYANI, M. Precision Farming Applications in Florida Citrus. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-1097**, July, 1998. CD 1/2.

WOLLENHAUPT, N. C.; MULLA, D. J.; CRAWFORD, C. A. G. Soil Sampling and Interpolation Techniques for Mapping Spatial Variability of Soil Properties. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E. J. **The State of Site Specific Management for Agriculture**. ASA, CSSA, SSSA, WI, EUA. p. 19 - 53, 1999.

YANG; B.; PEI; Z.; WANG; M. Sown Area Estimation Over a Large Area With RS and GIS. **ASAE Meeting Presentation, Paper 98-3144**, July, 1998. CD 2/2.

## **Apêndices**



## Apêndice A

### Dados do Georreferenciamento, Colheita e Maturação da Safra 2002/3 obtidos na Etapa da Catação

ID	Cafeeiro	x (m)	y (m)	z (m)	Produção (kg)	% de Frutos	% Verde	% Verdoengo	% Cereja	% Passa	% Seco
1	01.01a_003	720.953,189	7.711.251,267	712,755	46,21	97,70%	4,16%	13,26%	65,03%	11,54%	3,71%
2	01.02_009	720.843,518	7.711.321,274	707,810	40,19	97,55%	4,88%	12,12%	60,42%	15,87%	4,26%
3	01.03_024	720.827,946	7.711.343,936	712,103	45,01	98,92%	2,41%	15,46%	67,17%	11,50%	2,38%
4	01.03_027	720.822,470	7.711.349,770	711,953	40,55	98,65%	3,16%	19,43%	55,81%	15,83%	4,43%
5	01.04_002	720.874,640	7.711.278,500	710,600	17,65	98,05%	2,84%	17,98%	61,74%	12,48%	3,00%
6	01.04_028	720.820,934	7.711.353,204	710,158	49,97	97,21%	3,47%	8,08%	68,12%	14,58%	2,96%
7	01.05_008	720.865,334	7.711.294,608	709,334	28,98	98,58%	8,36%	15,65%	57,56%	11,69%	5,33%
8	01.05_024	720.841,728	7.711.332,558	708,672	14,79	98,59%	5,27%	31,35%	46,32%	11,01%	4,65%
9	01.05_033	720.827,633	7.711.349,368	710,182	47,68	98,11%	7,20%	8,90%	63,44%	16,74%	1,84%
10	01.06_026	720.844,719	7.711.330,645	711,004	44,85	98,14%	3,48%	15,09%	69,52%	9,12%	0,93%
11	01.06_037	720.876,983	7.711.352,353	711,830	48,60	98,58%	2,49%	15,89%	57,41%	17,32%	5,48%
12	01.07_017	720.907,919	7.711.258,641	711,767	49,89	99,00%	1,69%	13,59%	63,73%	17,50%	2,49%
13	01.07_019	720.899,460	7.711.264,002	711,392	26,07	99,12%	2,76%	26,37%	40,85%	17,61%	11,53%
14	01.07_020	720.896,051	7.711.266,379	711,398	44,61	99,14%	1,09%	16,96%	53,16%	20,02%	7,91%
15	01.08_019	720.892,039	7.711.270,308	713,225	46,98	99,53%	1,94%	28,30%	44,20%	19,00%	6,10%
16	01.08_032	720.858,628	7.711.314,446	712,953	46,69	99,14%	3,96%	29,50%	51,38%	10,43%	3,86%
17	01.08_049	720.833,571	7.711.349,683	712,229	45,64	99,65%	2,00%	11,68%	60,63%	18,78%	6,55%
18	01.09_005	720.939,620	7.711.252,794	713,820	41,77	99,21%	2,82%	22,93%	53,76%	16,85%	2,86%
19	01.09_017	720.877,436	7.711.286,615	713,710	48,29	98,74%	2,30%	24,54%	58,49%	11,03%	2,39%
20	01.09_039	720.838,298	7.711.345,937	712,010	48,60	98,99%	3,19%	17,94%	70,74%	6,31%	0,80%
21	01.10_005	720.937,332	7.711.254,322	713,643	44,82	98,73%	2,47%	20,89%	56,98%	16,30%	2,10%
22	01.10_018	720.880,281	7.711.285,257	713,286	45,22	98,95%	3,81%	18,87%	59,39%	14,15%	2,73%
23	01.10_043	720.892,348	7.711.347,578	712,976	49,23	98,06%	3,05%	18,70%	59,64%	12,38%	4,30%
24	01.11_007	720.928,322	7.711.255,623	712,837	10,78	98,94%	3,03%	31,11%	37,76%	19,01%	8,03%
25	01.11_014	720.898,038	7.711.271,657	713,620	45,00	99,12%	3,01%	36,14%	41,30%	13,41%	5,27%
26	01.11_028	720.861,577	7.711.317,745	714,443	40,87	98,71%	3,30%	31,30%	55,20%	8,47%	0,44%
27	01.11_029	720.860,444	7.711.320,016	714,910	42,54	99,17%	5,51%	28,69%	53,95%	9,78%	1,24%
28	01.12_018	720.848,973	7.711.338,941	712,953	48,19	98,76%	7,41%	27,24%	49,65%	9,27%	5,18%
29	01.14_005	720.939,818	7.711.259,386	714,121	47,71	98,57%	5,51%	14,20%	45,03%	25,36%	8,47%
30	01.14_006	720.935,256	7.711.258,251	714,489	30,86	98,91%	7,96%	25,08%	38,71%	20,60%	6,56%
31	01.14_013	720.910,231	7.711.266,701	715,316	46,89	98,72%	4,94%	24,97%	50,64%	15,83%	2,34%
32	01.14_024	720.877,746	7.711.297,716	715,693	50,04	99,49%	6,53%	21,03%	52,75%	14,16%	5,02%
33	01.14_027	720.872,345	7.711.309,036	715,619	49,64	98,89%	9,09%	26,95%	45,29%	16,13%	1,43%
34	01.14_039	720.852,896	7.711.338,513	715,149	26,81	98,58%	2,70%	22,95%	46,44%	19,73%	6,75%
35	01.15_005	720.942,240	7.711.262,117	716,519	40,47	98,95%	2,50%	27,42%	47,50%	17,66%	3,87%
36	01.15_011	720.921,320	7.711.263,729	715,694	43,05	98,97%	2,63%	30,89%	47,78%	11,39%	6,27%
37	01.16_011	720.925,890	7.711.264,639	716,969	25,32	98,15%	3,06%	29,09%	53,08%	9,34%	3,58%
38	01.16_016	720.907,830	7.711.270,472	715,260	47,67	98,49%	2,85%	33,05%	47,12%	10,17%	5,31%
39	01.16_026	720.880,331	7.711.296,333	714,300	48,08	99,14%	6,21%	25,98%	47,69%	12,53%	6,73%
40	01.16_027	720.878,053	7.711.300,795	714,372	46,46	98,02%	9,70%	27,21%	44,28%	14,01%	2,82%
41	01.17_021	720.964,521	7.711.276,065	715,759	48,52	98,62%	2,91%	21,31%	50,29%	20,37%	3,74%
42	01.17_022	720.960,909	7.711.275,007	715,846	43,60	97,77%	2,30%	15,73%	55,39%	11,91%	12,44%
43	01.17_024	720.950,499	7.711.270,429	717,662	9,58	98,75%	2,42%	29,32%	45,11%	16,98%	4,92%
44	01.17_029	720.923,535	7.711.268,077	716,686	46,59	98,49%	2,13%	20,50%	47,35%	16,98%	11,53%
45	01.17_039	720.886,334	7.711.293,047	716,153	46,98	99,54%	2,87%	19,36%	48,33%	20,97%	8,01%
46	01.18a.013	720.995,579	7.711.290,310	716,815	45,73	98,77%	2,27%	18,57%	56,05%	20,58%	1,30%
47	01.18b.009	720.913,814	7.711.275,433	714,833	45,67	98,85%	1,72%	18,35%	58,56%	13,18%	7,03%
48	01.18b.010	720.908,280	7.711.277,920	717,091	32,09	98,75%	1,59%	29,32%	48,43%	13,40%	6,00%
49	01.18b.014	720.894,578	7.711.288,238	716,494	17,15	99,15%	2,88%	20,80%	56,89%	17,73%	0,84%
50	01.19b.014	720.891,777	7.711.293,054	717,516	48,97	99,34%	1,96%	23,73%	52,23%	15,11%	6,31%
51	01.19b.018	720.878,942	7.711.304,596	716,427	28,77	97,52%	3,93%	16,62%	59,95%	13,26%	3,76%
52	01.19b.019	720.876,272	7.711.308,504	715,932	9,07	98,64%	0,87%	22,84%	49,54%	16,02%	9,37%
53	01.19b.023	720.865,895	7.711.321,305	717,956	46,32	97,72%	2,07%	11,45%	46,56%	26,08%	11,56%
54	01.20_019	721.018,417	7.711.289,434	718,481	41,20	99,03%	1,49%	21,30%	45,18%	22,31%	8,74%
55	01.20_024	720.998,334	7.711.293,448	717,442	43,32	98,91%	2,34%	26,30%	46,75%	20,30%	3,22%
56	01.20_037	720.937,509	7.711.275,291	718,910	49,18	99,56%	2,43%	33,66%	48,81%	8,51%	6,16%
57	01.20_040	720.924,265	7.711.277,206	718,595	43,97	99,48%	3,63%	32,99%	40,28%	15,49%	7,10%
58	01.20_042	720.915,317	7.711.280,097	718,453	21,57	98,95%	2,01%	30,85%	41,26%	15,78%	9,05%
59	01.21_012	721.051,251	7.711.272,938	719,059	49,52	99,23%	6,84%	27,55%	50,25%	13,69%	0,89%
60	01.21_017	721.033,745	7.711.284,858	718,635	43,03	98,69%	11,45%	29,63%	37,84%	14,76%	5,00%
61	01.22_002	721.094,797	7.711.250,044	719,255	46,94	99,45%	7,29%	35,16%	32,28%	18,34%	6,37%
62	01.23_007	721.081,523	7.711.257,103	719,692	47,37	98,69%	8,45%	23,03%	53,28%	12,45%	1,48%
63	01.23_015	721.051,146	7.711.277,031	719,398	44,43	99,40%	5,73%	24,38%	46,97%	18,52%	3,78%
64	01.23_026	721.007,469	7.711.297,878	719,170	51,18	98,81%	6,92%	19,91%	53,85%	12,93%	5,20%
65	01.23_034	720.973,743	7.711.286,294	717,649	21,58	97,22%	8,18%	27,31%	47,95%	7,51%	6,26%
66	01.23_049	720.906,190	7.711.286,931	718,979	49,33	98,27%	5,67%	26,33%	43,37%	15,93%	6,97%

continua ...

ID	Cafeeiro	x (m)	y (m)	z (m)	Produção (kg)	% de Frutos	% Verde	% Verdoengo	% Cereja	% Passa	% Seco
67	01.23_056	720.881,597	7.711.305,824	716,945	63,64	99,19%	3,62%	23,14%	50,69%	13,83%	7,90%
68	01.23_064	720.864,551	7.711.327,087	716,060	19,14	98,65%	6,59%	25,07%	58,64%	4,31%	4,04%
69	01.23_065	720.860,247	7.711.333,663	716,346	49,80	97,46%	2,15%	23,17%	47,10%	12,21%	12,83%
70	01.24a_009	721.081,934	7.711.258,673	733,115	43,12	98,22%	6,58%	24,69%	46,26%	17,91%	2,77%
71	01.24b_004	721.047,464	7.711.281,630	720,385	45,70	98,92%	9,07%	26,95%	32,82%	18,93%	11,15%
72	01.24b_011	721.022,695	7.711.295,207	720,044	26,64	99,02%	9,86%	35,07%	36,19%	11,35%	6,56%
73	01.24c_006	720.863,508	7.711.331,577	715,411	40,52	97,88%	1,47%	21,99%	51,04%	15,94%	7,45%
74	01.25_005	721.032,263	7.711.293,861	719,980	20,46	97,89%	9,57%	28,18%	40,41%	15,55%	4,18%
75	01.26_007	721.094,455	7.711.257,764	721,252	44,59	99,54%	5,11%	21,75%	42,36%	19,10%	11,22%
76	01.26_015	721.065,640	7.711.270,015	720,201	43,81	99,00%	8,42%	32,55%	38,90%	13,08%	6,64%
77	01.26_020	721.049,478	7.711.283,569	720,456	40,25	97,45%	5,94%	35,16%	30,15%	19,02%	7,18%
78	01.26_035	721.001,520	7.711.300,152	717,907	45,31	99,37%	6,58%	33,45%	43,62%	10,11%	5,61%
79	01.26_043	720.967,488	7.711.286,892	718,558	46,04	98,79%	5,99%	44,78%	31,32%	10,52%	6,18%
80	01.26_045	720.960,621	7.711.283,483	718,995	46,83	99,00%	4,29%	30,37%	40,52%	15,28%	6,54%
81	01.26_049	720.944,134	7.711.280,990	719,642	49,26	98,72%	5,72%	28,25%	46,05%	11,65%	7,05%
82	01.26_057	720.907,936	7.711.289,266	720,899	20,43	98,68%	6,08%	26,31%	41,53%	17,39%	7,37%
83	01.26_064	720.885,027	7.711.305,516	718,977	47,00	98,74%	3,73%	33,95%	42,72%	12,65%	5,68%
84	01.26_071	720.866,441	7.711.328,920	718,089	47,20	98,33%	7,26%	18,33%	56,46%	13,58%	2,70%
85	01.28_007	721.013,137	7.711.259,577	723,247	44,57	99,04%	7,68%	30,13%	39,87%	17,36%	4,01%
86	01.28_014	721.075,322	7.711.266,773	721,993	25,79	98,82%	8,79%	32,95%	29,38%	17,40%	10,31%
87	01.28_018	721.062,640	7.711.275,707	721,454	42,26	98,73%	7,42%	31,10%	25,02%	21,02%	14,18%
88	01.28_025	721.042,439	7.711.292,813	721,617	45,48	99,73%	8,51%	37,89%	29,96%	15,11%	8,27%
89	01.28_033	721.013,806	7.711.301,588	721,420	44,23	99,39%	7,16%	37,90%	40,07%	11,22%	3,04%
90	01.28_044	720.973,720	7.711.292,177	719,950	41,16	98,94%	5,74%	44,15%	32,65%	6,31%	10,09%
91	01.28_046	720.963,098	7.711.287,839	721,010	13,36	98,94%	8,06%	28,55%	31,64%	17,37%	13,32%
92	01.28_051	720.941,387	7.711.282,834	721,304	44,94	98,77%	5,80%	27,65%	36,01%	22,94%	6,37%
93	01.28_057	720.915,756	7.711.288,454	722,279	43,20	98,62%	2,39%	32,54%	31,61%	18,47%	13,61%
94	01.28_060	720.905,200	7.711.293,576	720,658	45,74	98,57%	5,95%	17,94%	52,79%	14,14%	7,74%
95	01.28_062	720.898,407	7.711.297,352	719,539	24,07	99,05%	5,79%	32,34%	47,50%	10,54%	2,89%
96	01.28_067	720.881,081	7.711.313,588	718,197	45,81	97,26%	10,36%	31,88%	36,65%	12,01%	6,36%
97	01.28_069	720.876,118	7.711.320,598	718,621	16,29	97,54%	6,76%	34,69%	38,12%	11,05%	6,91%
98	01.29_002	720.882,240	7.711.316,164	719,886	32,88	98,44%	7,30%	24,17%	44,37%	15,17%	7,42%
99	01.30_007	721.104,460	7.711.262,007	724,043	46,83	99,43%	8,62%	32,39%	43,01%	13,85%	1,55%
100	01.30_013	721.081,007	7.711.267,778	723,972	26,63	99,38%	8,66%	37,99%	35,63%	11,80%	5,29%
101	01.30_018	721.064,047	7.711.277,210	722,573	44,13	99,17%	7,18%	28,41%	30,19%	22,46%	10,93%
102	01.30_025	721.044,102	7.711.295,736	722,320	45,04	99,42%	12,73%	29,31%	40,38%	10,60%	6,40%
103	01.30_034	721.007,023	7.711.305,418	719,795	41,16	98,71%	9,12%	41,79%	37,87%	7,29%	2,64%
104	01.30_042	720.969,877	7.711.293,525	725,546	44,58	98,85%	6,26%	35,73%	38,98%	6,58%	11,30%
105	01.30_047	720.953,943	7.711.287,022	721,012	14,19	98,53%	6,87%	25,57%	41,20%	15,79%	9,10%
106	01.30_051	720.935,681	7.711.285,933	722,105	45,88	99,31%	6,00%	27,44%	38,16%	20,43%	7,28%
107	01.30_059	720.901,829	7.711.299,077	720,749	8,70	98,84%	8,12%	24,49%	46,58%	16,06%	3,59%
108	01.30_060	720.898,704	7.711.301,010	720,356	45,54	98,77%	8,75%	15,33%	51,41%	19,66%	3,61%
109	01.30_061	720.895,803	7.711.302,887	720,137	46,71	98,74%	4,66%	18,85%	53,54%	12,42%	9,27%
110	01.30_062	720.891,872	7.711.306,168	720,047	22,14	98,41%	6,24%	30,90%	40,78%	12,37%	8,13%
111	01.30_064	720.885,425	7.711.313,976	720,141	46,20	97,87%	9,81%	19,75%	38,19%	17,65%	12,47%
112	01.31_003	720.881,215	7.711.322,333	721,665	25,88	98,41%	5,62%	22,96%	43,73%	17,09%	9,01%
113	01.32_005	721.123,545	7.711.262,992	726,394	45,10	99,35%	5,51%	26,96%	43,63%	18,75%	4,49%
114	01.32_008	721.111,112	7.711.263,960	725,640	45,00	99,12%	5,31%	20,99%	37,72%	22,26%	12,85%
115	01.32_012	721.095,796	7.711.265,620	725,715	14,73	99,53%	9,28%	23,68%	32,23%	24,56%	9,77%
116	01.32_015	721.081,244	7.711.270,615	725,296	43,52	99,81%	9,27%	26,32%	45,08%	14,08%	5,07%
117	01.32_021	721.062,263	7.711.282,871	724,355	42,92	99,12%	6,02%	35,67%	36,12%	13,33%	7,98%
118	01.32_024	721.053,575	7.711.291,023	723,820	42,59	98,35%	7,82%	26,74%	40,45%	15,97%	7,37%
119	01.32_038	721.003,147	7.711.307,738	722,903	49,00	99,18%	4,84%	36,83%	38,62%	9,26%	9,62%
120	01.32_042	720.984,699	7.711.302,669	722,208	42,61	98,41%	8,70%	38,47%	34,09%	8,21%	8,94%
121	01.32_043	720.980,090	7.711.300,828	722,559	22,58	97,32%	12,09%	23,91%	45,80%	10,58%	4,94%
122	01.32_050	720.952,191	7.711.289,196	722,918	41,05	98,44%	5,67%	25,47%	39,11%	22,16%	6,03%
123	01.32_053	720.936,788	7.711.289,204	723,225	42,47	99,00%	6,76%	30,59%	35,57%	19,83%	6,25%
124	01.32_055	720.928,939	7.711.290,713	722,512	30,08	98,64%	9,57%	24,37%	43,83%	15,60%	5,27%
125	01.32_057	720.921,218	7.711.292,806	722,659	43,07	98,55%	4,91%	27,69%	29,90%	24,88%	11,17%
126	01.32_058	720.917,806	7.711.294,120	722,668	44,96	99,25%	5,74%	30,52%	34,54%	18,05%	10,39%
127	01.32_062	720.903,968	7.711.300,563	725,249	47,88	98,93%	5,48%	25,28%	49,08%	15,68%	3,42%
128	01.32_068	720.885,866	7.711.317,615	724,475	21,12	98,68%	6,30%	28,89%	43,48%	11,42%	8,59%

ID = numeração identificadora; x = Leste; y = Norte; z = altitude. Os valores percentuais referem-se à massa da amostra.

## Apêndice B

### Dados do Georreferenciamento, Colheita e Maturação da Safra 2002/3 obtidos na Etapa da Colheita Final

ID	Cafeeiro	x (m)	y (m)	z (m)	Produção (kg)	% de Frutos	% Verde	% Verdoengo	% Cereja	% Passa	% Seco
1	01.01b_002	720.850,212	7.711.310,137	709,863	37,35	86,26%	8,17%	4,33%	47,33%	19,71%	6,72%
2	01.01b_003	720.848,324	7.711.312,586	709,540	17,31	65,33%	0,58%	-	1,26%	31,47%	32,01%
3	01.02_002	720.855,044	7.711.302,958	709,271	23,51	85,19%	5,98%	5,15%	33,85%	30,83%	9,38%
4	01.02_004	720.852,127	7.711.308,052	709,279	22,68	78,19%	0,91%	9,10%	17,12%	28,38%	22,69%
5	01.03_002	720.868,356	7.711.285,295	711,519	40,75	87,83%	15,33%	5,28%	43,07%	12,17%	11,96%
6	01.03_004	720.862,612	7.711.292,616	710,540	13,98	50,83%	0,15%	2,20%	16,82%	7,66%	24,00%
7	01.04_002	720.874,640	7.711.278,500	710,600	8,50	92,42%	4,63%	4,52%	58,53%	16,70%	8,03%
8	01.04_004	720.869,247	7.711.287,151	710,598	17,47	63,30%	2,32%	-	18,00%	18,46%	24,52%
9	01.04_010	720.855,189	7.711.308,787	710,920	34,86	90,07%	12,62%	13,51%	43,84%	15,09%	4,99%
10	01.05_002	720.879,481	7.711.275,366	709,322	21,30	91,43%	14,38%	14,38%	26,09%	16,10%	20,48%
11	01.05_003	720.877,398	7.711.278,067	708,513	19,93	51,51%	2,80%	-	8,13%	24,45%	16,12%
12	01.05_007	720.867,373	7.711.291,652	708,832	3,17	52,88%	1,11%	1,90%	0,49%	3,71%	45,67%
13	01.05_010	720.859,697	7.711.304,035	709,751	37,87	86,86%	11,19%	13,00%	52,02%	6,22%	4,43%
14	01.06_007	720.874,268	7.711.284,410	711,070	40,81	93,61%	17,11%	11,90%	44,24%	11,92%	8,45%
15	01.06_008	720.872,817	7.711.287,068	710,754	14,10	74,23%	0,20%	0,83%	8,78%	11,64%	52,79%
16	01.06_013	720.862,814	7.711.301,514	711,008	3,66	93,94%	2,93%	5,88%	38,92%	27,35%	18,86%
17	01.07_002	720.956,988	7.711.254,185	712,492	25,97	61,40%	1,46%	3,65%	8,34%	10,91%	37,04%
18	01.07_013	720.923,919	7.711.251,102	712,239	44,97	94,07%	3,93%	6,89%	21,04%	50,87%	11,33%
19	01.07_014	720.921,782	7.711.251,745	712,294	14,43	37,11%	0,16%	1,39%	0,80%	6,03%	28,74%
20	01.07_023	720.883,182	7.711.275,400	711,110	19,86	86,37%	13,31%	6,33%	53,68%	13,05%	-
21	01.07_025	720.877,912	7.711.282,629	711,246	7,11	54,70%	1,78%	-	2,01%	23,44%	27,47%
22	01.07_036	720.850,739	7.711.325,037	711,542	42,36	91,89%	12,09%	18,86%	45,15%	10,84%	4,94%
23	01.08_002	720.958,424	7.711.257,237	712,770	28,01	69,35%	2,42%	6,90%	5,87%	6,99%	47,17%
24	01.08_007	720.941,792	7.711.251,747	712,545	14,87	43,72%	-	-	-	3,41%	40,31%
25	01.08_018	720.897,389	7.711.266,659	713,295	9,09	94,72%	21,94%	21,80%	35,72%	9,19%	6,08%
26	01.08_020	720.888,382	7.711.272,723	713,237	13,82	60,37%	1,63%	1,78%	5,76%	19,28%	31,92%
27	01.08_022	720.879,272	7.711.281,652	713,373	44,14	88,81%	16,50%	13,79%	48,78%	7,07%	2,65%
28	01.09_002	720.957,634	7.711.258,564	712,097	15,70	93,99%	3,31%	7,61%	16,77%	14,43%	51,88%
29	01.09_003	720.954,598	7.711.256,425	712,545	11,19	37,29%	-	0,54%	0,69%	1,13%	34,93%
30	01.09_005	720.939,620	7.711.252,794	713,820	17,55	50,13%	-	0,23%	0,92%	6,21%	42,77%
31	01.09_013	720.895,641	7.711.269,181	713,715	21,15	52,08%	0,68%	1,52%	2,48%	8,83%	38,57%
32	01.09_015	720.888,038	7.711.275,269	714,279	16,67	91,57%	17,93%	11,55%	50,87%	6,64%	4,58%
33	01.09_017	720.877,436	7.711.286,615	713,710	26,98	71,00%	0,46%	0,83%	12,62%	14,69%	42,40%
34	01.09_020	720.870,192	7.711.297,764	713,578	44,24	96,17%	13,33%	9,98%	58,62%	11,84%	2,40%
35	01.09_022	720.865,874	7.711.304,853	713,511	18,60	51,53%	3,24%	1,60%	8,79%	9,85%	28,05%
36	01.10_002	720.956,045	7.711.259,659	713,476	53,20	89,28%	10,45%	15,41%	13,52%	36,38%	13,51%
37	01.10_009	720.916,694	7.711.258,602	713,567	13,15	35,84%	0,17%	1,23%	1,07%	2,45%	30,91%
38	01.10_013	720.900,902	7.711.268,351	713,601	7,20	66,10%	0,59%	3,02%	2,59%	12,11%	47,79%
39	01.10_019	720.877,836	7.711.289,107	713,410	26,31	91,68%	16,25%	12,81%	46,94%	9,72%	5,95%
40	01.10_020	720.874,986	7.711.293,601	713,424	2,68	95,83%	-	2,53%	5,28%	-	88,02%
41	01.10_021	720.872,804	7.711.297,271	713,497	20,70	53,77%	1,86%	1,42%	6,26%	21,39%	22,84%
42	01.10_024	720.866,172	7.711.307,168	713,767	40,01	86,80%	12,67%	12,94%	52,62%	5,67%	2,90%
43	01.11_002	720.954,396	7.711.259,065	734,074	16,54	95,63%	0,15%	8,77%	9,67%	11,26%	65,78%
44	01.11_004	720.944,913	7.711.255,699	733,281	16,87	47,92%	1,01%	4,99%	-	13,75%	28,17%
45	01.11_005	720.941,423	7.711.254,900	732,825	34,84	96,25%	1,69%	3,98%	8,24%	15,09%	67,26%
46	01.11_007	720.928,322	7.711.255,623	712,837	37,06	90,17%	6,00%	14,95%	24,95%	13,84%	30,44%
47	01.11_014	720.898,038	7.711.271,657	713,620	21,09	51,16%	0,66%	1,89%	1,65%	17,69%	29,27%
48	01.11_019	720.879,349	7.711.289,188	713,590	21,81	94,82%	14,90%	15,26%	43,44%	11,60%	9,61%
49	01.11_021	720.873,215	7.711.299,143	713,340	44,53	92,20%	3,66%	14,52%	54,10%	15,54%	4,38%
50	01.11_025	720.866,019	7.711.310,643	713,581	16,75	54,04%	-	3,49%	7,25%	19,34%	23,97%
51	01.12_003	720.874,544	7.711.299,806	712,628	24,30	94,56%	14,99%	9,46%	48,33%	20,57%	1,21%
52	01.12_005	720.871,190	7.711.305,431	711,483	39,06	94,57%	10,77%	10,41%	22,11%	40,73%	10,56%
53	01.12_012	720.860,587	7.711.322,189	712,231	12,11	35,72%	0,60%	1,64%	13,50%	19,98%	-
54	01.13_002	720.870,507	7.711.308,899	714,226	28,53	87,51%	6,74%	11,20%	38,73%	20,07%	10,78%
55	01.13_003	720.869,062	7.711.311,188	714,579	7,86	42,03%	0,35%	2,13%	2,57%	6,84%	30,14%
56	01.13_011	720.858,290	7.711.329,565	714,376	21,50	92,68%	5,44%	8,69%	28,68%	30,40%	19,47%
57	01.13_017	720.848,201	7.711.343,481	714,421	11,76	42,00%	0,77%	-	1,27%	13,14%	26,82%
58	01.14_002	720.956,236	7.711.264,250	715,091	51,20	67,05%	1,61%	5,28%	3,86%	24,44%	31,86%
59	01.14_003	720.949,804	7.711.261,401	714,856	20,41	48,37%	0,13%	0,96%	0,22%	1,67%	45,39%
60	01.14_004	720.944,467	7.711.259,763	714,984	31,29	94,26%	0,43%	3,24%	4,16%	7,26%	79,17%
61	01.14_007	720.930,737	7.711.258,637	714,671	12,81	32,92%	-	0,99%	-	-	31,93%
62	01.14_014	720.905,174	7.711.269,462	715,357	37,93	93,89%	9,24%	24,07%	37,36%	17,74%	5,48%
63	01.14_015	720.900,710	7.711.272,045	715,150	37,39	97,12%	4,59%	9,75%	22,38%	13,06%	47,34%
64	01.14_016	720.897,544	7.711.274,582	715,137	14,21	34,23%	0,41%	1,53%	1,65%	3,82%	26,82%
65	01.14_020	720.885,399	7.711.285,123	715,010	38,62	88,58%	10,78%	12,49%	26,92%	21,74%	16,65%
66	01.14_021	720.882,711	7.711.288,180	715,165	18,67	39,46%	0,24%	1,49%	3,25%	3,76%	30,71%

continua ...

ID	Cafeeiro	x (m)	y (m)	z (m)	Produção (kg)	% de Frutos	% Verde	% Verdoengo	% Cereja	% Passa	% Seco
67	01.14_035	720.859,458	7.711.328,847	715,781	7,74	65,00%	3,22%	1,87%	13,87%	14,57%	31,48%
68	01.15_002	720.956,577	7.711.267,294	715,884	22,12	95,75%	3,48%	7,03%	8,87%	20,00%	56,37%
69	01.15_004	720.946,071	7.711.263,306	716,473	57,71	76,51%	1,96%	5,58%	9,48%	5,61%	53,86%
70	01.15_005	720.942,240	7.711.262,117	716,519	10,09	56,67%	-	-	0,33%	6,96%	49,38%
71	01.16_002	720.958,555	7.711.270,888	716,327	41,71	93,35%	2,37%	11,16%	5,11%	10,14%	64,56%
72	01.16_003	720.954,288	7.711.268,486	716,437	39,57	90,25%	3,74%	12,43%	4,73%	16,79%	52,56%
73	01.16_010	720.929,542	7.711.264,364	716,985	10,81	51,72%	0,14%	0,70%	-	-	50,89%
74	01.16_011	720.925,890	7.711.264,639	716,969	17,11	53,64%	0,11%	0,63%	0,51%	0,72%	51,67%
75	01.16_021	720.892,439	7.711.282,097	715,595	44,08	90,63%	2,38%	10,89%	11,75%	22,80%	42,82%
76	01.17_007	721.021,284	7.711.280,132	716,406	16,07	38,63%	0,24%	0,50%	1,19%	2,47%	34,23%
77	01.17_011	721.007,116	7.711.286,200	716,417	34,52	90,83%	3,43%	2,95%	45,90%	5,12%	33,43%
78	01.17_017	720.981,769	7.711.284,623	715,281	18,85	31,31%	1,08%	1,90%	1,09%	11,61%	15,64%
79	01.17_018	720.977,681	7.711.283,148	715,748	40,92	94,29%	2,58%	10,95%	14,78%	16,69%	49,29%
80	01.17_022	720.960,909	7.711.275,007	715,846	34,40	91,72%	11,09%	8,25%	-	72,38%	-
81	01.17_023	720.953,979	7.711.271,840	716,926	34,42	91,06%	3,22%	12,08%	19,64%	29,44%	26,68%
82	01.17_024	720.950,499	7.711.270,429	717,662	19,26	31,61%	0,05%	0,62%	0,54%	6,30%	24,10%
83	01.17_025	720.945,635	7.711.269,542	716,596	62,64	94,45%	6,93%	17,90%	4,70%	16,79%	48,13%
84	01.17_026	720.940,796	7.711.267,368	718,237	13,91	39,50%	-	0,11%	0,02%	4,69%	32,67%
85	01.17_027	720.934,360	7.711.267,384	717,009	17,42	36,13%	-	0,46%	0,37%	-	35,31%
86	01.17_032	720.910,365	7.711.273,091	716,154	34,70	90,12%	7,78%	11,61%	12,55%	32,12%	26,06%
87	01.17_037	720.891,776	7.711.286,488	716,616	19,56	40,25%	-	0,03%	0,17%	2,46%	37,59%
88	01.18a.005	721.025,168	7.711.280,719	717,131	13,00	30,80%	0,08%	0,29%	0,65%	5,30%	24,47%
89	01.18a.010	721.006,828	7.711.288,114	717,060	5,57	29,16%	0,30%	0,63%	-	7,18%	21,05%
90	01.18a.011	721.003,415	7.711.289,202	716,852	38,35	90,65%	12,26%	8,94%	40,49%	9,40%	19,56%
91	01.18a.013	720.995,579	7.711.290,310	716,815	23,68	57,52%	7,35%	6,23%	25,14%	16,31%	2,49%
92	01.18b.005	720.931,339	7.711.270,763	714,749	26,01	63,97%	0,79%	3,68%	3,81%	6,63%	49,06%
93	01.18b.009	720.913,814	7.711.275,433	714,833	25,02	90,99%	0,36%	10,16%	10,38%	52,63%	17,46%
94	01.18b.010	720.908,280	7.711.277,920	717,091	20,92	46,50%	0,47%	0,70%	0,58%	11,73%	33,01%
95	01.18b.012	720.901,580	7.711.282,303	716,898	31,17	97,42%	1,89%	13,98%	5,53%	11,36%	64,66%
96	01.19a.007	721.016,112	7.711.287,634	717,744	12,00	44,12%	1,11%	1,02%	-	9,77%	32,24%
97	01.19a.008	721.012,471	7.711.288,967	717,996	33,14	90,56%	12,08%	7,93%	35,53%	22,24%	12,78%
98	01.19a.009	721.008,764	7.711.290,087	717,987	23,42	61,32%	2,14%	14,09%	29,34%	9,67%	6,07%
99	01.19a.010	721.004,984	7.711.291,298	717,980	5,06	29,60%	-	1,53%	-	11,26%	16,81%
100	01.19b.003	720.932,576	7.711.272,629	717,766	6,79	40,65%	0,33%	3,08%	11,66%	10,94%	14,64%
101	01.19b.004	720.928,311	7.711.272,803	717,853	20,88	44,05%	0,07%	1,06%	-	1,38%	41,54%
102	01.19b.005	720.923,129	7.711.274,168	717,751	51,43	63,87%	1,53%	7,43%	3,47%	25,92%	25,52%
103	01.19b.010	720.904,204	7.711.281,716	716,011	20,53	50,19%	-	0,16%	-	4,80%	45,22%
104	01.19b.017	720.882,313	7.711.300,532	717,100	19,06	62,91%	6,31%	8,41%	18,07%	2,35%	27,76%
105	01.19b.020	720.872,914	7.711.312,917	716,169	20,75	58,28%	0,62%	2,04%	1,86%	14,29%	39,47%
106	01.19b.021	720.870,267	7.711.315,208	718,304	4,06	55,57%	-	2,36%	7,82%	18,04%	27,35%
107	01.19b.023	720.865,895	7.711.321,305	717,956	38,96	88,74%	11,92%	10,18%	20,82%	32,76%	13,06%
108	01.20_005	721.075,304	7.711.253,780	717,789	38,43	92,39%	13,09%	17,12%	28,77%	17,46%	15,94%
109	01.20_006	721.069,458	7.711.257,922	717,556	11,16	39,57%	0,41%	3,30%	-	6,14%	29,72%
110	01.20_009	721.056,646	7.711.266,175	717,097	24,75	93,06%	16,68%	17,34%	32,96%	16,91%	9,16%
111	01.20_013	721.040,998	7.711.276,978	717,762	4,83	24,52%	-	-	-	-	24,52%
112	01.20_014	721.037,448	7.711.279,200	717,693	21,93	89,88%	4,65%	14,44%	13,98%	41,79%	15,02%
113	01.20_020	721.014,250	7.711.291,058	718,779	16,75	41,04%	0,44%	0,30%	1,01%	17,63%	21,66%
114	01.20_021	721.010,733	7.711.292,340	718,441	3,93	28,68%	1,12%	0,91%	5,81%	2,70%	18,13%
115	01.20_022	721.007,270	7.711.293,014	717,818	37,83	95,78%	12,59%	8,74%	27,06%	16,22%	31,16%
116	01.20_023	721.003,304	7.711.294,358	717,769	26,27	91,23%	19,75%	14,70%	12,54%	33,85%	10,39%
117	01.20_026	720.988,308	7.711.289,769	716,125	29,07	64,77%	4,31%	11,22%	13,77%	15,02%	20,45%
118	01.20_028	720.978,444	7.711.285,567	716,090	13,35	33,81%	-	0,85%	0,65%	-	32,31%
119	01.20_029	720.973,964	7.711.284,023	716,517	38,24	89,98%	21,23%	16,41%	18,79%	12,20%	21,34%
120	01.20_030	720.969,827	7.711.281,514	716,566	41,76	95,77%	21,16%	12,21%	11,66%	34,40%	16,35%
121	01.20_033	720.955,699	7.711.276,141	718,023	40,03	57,34%	3,48%	6,75%	2,13%	21,66%	23,32%
122	01.20_038	720.933,246	7.711.275,601	718,846	17,77	47,37%	-	0,20%	0,13%	5,30%	41,75%
123	01.20_039	720.928,891	7.711.276,111	718,792	10,21	88,78%	3,63%	16,23%	6,31%	26,01%	36,60%
124	01.20_043	720.911,375	7.711.281,402	718,721	22,63	88,39%	1,96%	11,88%	9,19%	29,65%	35,72%
125	01.20_044	720.907,969	7.711.282,661	718,618	37,02	52,59%	3,77%	5,11%	7,44%	6,28%	29,98%
126	01.21_004	721.083,240	7.711.253,228	718,815	39,72	97,36%	16,03%	14,80%	30,00%	14,09%	22,44%
127	01.21_005	721.078,523	7.711.255,693	718,645	11,74	71,56%	15,07%	0,90%	32,32%	15,92%	7,35%
128	01.21_006	721.075,562	7.711.257,369	718,519	38,45	97,34%	8,94%	13,85%	24,03%	14,88%	35,62%
129	01.21_008	721.067,977	7.711.262,700	719,382	8,87	24,17%	-	1,77%	-	-	22,40%
130	01.21_010	721.059,771	7.711.267,202	718,916	14,37	32,08%	-	1,30%	-	9,92%	20,86%
131	01.21_012	721.051,251	7.711.272,938	719,059	35,11	91,19%	5,63%	12,88%	3,60%	26,28%	42,80%
132	01.21_015	721.040,049	7.711.280,492	718,878	36,51	92,68%	14,62%	11,60%	7,53%	45,92%	13,01%
133	01.21_016	721.036,956	7.711.282,482	718,767	12,70	93,36%	12,54%	16,86%	9,35%	48,19%	6,42%
134	01.21_017	721.033,745	7.711.284,858	718,635	8,55	19,57%	-	0,63%	-	-	18,95%
135	01.21_019	721.027,444	7.711.288,284	719,008	22,97	37,21%	0,17%	0,24%	1,01%	9,78%	26,02%
136	01.21_020	721.022,517	7.711.290,390	719,036	41,97	92,00%	5,07%	9,27%	12,16%	20,90%	44,61%
137	01.21_021	721.019,289	7.711.291,769	719,032	14,04	34,70%	-	1,36%	-	0,82%	32,53%
138	01.21_023	721.011,978	7.711.294,406	719,267	76,83	98,01%	24,55%	20,69%	7,83%	27,28%	17,65%
139	01.21_024	721.008,564	7.711.295,467	718,847	51,28	94,41%	5,70%	17,40%	11,16%	35,80%	24,34%
140	01.22_002	721.094,797	7.711.250,044	719,255	5,18	34,09%	-	1,52%	3,01%	9,47%	20,09%
141	01.22_003	721.090,899	7.711.251,428	719,661	23,89	95,17%	7,40%	19,81%	16,20%	17,99%	33,77%
142	01.23_009	721.074,682	7.711.261,425	719,840	39,10	61,07%	3,98%	5,34%	9,89%	15,63%	26,23%
143	01.23_010	721.071,394	7.711.263,715	719,825	57,34	95,84%	15,62%	15,23%	31,75%	13,58%	19,66%

continua ...

ID	Cafeeiro	x (m)	y (m)	z (m)	Produção (kg)	% de Frutos	% Verde	% Verdoengo	% Cereja	% Passa	% Seco
144	01.23_011	721.068,091	7.711.265,897	719,895	13,25	29,57%	0,11%	0,39%	0,70%	0,24%	28,12%
145	01.23_017	721.041,867	7.711.282,784	719,592	7,23	17,83%	0,06%	0,93%	0,16%	1,30%	15,38%
146	01.23_018	721.038,859	7.711.284,756	719,474	72,94	96,04%	10,47%	16,60%	15,07%	26,20%	27,70%
147	01.23_021	721.027,237	7.711.291,168	720,094	23,13	91,42%	13,14%	29,60%	31,26%	-	17,42%
148	01.23_024	721.014,858	7.711.295,932	719,988	12,15	51,93%	-	1,14%	-	21,45%	29,34%
149	01.23_026	721.007,469	7.711.297,878	719,170	35,36	96,60%	1,61%	15,95%	4,07%	45,46%	29,50%
150	01.23_035	720.969,424	7.711.283,955	717,361	6,10	26,64%	-	-	0,09%	-	26,55%
151	01.23_038	720.957,780	7.711.279,189	718,280	12,83	27,64%	1,54%	0,59%	1,45%	10,19%	13,88%
152	01.23_039	720.953,905	7.711.278,547	718,868	39,25	96,43%	2,82%	12,60%	8,15%	13,88%	58,99%
153	01.23_040	720.950,448	7.711.278,222	719,107	27,00	96,07%	1,61%	12,60%	4,91%	19,34%	57,61%
154	01.23_041	720.944,630	7.711.277,777	719,413	35,99	93,98%	15,60%	12,01%	2,58%	39,55%	24,24%
155	01.23_042	720.937,914	7.711.278,078	719,742	7,79	85,63%	1,79%	8,07%	2,33%	6,04%	67,41%
156	01.23_043	720.931,990	7.711.278,992	720,079	8,98	43,37%	0,13%	-	0,39%	0,56%	42,29%
157	01.23_048	720.910,562	7.711.284,673	719,415	12,25	32,50%	-	-	-	-	32,50%
158	01.23_050	720.901,867	7.711.289,022	718,737	6,07	82,05%	7,16%	6,96%	23,29%	20,66%	23,98%
159	01.23_051	720.897,328	7.711.291,959	718,391	54,33	73,58%	3,50%	5,08%	10,97%	16,10%	37,93%
160	01.23_057	720.879,256	7.711.308,778	716,815	13,27	33,17%	0,24%	0,62%	-	5,86%	26,46%
161	01.23_059	720.873,509	7.711.314,292	715,668	40,68	92,04%	6,97%	11,75%	40,91%	22,09%	10,32%
162	01.23_060	720.871,302	7.711.316,764	715,880	2,27	45,43%	1,14%	1,40%	-	18,76%	24,13%
163	01.23_066	720.857,984	7.711.337,416	716,608	45,19	63,67%	1,99%	4,81%	19,84%	5,45%	31,57%
164	01.24a.002	721.108,269	7.711.252,757	735,641	34,23	89,15%	8,70%	19,05%	19,50%	17,18%	24,71%
165	01.24a.005	721.097,515	7.711.254,512	735,814	7,26	28,82%	-	1,09%	4,48%	4,85%	18,40%
166	01.24a.008	721.085,056	7.711.257,957	735,352	18,33	95,97%	10,66%	17,63%	10,80%	12,87%	44,01%
167	01.24a.010	721.076,386	7.711.261,526	733,021	35,92	61,82%	2,98%	10,87%	3,02%	25,71%	19,23%
168	01.24b.005	721.043,502	7.711.284,204	720,682	36,10	65,17%	5,05%	3,63%	15,54%	14,29%	26,66%
169	01.24b.012	721.017,891	7.711.296,614	719,902	41,17	91,45%	6,94%	13,35%	18,19%	24,30%	28,67%
170	01.24c.003	720.870,849	7.711.320,209	715,955	11,17	49,88%	2,33%	5,76%	2,17%	23,71%	15,90%
171	01.24c.007	720.861,635	7.711.334,320	716,083	26,48	92,25%	4,38%	5,73%	15,17%	50,95%	16,02%
172	01.25_005	721.032,263	7.711.293,861	719,980	16,53	49,05%	1,27%	6,66%	17,06%	24,07%	-
173	01.25_006	721.028,760	7.711.295,189	720,062	31,40	75,75%	10,13%	8,99%	20,21%	17,51%	18,91%
174	01.26_008	721.090,818	7.711.258,528	721,098	14,84	36,82%	0,27%	0,59%	0,68%	4,37%	30,92%
175	01.26_011	721.080,010	7.711.262,722	720,788	30,33	83,79%	6,55%	10,04%	17,89%	21,92%	27,39%
176	01.26_012	721.076,154	7.711.264,141	720,402	35,39	90,05%	9,25%	12,73%	13,49%	24,15%	30,45%
177	01.26_013	721.072,065	7.711.266,099	720,189	2,76	42,54%	0,60%	4,34%	2,95%	7,46%	27,18%
178	01.26_016	721.062,127	7.711.272,221	720,040	23,26	89,12%	6,25%	10,43%	12,27%	17,94%	42,23%
179	01.26_018	721.056,185	7.711.277,830	720,476	17,60	40,75%	-	1,75%	-	-	39,00%
180	01.26_019	721.052,842	7.711.280,835	720,422	37,70	100,00%	0,28%	16,98%	0,75%	40,79%	41,19%
181	01.26_020	721.049,478	7.711.283,569	720,456	10,61	97,31%	1,19%	10,44%	4,76%	24,44%	56,48%
182	01.26_024	721.038,134	7.711.293,132	719,920	9,83	31,71%	0,87%	0,46%	1,85%	11,29%	17,22%
183	01.26_025	721.034,941	7.711.294,880	720,106	21,63	65,16%	14,14%	9,92%	2,21%	17,47%	21,43%
184	01.26_027	721.028,392	7.711.296,684	720,527	11,44	26,86%	0,11%	0,35%	0,14%	6,43%	19,83%
185	01.26_034	721.004,819	7.711.300,365	717,796	37,72	91,78%	2,49%	19,82%	8,45%	36,14%	24,88%
186	01.26_035	721.001,520	7.711.300,152	717,907	45,28	63,41%	3,84%	8,33%	5,36%	17,13%	28,75%
187	01.26_036	720.997,940	7.711.299,161	717,831	17,54	27,64%	0,54%	1,76%	0,10%	9,42%	15,82%
188	01.26_037	720.993,980	7.711.298,121	717,996	43,38	58,36%	6,67%	14,01%	17,76%	12,41%	7,52%
189	01.26_038	720.987,856	7.711.295,977	717,682	56,67	90,56%	2,18%	17,19%	13,72%	42,63%	14,84%
190	01.26_039	720.984,235	7.711.294,516	717,431	31,64	39,13%	2,46%	2,94%	0,25%	16,53%	16,95%
191	01.26_045	720.960,621	7.711.283,483	718,995	24,71	94,29%	16,31%	17,72%	8,61%	20,62%	31,04%
192	01.26_046	720.956,250	7.711.282,259	718,924	33,67	93,78%	2,76%	13,13%	4,30%	21,52%	52,07%
193	01.26_048	720.948,180	7.711.280,893	719,627	35,00	90,67%	7,07%	16,29%	12,63%	35,27%	19,40%
194	01.26_049	720.944,134	7.711.280,990	719,642	23,01	33,25%	0,16%	0,43%	18,74%	7,01%	6,91%
195	01.26_050	720.938,998	7.711.281,106	719,840	8,98	41,17%	-	0,98%	-	5,30%	34,88%
196	01.26_058	720.904,232	7.711.290,727	720,340	41,27	72,34%	4,46%	10,95%	20,51%	7,61%	28,81%
197	01.26_065	720.882,066	7.711.309,133	717,740	35,83	95,05%	8,54%	20,47%	26,91%	16,20%	22,92%
198	01.26_066	720.878,026	7.711.313,893	717,799	15,38	44,83%	0,38%	1,63%	1,64%	6,74%	34,44%
199	01.27_002	720.877,669	7.711.316,149	718,636	43,68	66,54%	1,88%	7,96%	11,58%	16,61%	28,51%
200	01.28_007	721.099,137	7.711.259,577	723,247	9,20	31,82%	-	2,89%	3,77%	7,45%	17,71%
201	01.28_008	721.095,728	7.711.260,033	723,027	17,56	43,14%	3,73%	5,12%	-	16,85%	17,44%
202	01.28_009	721.092,043	7.711.261,072	722,890	32,84	81,69%	19,36%	15,74%	25,12%	-	21,47%
203	01.28_011	721.085,358	7.711.263,344	722,140	8,79	24,35%	1,14%	2,40%	0,37%	3,59%	16,84%
204	01.28_012	721.082,132	7.711.264,437	722,005	31,30	95,42%	8,11%	18,42%	15,29%	11,82%	41,77%
205	01.28_014	721.075,322	7.711.266,773	721,993	10,97	28,19%	-	1,76%	-	-	26,43%
206	01.28_019	721.059,524	7.711.278,090	721,697	35,44	99,26%	9,69%	14,48%	8,31%	7,56%	59,23%
207	01.28_020	721.055,787	7.711.281,191	721,639	24,11	41,22%	0,08%	3,28%	0,71%	7,12%	30,03%
208	01.28_021	721.052,712	7.711.283,945	721,457	33,55	97,81%	5,33%	16,48%	12,38%	17,09%	46,53%
209	01.28_022	721.050,088	7.711.286,497	721,526	4,50	91,83%	2,28%	15,05%	12,04%	18,45%	44,00%
210	01.28_025	721.042,439	7.711.292,813	721,617	13,75	31,97%	0,34%	0,95%	3,12%	6,53%	21,04%
211	01.28_027	721.036,940	7.711.296,127	721,984	31,26	82,26%	19,06%	-	18,91%	-	44,28%
212	01.28_029	721.027,963	7.711.300,148	721,586	8,13	20,85%	0,08%	0,54%	-	-	20,23%
213	01.28_034	721.010,848	7.711.301,635	721,243	11,79	26,68%	-	1,08%	-	0,83%	24,77%
214	01.28_035	721.006,805	7.711.303,074	720,812	36,82	92,51%	17,90%	17,10%	7,46%	20,54%	29,50%
215	01.28_036	721.001,909	7.711.302,641	720,373	36,86	89,47%	4,75%	12,97%	4,22%	21,72%	45,80%
216	01.28_038	720.994,060	7.711.300,188	719,719	10,61	23,22%	-	0,50%	0,32%	6,04%	16,35%
217	01.28_042	720.980,151	7.711.295,298	719,314	40,20	91,58%	15,77%	20,22%	29,83%	14,12%	11,63%
218	01.28_043	720.977,261	7.711.293,880	719,528	16,28	93,59%	13,85%	15,96%	20,35%	17,79%	25,64%
219	01.28_044	720.973,720	7.711.292,177	719,950	39,69	96,57%	3,78%	19,61%	12,77%	23,34%	37,07%
220	01.28_045	720.966,537	7.711.289,207	720,590	39,21	98,51%	8,59%	12,54%	18,76%	14,09%	44,53%

continua ...

ID	Cafeeiro	x (m)	y (m)	z (m)	Produção (kg)	% de Frutos	% Verde	% Verdoengo	% Cereja	% Passa	% Seco
221	01.28_047	720.959,336	7.711.285,626	720,624	10,59	26,55%	0,16%	0,12%	0,16%	3,57%	22,54%
222	01.28_049	720.949,690	7.711.283,426	721,592	65,87	89,02%	13,34%	12,31%	4,13%	38,18%	21,07%
223	01.28_050	720.946,445	7.711.282,998	721,627	13,31	44,83%	-	0,51%	-	-	44,32%
224	01.28_052	720.935,933	7.711.283,340	721,399	21,19	53,39%	-	0,61%	-	-	52,77%
225	01.28_055	720.922,427	7.711.286,255	721,352	20,42	56,42%	0,20%	0,31%	-	-	55,91%
226	01.28_061	720.901,009	7.711.295,822	719,812	21,33	66,03%	0,38%	-	5,74%	9,85%	50,06%
227	01.28_063	720.894,970	7.711.299,465	719,280	33,44	88,95%	10,78%	13,05%	20,49%	13,44%	31,19%
228	01.28_064	720.891,709	7.711.301,577	718,888	35,11	93,62%	5,40%	9,29%	33,52%	13,99%	31,43%
229	01.29_002	720.882,240	7.711.316,164	719,886	42,57	78,78%	4,78%	7,78%	7,98%	36,82%	21,43%
230	01.30_008	721.100,711	7.711.261,934	724,543	53,53	71,40%	3,93%	6,91%	6,52%	14,09%	39,95%
231	01.30_011	721.088,462	7.711.265,002	724,068	40,82	81,80%	10,26%	15,11%	13,58%	15,75%	27,10%
232	01.30_014	721.076,472	7.711.269,634	724,079	45,88	64,53%	2,67%	7,79%	3,05%	8,89%	42,13%
233	01.30_017	721.067,746	7.711.275,078	723,750	35,52	94,99%	4,24%	15,12%	9,89%	24,41%	41,33%
234	01.30_022	721.052,492	7.711.287,579	722,432	44,95	96,17%	7,59%	14,32%	7,95%	18,45%	47,85%
235	01.30_023	721.049,628	7.711.290,557	722,572	15,50	38,27%	1,35%	3,54%	-	8,70%	24,68%
236	01.30_026	721.040,909	7.711.297,834	722,835	17,09	48,68%	5,55%	5,87%	10,05%	4,66%	22,55%
237	01.30_027	721.036,969	7.711.300,157	722,606	21,34	46,69%	0,44%	1,45%	-	11,18%	33,62%
238	01.30_029	721.029,170	7.711.302,318	721,102	47,08	65,74%	8,89%	9,84%	3,76%	5,18%	38,07%
239	01.30_033	721.011,412	7.711.305,334	719,723	67,95	92,25%	6,23%	15,37%	11,95%	23,64%	35,07%
240	01.30_035	721.001,297	7.711.304,745	720,227	12,32	93,35%	20,87%	25,11%	6,15%	16,24%	24,98%
241	01.30_036	720.995,963	7.711.304,648	719,760	73,81	92,22%	8,68%	13,21%	10,47%	9,36%	50,50%
242	01.30_037	720.993,262	7.711.303,712	719,451	6,38	32,74%	-	0,72%	0,08%	4,29%	27,66%
243	01.30_038	720.988,081	7.711.302,168	719,977	47,77	73,29%	11,48%	10,92%	11,33%	17,01%	22,56%
244	01.30_040	720.978,714	7.711.297,707	724,477	10,11	23,24%	-	0,59%	0,09%	3,86%	18,70%
245	01.30_041	720.974,103	7.711.295,336	724,910	8,70	56,15%	1,13%	7,79%	1,15%	6,42%	39,66%
246	01.30_044	720.964,949	7.711.291,218	720,722	33,66	94,82%	11,04%	23,24%	17,02%	16,95%	26,57%
247	01.30_046	720.957,457	7.711.287,934	721,185	18,06	40,14%	0,84%	2,06%	0,23%	6,76%	30,25%
248	01.30_049	720.945,624	7.711.285,900	721,994	14,15	38,35%	-	-	-	-	38,35%
249	01.30_050	720.941,533	7.711.285,818	722,158	24,34	59,95%	-	0,26%	0,70%	0,69%	58,30%
250	01.30_052	720.930,450	7.711.287,084	722,060	13,31	92,42%	1,48%	4,53%	6,01%	12,76%	67,64%
251	01.30_053	720.926,128	7.711.288,222	721,953	33,83	88,56%	3,29%	10,55%	4,71%	31,32%	38,68%
252	01.30_054	720.921,743	7.711.289,849	721,962	38,18	96,89%	0,59%	2,46%	2,00%	6,15%	85,68%
253	01.30_058	720.906,144	7.711.296,785	720,963	22,33	58,75%	0,61%	1,49%	0,29%	6,44%	49,93%
254	01.30_059	720.901,829	7.711.299,077	720,749	9,66	59,66%	0,21%	1,40%	1,31%	5,82%	50,91%
255	01.30_061	720.895,803	7.711.302,887	720,137	37,54	93,86%	12,43%	17,47%	16,10%	28,34%	19,51%
256	01.31_002	720.884,118	7.711.318,678	721,340	9,35	77,41%	2,52%	5,38%	14,06%	22,86%	32,60%
257	01.32_002	721.137,017	7.711.265,153	735,093	21,25	56,96%	-	0,69%	5,41%	5,39%	45,47%
258	01.32_009	721.107,384	7.711.264,110	725,838	39,58	71,63%	0,60%	5,01%	5,13%	6,00%	54,90%
259	01.32_013	721.090,633	7.711.267,077	725,400	16,65	41,72%	-	0,14%	0,26%	4,29%	37,03%
260	01.32_016	721.077,967	7.711.272,075	725,159	11,99	30,91%	-	0,43%	-	-	30,49%
261	01.32_019	721.067,624	7.711.278,212	724,905	33,37	84,92%	9,38%	11,65%	2,03%	28,67%	33,20%
262	01.32_021	721.062,263	7.711.282,871	724,355	33,61	94,66%	1,46%	6,93%	8,87%	15,05%	62,36%
263	01.32_023	721.056,588	7.711.288,263	723,955	22,54	66,25%	1,64%	14,82%	2,13%	23,53%	24,13%
264	01.32_026	721.047,664	7.711.296,190	724,157	19,94	50,87%	7,66%	16,68%	13,17%	13,36%	-
265	01.32_027	721.044,882	7.711.298,376	724,112	31,65	83,51%	11,62%	12,94%	24,98%	15,76%	18,21%
266	01.32_033	721.022,598	7.711.306,691	723,389	10,13	28,70%	-	1,17%	-	-	27,53%
267	01.32_036	721.011,522	7.711.307,260	723,380	67,39	95,65%	10,06%	22,32%	3,18%	16,53%	43,57%
268	01.32_040	720.993,574	7.711.305,549	722,888	32,14	96,21%	0,93%	22,42%	1,71%	10,74%	60,41%
269	01.32_044	720.974,819	7.711.298,514	722,894	11,90	92,95%	19,79%	14,99%	25,68%	12,88%	19,62%
270	01.32_045	720.970,921	7.711.296,255	722,296	39,31	68,46%	0,59%	2,50%	5,81%	7,92%	51,64%
271	01.32_049	720.956,512	7.711.290,645	722,849	21,03	89,47%	-	2,29%	11,27%	16,66%	59,25%
272	01.32_051	720.947,215	7.711.289,170	723,237	36,02	93,32%	5,97%	7,04%	13,26%	21,96%	45,09%
273	01.32_054	720.932,906	7.711.289,885	722,980	13,21	45,85%	-	0,28%	-	-	45,57%
274	01.32_058	720.917,806	7.711.294,120	722,668	12,02	98,56%	0,87%	5,03%	9,73%	11,56%	71,36%
275	01.32_060	720.911,247	7.711.297,529	721,697	16,20	49,68%	0,88%	1,05%	0,10%	7,56%	40,09%
276	01.32_062	720.903,968	7.711.300,563	725,249	32,24	95,68%	5,13%	18,95%	8,19%	23,48%	39,93%
277	01.32_063	720.900,593	7.711.302,711	724,758	35,98	94,19%	12,33%	13,99%	44,93%	13,48%	9,46%
278	01.32_068	720.885,866	7.711.317,615	724,475	23,58	59,24%	0,12%	1,33%	0,36%	5,21%	52,22%

ID = numeração identificadora; x = Leste; y = Norte; z = altitude; "-" = ausência de informação. Os valores percentuais referem-se à massa da amostra.