



Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Departamento de Engenharia Rural
Projeto CR Campeiro II



Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7 – Volume II

Enio Giotto

Santa Maria, RS
2015

Exemplares desta publicação serão distribuídos com o Sistema CR - Campeiro

*Ministério da Educação
Universidade Federal de Santa Maria*

*Laboratório de Geomática - DER / CCR
Campus Universitário – Camobi
97105-900 – SANTA MARIA – RS
Fone: (0xx55) 3220 8788
www.crcampeiro.net*

*Capa e Projeto Gráfico: Elódio Sebem
Editoração Eletrônica: Enio Giotto, Claire Delfini Viana Cardoso, Elódio Sebem*

A278 Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7 /
 organizadores: Enio Giotto, Claire Delfini Viana Cardoso,
 Elódio Sebem. – Santa Maria : UFSM – Laboratório de
 Geomática, 2013.
 v. 2 : il. ; 30 cm

1. Geoprocessamento 2. Sistemas de Informação
Geográfica 3. Sistema CR Campeiro 7 4. Agricultura de precisão
5. Georreferência I. Giotto, Enio II. Cardoso, Claire Delfini Viana
III. Sebem, Elódio

CDU 528.7/.9

Ficha catalográfica elaborada por Maristela Eckhardt - CRB-10/737
Biblioteca Central da UFSM

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 FUNÇÕES E OPERAÇÃO DE VISUALIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS	10
2.1 Recuperação de modelos	10
2.2 Edição de objetos sobre o mapa	14
2.2.1 Desenhar MD	15
2.2.2 Desenho de quadros	16
2.2.3 Inserção de objetos	17
2.2.4 Definição do padrão de cor	19
2.3 Visualização de Modelo Digital – Classes Fixas	19
2.4 Visualização de Modelo Digital – Classes Variáveis	21
2.5 Visualização de Modelo Digital – Classes Percentuais	23
2.6 Visualização por padrão de interpretação de análise de solo	24
2.7 Gráfico da distribuição de classes	28
2.8 Operações de sobreposição	30
2.8.1 Navegação Visual – Modelo Digital	30
2.8.2 Sobreposição de Projetos de Agricultura de Precisão	31
2.8.3 Sobreposição de Polígonos, Linhas e Pontos	32
2.8.4 Vetorização de Áreas	32
2.9 Arquivo – Função Imprimir	33
2.10 Arquivo – Função Salvar	34
3 MODELOS DE APLICAÇÃO A TAXA VARIADA	35
3.1 Introdução	35
3.2 Converter Modelo Digital para Modelo Básico de Aplicação	36
3.2.1 Processo de Conversão	36
3.2.2 Visualizar o Mapa de Aplicação	38
3.3 Converter Modelo Base de Aplicação para Shapefile (células e pontos)	40
3.4 Converter Modelo Base de Aplicação para Shapefile – Edição Vetorial	46
3.5 Estruturar arquivo de exportação – Seis classes	49
4 MODELOS DE PRODUTIVIDADE	51
4.1 Introdução	51
4.2 Importação de Arquivos de Colheita	52
4.2.1 Conversão de arquivo de colheita – Shapefile para VPP	53

4.2.2	Conversão de arquivo de colheita – CSV para VPP.	54
4.2.3	Visualização de Mapa de Colheita – Arquivo VPP.....	56
4.2.4	Adição de Arquivos VPP	57
4.2.5	Sobreposição de uma área sobre o arquivo de colheita.	57
4.3	Edição de arquivos VPP.....	58
4.3.1	Opções de Edição Básica	62
4.3.2	Análise da Distribuição de Frequências dos Pontos de Colheita	63
4.3.3	Análise da distribuição das células.....	64
4.3.4	Estruturar Projeto de Agricultura de Precisão (PAP).....	67
4.4	Visualização de Pontos de Colheita	69
4.4.1	Processos de Visualização	69
4.4.2	Operações com Arquivos VPP.....	72
4.4.2.1	Ativar o Modo Seleção	72
4.4.2.2	Intervalo de Produção.	73
4.4.2.3	Operação Pontos de Colheita VPP	75
4.4.2.4	Histograma da Área de Seleção.....	77
4.4.2.5	Exporta produção	77
4.4.2.6	Cálculo da Produção.	78
4.4.2.7	Exportação de Nutrientes.....	78
4.5	Análise de Arquivos VPP	83
4.5.1	Análise - Distribuição de Frequências.....	83
4.5.2	Análise – Posição Geográfica.	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recuperação do Modelo Digital.	11
Figura 2. Visualização padrão de recuperação do MDT.	11
Figura 3. Recuperação de Modelo Digital de Aplicação.	12
Figura 4. Discrepância entre área estimada e área real.	13
Figura 5. Elementos (objetos) de edição gráfica.	14
Figura 6. Critérios para atribuição de cor as células do modelo.	15
Figura 7. Desenho de quadros.	16
Figura 8. Inserção de objetos no quadro de desenho - I.	17
Figura 9. Inserção de objetos no quadro de desenho II.	18
Figura 10. Seleção de padrão de cor.	19
Figura 11. Definição de visualização em classes fixas.	20
Figura 12. Visualização em Classes Fixas.	21
Figura 13. Definição de visualização em classes fixas.	22
Figura 14. Visualização em Classes Fixas.	23
Figura 15. Exemplo de estruturação de classes percentuais.	24
Figura 16. Espacialização de MDT por classes percentuais.	24
Figura 17. Cadastro de Nível de Interpretação.	26
Figura 18. Seleção de Padrão Cadastrado.	26
Figura 19. Visualização de MDT por padrão de interpretação cadastrado..	27
Figura 20. Padrão cadastrado – CEQFS – RS e SC.	27
Figura 21. Padrão cadastrado – Argentina.	27
Figura 22. Padrão cadastrado – Cerrados.	28
Figura 23. Padrão – Paraguai.	28
Figura 24. Gráfico da Distribuição de Áreas por Classe.	29
Figura 25. Opções de exportação do gráfico de classes.	29
Figura 26. Navegação visual.	30
Figura 27. Configurações para a sobreposição.	31
Figura 28. Sobreposição de Projeto de AP.	31
Figura 29. Sobreposição de Polígono e Linha.	32
Figura 30. Vetorização de Áreas.	33
Figura 31. Salvar quadro de desenho como imagem georreferenciada.	34
Figura 32. Conversão de MDT para MBA.	37
Figura 33. Distribuição da quantidade de insumos.	38
Figura 34. Estrutura do relatório referente ao calculo da geração do MBA.	39
Figura 35. Recuperar MBA.	40

Figura 36. Mapa e Legenda da aplicação a taxa variada.....	41
Figura 37. Conversão de MBA para Shapefile.	41
Figura 38. Shape de pontos.	43
Figura 39. Shape de polígonos.	44
Figura 40. Shape de polígonos com bordadura.	44
Figura 41. Estruturando shape com mais de um taxa.	45
Figura 42. Layout da tabela DBF do shape com mais de uma taxa.	45
Figura 43. Fonte de dados – Edição Vetorial.	48
Figura 44. Vetorização de polígonos – Edição Vetorial.....	49
Figura 45. Identificação dos polígonos vetorizados.	49
Figura 46. Estrutura de um arquivo Vetor de Pontos de Produtividade.	52
Figura 47. Conversão de SHP para VPP.	54
Figura 48. Conteúdo da tabela DBF – Arquivo de Rendimento.	54
Figura 49. Opção de Menu – Conversão Arquivos CSV para VPP.	55
Figura 50. Conversão de arquivo CSV para VPP.	55
Figura 51. Mapa de Produtividade – Fonte Arquivo VPP.....	57
Figura 52. Adição de Arquivos VPP em um novo arquivo.....	58
Figura 53. Sobreposição de área interna sobre os dados de colheita	59
Figura 54. Sobreposição de malha de células no talhão.....	60
Figura 55. Sobreposição do arquivo VPP no quadro de desenho e dados estatísticos dos pontos.....	61
Figura 56. Grade com a distribuição de pontos por célula da malha.	61
Figura 57. Recuperação e arquivo VPP para edição.	62
Figura 58. Histograma de distribuição de frequências de pontos de produtividade com ajuste pela amplitude dos dados.	64
Figura 59. Histograma de distribuição de frequências dos pontos de produtividade a partir de ajuste com pré-definição de classes.	65
Figura 60. Planilha de células com valor médio calculado pelo método do inverso da distância e com filtro de CV ativado.	66
Figura 61. Células com CV superior ao valor indicado.	67
Figura 62. Seleção da variável do histograma de distribuição de células. ...	67
Figura 63. Histograma da distribuição de valores de CV e número de pontos.	68
Figura 64. Opções de estruturação de PAP a partir de pontos de produtividade.	68
Figura 65. Estruturação da visualização de pontos de colheita.	70
Figura 66. Estruturação para visualizar arquivo VPP em classes fixas de produtividade.....	70

Figura 67. Pontos de colheita – Delimitados pelo talhão.	71
Figura 68. Pontos de colheita com sobreposição de arquivo VET	72
Figura 69. Seleção de uma área na tela de desenho.....	73
Figura 70. Sobreposição de pontos de colheita (1 classe) sobre Modelo Digital.	74
Figura 71. Pontos de colheita sobrepostos sobre o modelo digital.	74
Figura 72. Visualização de classes de produtividade.....	75
Figura 73. Distribuição espacial dos pontos da área de seleção.	76
Figura 74. Vetorização de área de exclusão de pontos.	77
Figura 75. Histograma da área de seleção.	78
Figura 76. Exportação da produção– Geração de arquivos VPP e VET.	78
Figura 77. Tabela de exportação de nutrientes – MODELOS_AP.MDB.	79
Figura 78. Cadastro de Exportação de Nutrientes.	80
Figura 79. Exportação de nutrientes de arquivo VPP.	80
Figura 80. Exportação de nutrientes por análise de modelo digital.	82
Figura 81. Relatório da exportação de nutrientes.	82
Figura 82. Análise de arquivos VPP.....	84
Figura 83. Estruturação de classes fixas.....	84
Figura 84. Gráfico da distribuição dos pontos.	85
Figura 85. Relatório da análise da distribuição dos pontos.	85
Figura 86. Tabela de pontos existentes no raio de pesquisa informado.	86
Figura 87. Visualização espacial de pontos de produtividade em círculo de pesquisa.....	87

1 Introdução

No primeiro volume da Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7, um dos itens abordados foi o de Estruturação de Modelos Digitais que expressam a variabilidade espacial de um elemento no contexto de um talhão agrícola ou florestal. Esses modelos configuram a base de uma série de procedimentos de mapeamentos, análises e interpretações por parte do usuário na execução de trabalhos de agricultura de precisão, considerando que o entendimento da estrutura de um modelo digital torna-se fundamental para uma boa condução de tais procedimentos.

O modelo digital tem uma estrutura matricial de linhas e colunas e o valor do atributo da variável, consignado à intersecção das mesmas, cujo ponto é identificado como “nó da grade”, sendo que a resolução desta matriz será dada pelo espaçamento entre linhas (espaçamento Y) e pelo espaçamento entre colunas (espaçamento X). A representação espacial do modelo consiste na atribuição de uma cor específica para preenchimento das células das matrizes de acordo com um critério pré-fixado. No processo de visualização de modelo digital esse critério é identificado como classe.

Em um modelo digital os valores de cada nó da matriz são calculados a partir de processos matemáticos de interpolação de valores originais obtidos em um levantamento amostral a campo. O arranjo desses valores amostrais de determinada variável está organizado em uma estrutura denominada de Projeto de Agricultura de Precisão. Os interpoladores empregados nas rotinas de estruturação de modelos do CR Campeiro são os seguintes:

- ⇒ Inverso do Quadrado da Distância
- ⇒ Krigagem – Emprego de semivariograma linear
- ⇒ Krigagem – Ajuste a modelo teórico de semivariograma (Esférico, Exponencial, Gaussiano).
- ⇒ Equação Polinomial (Superfície de Tendência) – Até o sexto grau.

Um modelo digital é armazenado como uma tabela no banco de dados modelos_ap.mdb sendo identificado com o sufixo _MDT quando for de variável de solo (fertilidade), de terreno (altimétrico) ou planta (produtividade), e com o sufixo _MBA quando se tratar de modelo de aplicação de insumos. As referências de vinculação do modelo ao talhão, propriedade e produtor e suas características de estruturação ficam registradas na tabela modelos_dados.

A rotina de visualização compreende diversas funções para espacializar modelos digitais de atributos químicos, físicos e biológicos de solo e planta, de produtividade de culturas agrícolas entre outros, sendo esses modelos identificados como MDT (Modelo Digital do Terreno) e os modelos específicos de taxas de aplicação de insumos são identificados como MBA (Modelo Básico de Aplicação).

Ao contrário de alguns “softwares” de geotecnologias empregados na Agricultura de Precisão, no quais o objetivo principal consiste em apresentar o mapa da variabilidade espacial de um elemento qualquer, ou de exportar um arquivo de aplicação em taxas variáveis, o CR Campeiro tem por objetivo primeiro a estruturação de um modelo matemático que seja base para diversos procedimentos, como exemplo o próprio mapa da variabilidade espacial, e que permita também a execução de funções de análises do comportamento da variável, de forma a proporcionar ao usuário maiores recursos de interpretação para embasar tomadas de decisão no processo de gestão da lavoura.

As funções descritas nos itens seguintes apresentam as diferentes formas de visualização de modelos digitais, os processos de edição do mapa, operações de sobreposição de dados, impressão e exportação do mapa em arquivos georreferenciados entre outros.

As etapas de operações da estruturação de visualização de modelos digitais são as seguintes:

- ⇒ Recuperação do modelo digital (MDT e MBA)
- ⇒ Edição de objetos do mapa
- ⇒ Visualização por classes fixas
- ⇒ Visualização por classes variáveis
- ⇒ Visualização por classes percentuais
- ⇒ Visualização por padrões de interpretações de análises de solo
- ⇒ Gráfico da distribuição das classes
- ⇒ Operações de sobreposição
- ⇒ Exportação do MD para shapefile
- ⇒ Funções de impressão do mapa e exportação como imagem georreferenciada.

2 Funções e operação de visualização de modelos digitais

2.1 Recuperação de modelos

Os modelos podem ser recuperados para espacialização de acordo com a sua natureza MDT ou MBA e são relacionados para a seleção conforme a sua vinculação à estrutura de gestão como a identificação do talhão, propriedade e produtor.

Ao selecionar o talhão da propriedade são apresentados em um quadro de lista os modelos digitais (MDT) vinculados ao mesmo, sendo essa a condição padrão, mas o usuário pode optar pela seleção de Modelos Básicos de Aplicação e ainda estabelecer um filtro de somente apresentar os modelos digitais de um ano específico. Outro elemento relacionado ao talhão apresentado quando da seleção, traz a área total expressa em hectares.

Quando recupera-se um Modelo Digital Estruturado, os elementos informativos e estatísticos a respeito do modelo são apresentados em uma tabela anexa ao quadro conforme pode ser visto na Figura 1, e também no caso de MDT é estabelecida uma condição padrão de visualização em seis classes fixas, cujos limites e intervalo são estabelecidos pela amplitude dos dados.

A Figura 2 mostra o resultado dessa visualização padrão em cinco classes fixas, estruturada a partir dos valores limites dos dados do MDT.

No quadro de desenho são locados os seguintes elementos gráficos em posições pré-definidas:

⇒ Mapa de definição do talhão – Espacialização das classes.

⇒ Rosa dos Ventos

⇒ Legenda

Cor, Limites mínimo e máximo e área ocupada pela classe.

⇒ Logomarca do usuário

⇒ Título do mapa

⇒ Escala gráfica

Quando do processo de edição do quadro de desenho o usuário pode alterar a posição destes elementos com exceção do mapa de definição do talhão.

As figuras anteriores apresentam a situação respectiva à visualização padrão de um Modelo Digital do Terreno.

1. Seleção de Produtor/Propriedade

2. Seleção do talhão:
 - Relação MDTs vinculados
 - Área do talhão

3. Opção de relacionar:
 - Modelos Digitais do Terreno (MDT)
 - Modelos Básicos de Aplicação (MBA)
 - Filtro de modelos digitais por ano

4. Recuperação de Modelo Digital
 - Dados informativos: Nome da variável e tipo de modelo.
 - Amplitude dos valores máximo e mínimo
 - Dados Estatísticos: Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação
 - Visualização em seis classes fixas.

Figura 1. Recuperação do Modelo Digital.

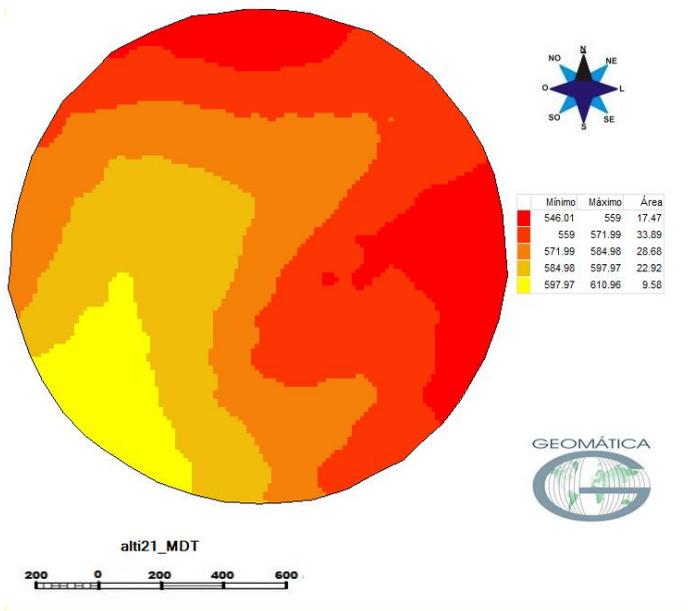


Figura 2. Visualização padrão de recuperação do MDT.

No caso de Modelos Básicos de Aplicação não existe um condição pré-definida de classes, sendo consideradas todas as classes equivalentes as taxas de aplicação. Quando recuperado um MBA são apresentadas a taxa mínima e máxima, o valor correspondente a uma taxa média e dados estatísticos de desvio padrão e coeficiente de variação do conjunto de dados.

Na legenda mostrada no quadro de desenho consta a relação de taxas, cada qual com a sua área de ocupação e a respectiva quantidade em kg necessárias para a aplicação na lavoura, conforme apresentado na Figura 3 juntamente com o desenho do modelo e outros objetos gráficos.

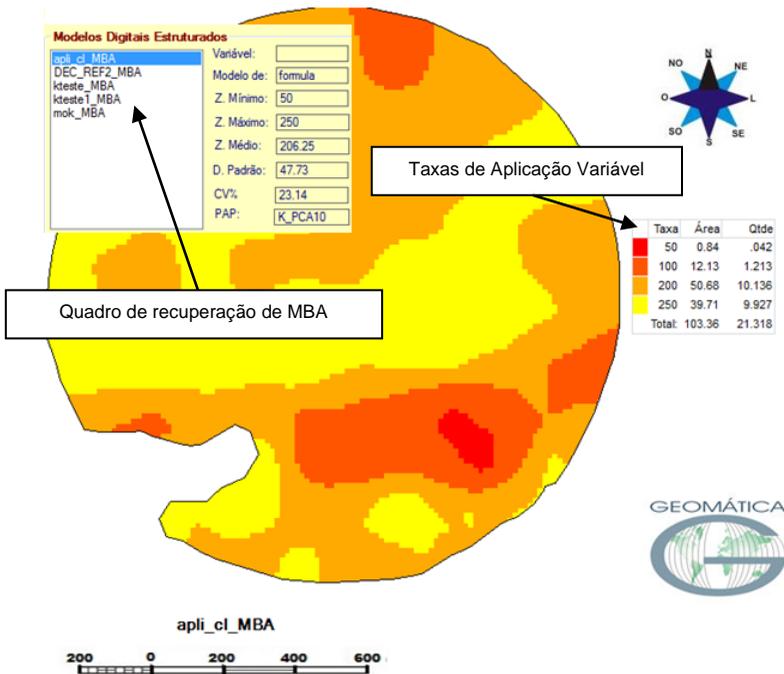


Figura 3. Recuperação de Modelo Digital de Aplicação.

O critério de cálculo de áreas das classes é o da soma das áreas dos pixels contados como pertencentes a cada classe, e assim ao se proceder a soma geral de todas as classes de visualização pode ocorrer uma discrepância em relação a área verdadeira do talhão e essa diferença é sempre a maior, em razão de se considerar a área integral do pixel cortado pela linha divisória do limite do talhão.

No caso de MBA essa diferença impacta também na quantificação do insumo gerando assim um excesso em relação às necessidades reais previstas na estruturação do modelo.

Desta maneira quanto maior a sinuosidade ou irregularidades do limite, maior será a diferença entre o valor final da soma das classes em relação à área real deste talhão. Normalmente essa diferença é da ordem de 2% a 5% da área total, mas em alguns casos pode ser maior, principalmente em áreas com muitos recortes.

A Figura 4 esquematiza o traçado de um limite de talhão e a disposição de células do MDT que contém o mesmo, sendo apresentado também um quadro de áreas que foram calculadas pelo critério acima e outro quadro gerado após a correção proporcional aplicada em cada classe. Essa correção é realizada nas operações de edição.

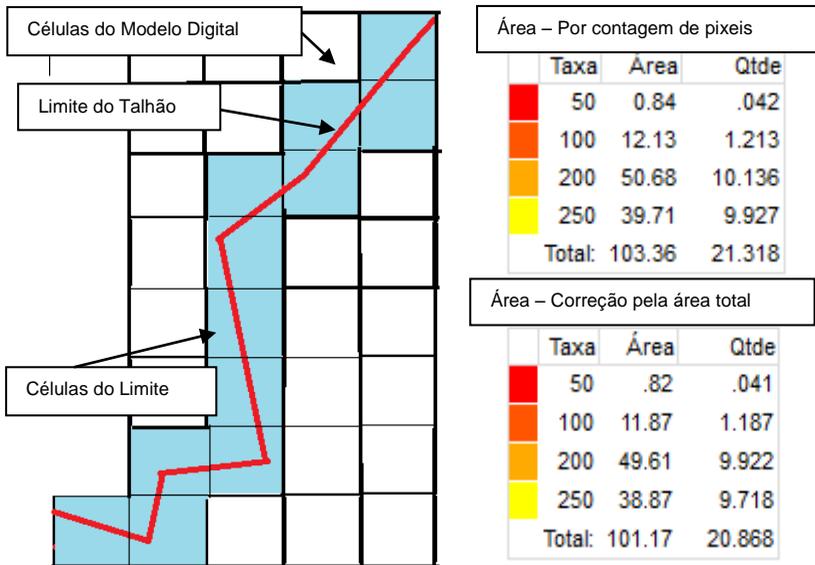


Figura 4. Discrepância entre área estimada e área real.

2.2 Edição de objetos sobre o mapa.

Por edição de objetos entende-se os procedimentos associados à visualização do modelo digital com o objetivo de agregar no mapa elementos informativos a respeito do mesmo bem como de estruturar uma apresentação final do mesmo para fins de impressão e de registro em arquivos para uso em outros softwares de natureza gráfica.

Quando da visualização padrão esses elementos são dispostos em posições pré-fixadas no quadro de desenho, entretanto o usuário pode definir outras posições para as mesmas e inclusive inserir novos objetos neste quadro ou até mesmo suprimi-los se for o caso.

A Figura 5 apresenta o “toolbox” com os elementos de edição gráfica, cujas funções e operações associadas são descritas a seguir.

Legenda

	Mínimo	Máximo	Área
	82	92.79	8.39
	92.79	103.58	10.22
	103.58	114.37	11.28
	114.37	125.16	23.92
	125.16	135.95	7.32

Só Mapa

Desenhar MD

QO QI QL

Inserção de Objeto

Ponto de Inserção

X= 69 Y= 114

Coordenadas

Rosa dos Ventos

Legenda-Grade

Selo do Usuário

Escala Gráfica

Gráfico Classes

Ajuste pela Área Total

Cores:

PC

Título do Mapa Sobreposição de Texto

Fontes: Aplicar Título

K_ID_MDT

1. Desenhar MD conforme critério estabelecido com a opção de desenho somente do mapa sem elementos gráficos associados.

2. Desenho de quadros:
QO – Quadro de Objeto
QI – Quadro de Imagem
QL – Quadro de Legenda

3. Inserção de Objetos
a) Posição padrão
b) Por ponto de inserção
Objetos (Elementos)
- Coordenadas Geográficas
- Rosa dos Ventos
- Legenda – Grade
- Selo do Usuário
- Escala Gráfica
- Título do Mapa
- Sobreposição de Textos

4. Definição de Padrão de Cor

Figura 5. Elementos (objetos) de edição gráfica.

2.2.1 Desenhar MD

O programa possibilita diversos critérios para definição, filtros e espacialização de classes, cujas opções de seleção e estruturação estão localizadas nas guias Classes e Padrões.

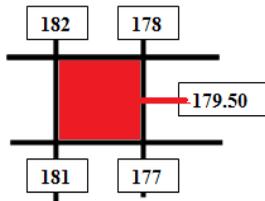
Uma vez estruturada a condição de visualização, a ação do botão <Desenhar MD> gera o mapa do modelo digital no quadro de desenho com o padrão de cores previamente selecionado, calcula a distribuição de áreas por classe e imprime as mesmas em quadro de legenda juntamente com os demais objetos como Rosa dos Ventos, Escala gráfica, Logomarca e Título.

Se for marcada a opção <Só Mapa>, somente o mapa do modelo digital será desenhado no quadro, podendo assim o usuário definir a seu critério a inserção dos objetos gráficos sobre o mesmo.

Quanto à atribuição de cor à célula do modelo, o CR Campeiro adota em diversas rotinas dois métodos distintos, o da Média Malha e o de Nó da Grade, sendo que no caso da rotina em foco o método empregado será o do Nó da grade. A Figura 6 apresenta os dois métodos:

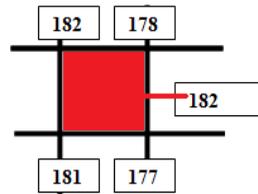
Critério de definição do valor da célula para atribuição da cor da classe

Média Malha



Média Malha: calcula-se o valor da célula pela média dos quatros cantos da célula

Nó da Grade



Nó da Grade: o valor da célula será dado pelo valor do Canto Esquerdo Superior da célula

Figura 6. Critérios para atribuição de cor as células do modelo.

2.2.2 Desenho de quadros

Esta função tem por objetivo desenhar retângulos que delimitam áreas no quadro de desenho.

A ação do botão <Quadro de Objetos - QO> desenha um retângulo envolvente de todo o quadro de desenho, onde podem ser locados os objetos gráficos. O botão <Quadro de Imagem - QI> delimita graficamente a área de desenho do mapa do modelo propriamente dito, e o terceiro botão <Quadro de Legenda - QL> desenha no canto esquerdo do quadro de desenho um retângulo reservado para a disposição dos elementos gráficos.

A Figura 7 mostra uma visão do quadro de desenho com a espacialização de um modelo digital, sem objetos gráficos associados, mas com a delimitação dos retângulos acima descritos.

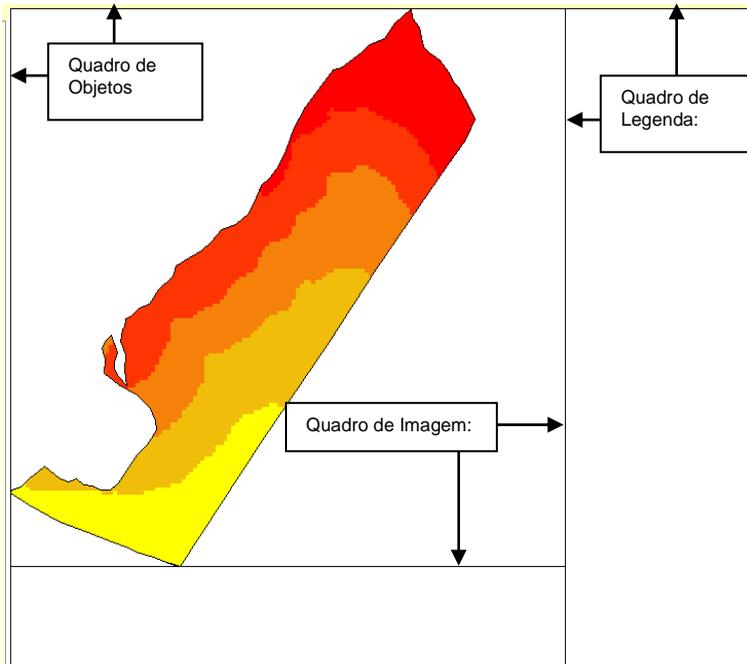


Figura 7. Desenho de quadros.

2.2.3 Inserção de objetos

Sete tipos de objetos gráficos distintos podem ser sobrepostos no quadro de desenho, sendo cinco deles por ação automática e em posição pré-definida quando da execução de <Desenho de MD>. Para sobrepor os demais elementos torna-se necessário que usuário ative a opção de <Ponto de Inserção> e clique previamente na posição desejada na imagem e execute a operação de sobreposição. Na Figura 8 mostra-se a sobreposição destes elementos sobre a imagem. No caso da sobreposição do marcador de coordenadas geográficas e de textos sobre a imagem foi procedido identificação prévia do ponto de inserção através do clique sobre a imagem.

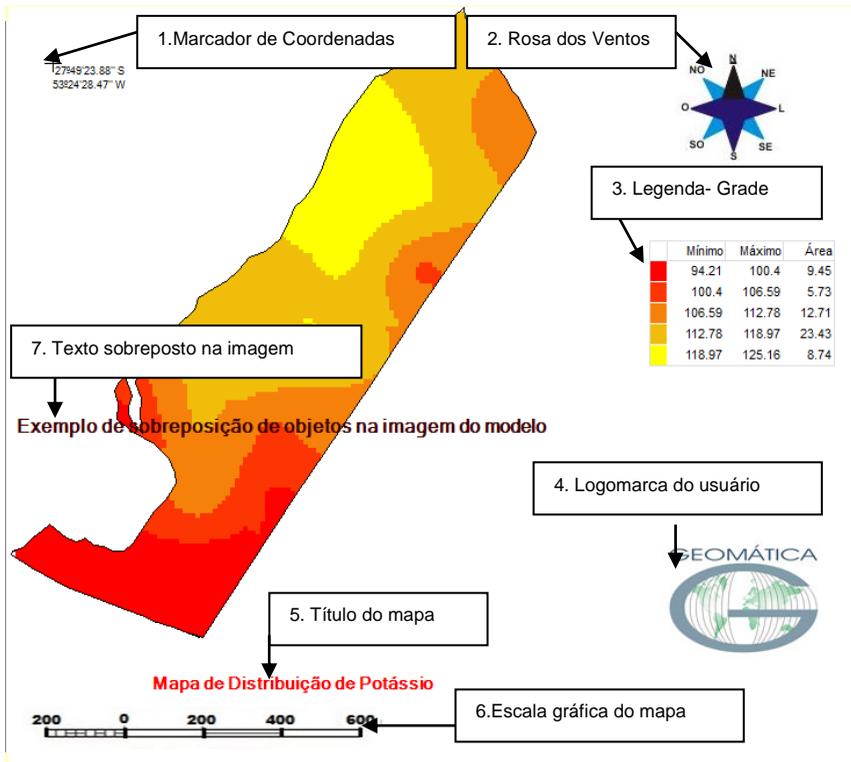


Figura 8. Inserção de objetos no quadro de desenho - I.

Os objetos gráficos Rosa dos Ventos e Escala são arquivos de formato jpeg com a identificação rosaventos.jpg e escala.jpg localizados na pasta c:\campeiro7\imagens.

O usuário pode alterar essas figuras a partir da substituição das mesmas por outras na mesma pasta e com a mesma identificação nominal.

Já o objeto Logomarca do usuário corresponde ao arquivo logousuario.bmp que está localizado na pasta citada anteriormente, a qual pode ser alterada em rotina específica do programa.

Com respeito a posição, quaisquer desses objetos pode ter sua posição definida pelo usuário conforme pode ser constatado na Figura 9, onde a disposição dos mesmos se fez de acordo critério do usuário.

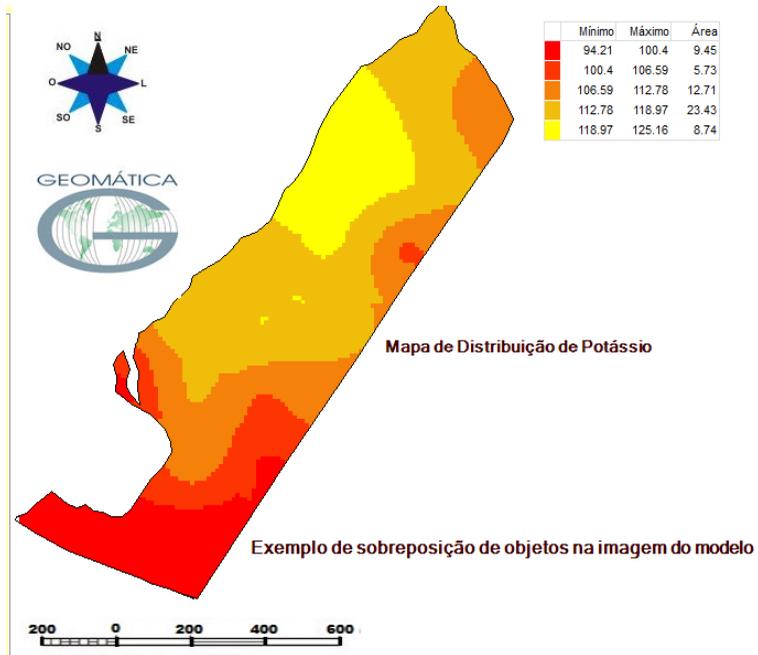


Figura 9. Inserção de objetos no quadro de desenho II.

Os objetos de texto podem ser configurados em termos de fontes e cores.

2.2.4 Definição do padrão de cor

Para a visualização de modelos digitais o sistema apresenta cerca de 78 opções de gradientes de cores, os quais estão estruturados em grupos de 5, 6, 7 e 10 classes de cores. A critério do usuário podem ser estabelecidos novos padrões de cores, os quais podem ser registrados em banco de dados e acessados quando da seleção do padrão de cor.

O procedimento de como construir novos padrões de cores será detalhado no capítulo 2 do volume III, o qual enfoca a visualização de modelos digitais a partir de funções existentes no Sistema Especialista de Agricultura de Precisão.

A Figura 10 apresenta o processo de seleção de padrão de cor e a respectiva visualização do modelo digital.

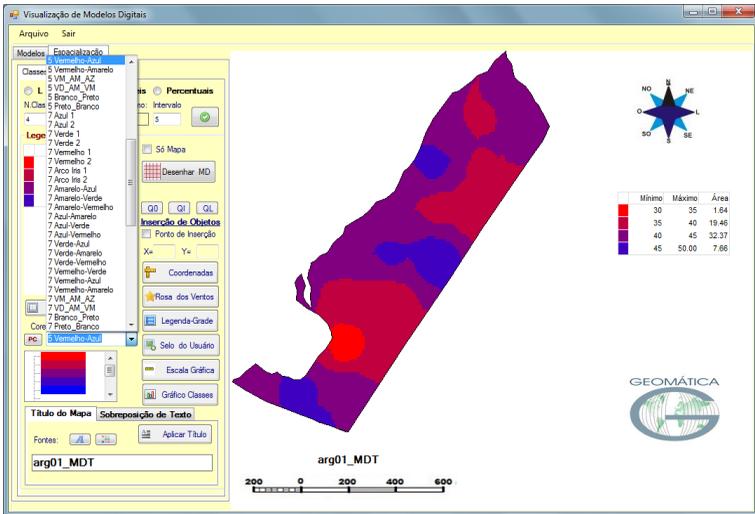


Figura 10. Seleção de padrão de cor.

2.3 Visualização de Modelo Digital – Classes Fixas

Uma vez recuperado um Modelo Digital do Terreno, o mesmo pode ser visualizado como mapa de diversas formas, entre as quais a espacialização do atributo da variável em classes com intervalos fixos. Neste caso o usuário infor-

ma ao sistema o número de classes, o limite mínimo da primeira classe e o intervalo de classe.

A Figura 11 mostra a parte da guia Classes com um modelo de preenchimento de dados para visualizar o MDT em classes fixas com as seguintes etapas:

- ⇒ Clicar na opção <L> para resetar o quadro de legenda
- ⇒ Clicar na opção <Fixas>
- ⇒ Informar o número de classes
- ⇒ Informar o valor mínimo da primeira classe
- ⇒ Informar o intervalo de classe
- ⇒ Clicar o botão de confirmação.
- ⇒ Ao confirmar os parâmetros da estruturação das classes serão apresentados em um quadro de legenda os limites mínimos e máximos das classes e a respectiva cor associada.
- ⇒ Clicar o botão de Desenhar MD

Com a opção <Só Mapa> desmarcada serão desenhados objetos gráficos no quadro de desenho, como escala, legenda, etc.

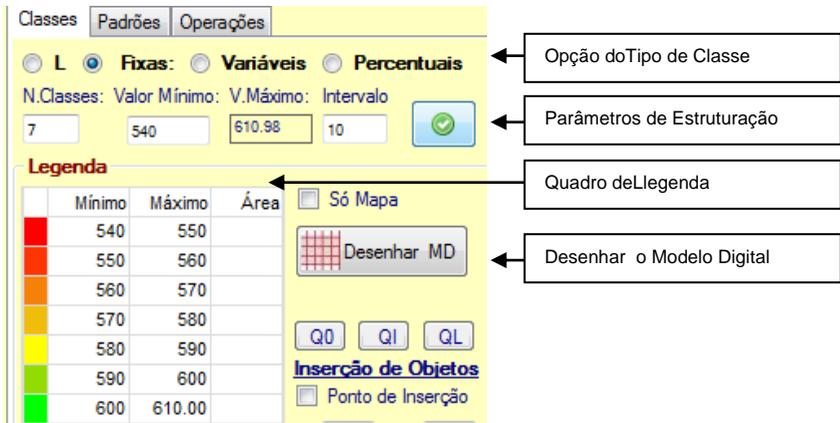


Figura 11. Definição de visualização em classes fixas.

Como resultado será apresentado o modelo digital no quadro de desenho, cujo critério de preenchimento das células é o do “nó da grade” e a área ocupada em cada classe expressa em hectares foi calculada a partir da contagem de células incluídas em cada uma das mesmas, sendo que o somatório total

difere da área real do talhão em razão das células de borda que são contadas integralmente no computo da área.

O botão <Ajuste pela Área Total> retifica os valores de áreas a partir de um cálculo de correção proporcional.

Os elementos gráficos mapa do modelo digital e legenda de informações das classes de visualização estão apresentados na Figura 12.

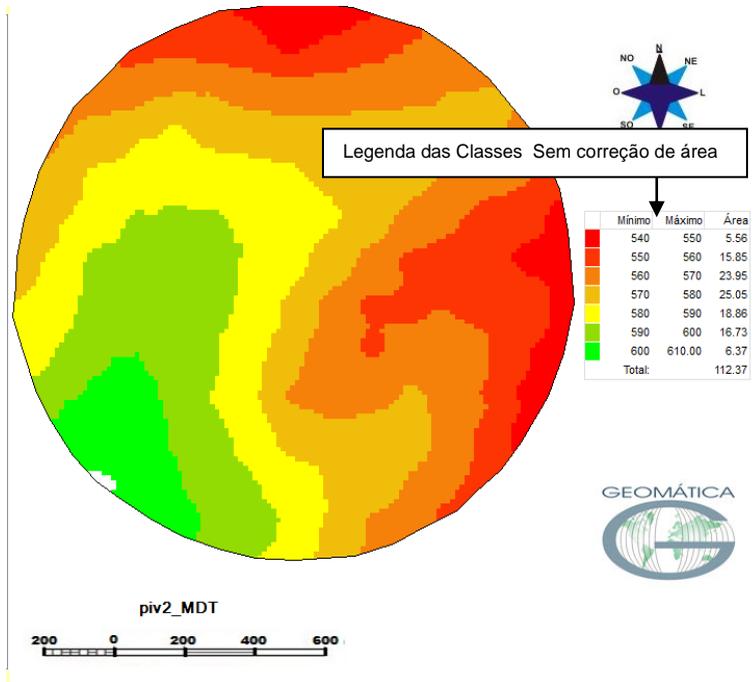


Figura 12. Visualização em Classes Fixas.

2.4 Visualização de Modelo Digital – Classes Variáveis

Ao contrário do item anterior onde o usuário estipula intervalos fixos para a distribuição espacial da variável do MDT, neste caso presente os intervalos entre as classes são de amplitudes diversas e estabelecidos a critério do usuário.

A Figura 13 mostra a parte da guia Classes com um modelo de preenchimento de dados para visualizar o MDT em classes variáveis com as seguintes etapas:

- ⇒ Clicar na opção <L> para resetar o quadro de legenda
- ⇒ Clicar na opção <Variáveis>
- ⇒ Clicar o botão de confirmação.
- ⇒ Ao confirmar os parâmetros da estruturação das classes são apresentados em um quadro de legenda as linhas para preenchimento dos limites mínimos e máximos de cada classe.
- ⇒ Digitar em cada linha de dados os limites das classes
- ⇒ Clicar o botão de Desenhar MD

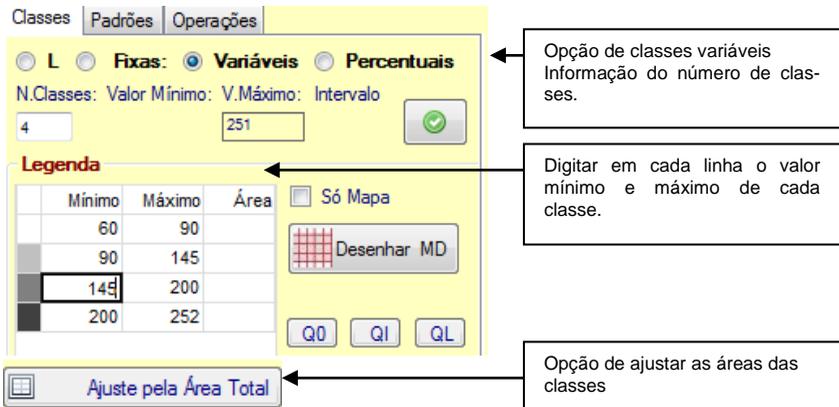


Figura 13. Definição de visualização em classes fixas.

Como já citado em itens anteriores, o cálculo das áreas das classes será feito pela soma das áreas das células do modelo digital e após esse cálculo o usuário pode realizar um ajuste nas áreas das classes aplicando um fator de correção. A Figura 14 apresenta o mapa do modelo digital estruturado em classes variáveis e dois quadros de legenda, um com as áreas sem correção e outro com as áreas corrigidas em relação a área total do talhão.

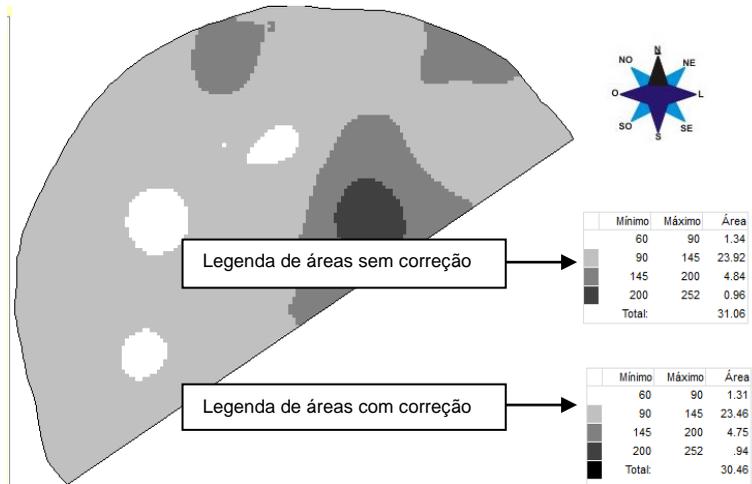


Figura 14. Visualização em Classes Fixas.

2.5 Visualização de Modelo Digital – Classes Percentuais.

Este é um modo especial de visualização dos dados do modelo digital na forma de mapa, o qual consiste em transformar todos os valores de células do MDT em valores percentuais em relação ao valor médio do modelo considerado igual a 100%.

O modelo de estruturação empregado é o de classes variáveis, sendo necessário digitar o número de classes e as faixas de intervalo percentual na grade de legenda.

No exemplo da Figura 15 foi selecionado um modelo digital de matéria orgânica, cujo valor médio é de 3.22, considerando-se este valor como de 100%, foram definidas três faixas, uma de percentuais inferiores a 90% que podem ser considerados como baixos, uma faixa de 90% a 110% a qual pode ser interpretada como de média, e outra faixa com valores superiores a 110% que seriam então as áreas com os maiores valores de matéria orgânica.

O resultado desta exemplificação pode ser visto na Figura 16.



Figura 15. Exemplo de estruturação de classes percentuais.

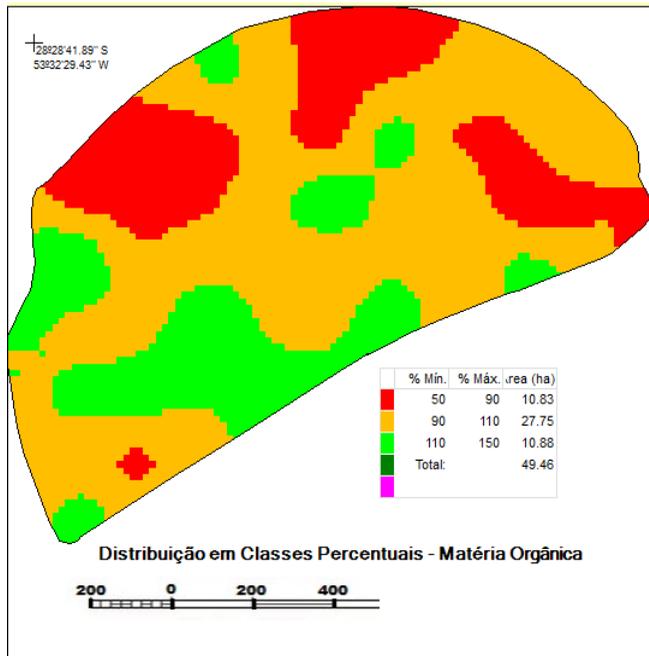


Figura 16. Espacialização de MDT por classes percentuais.

2.6 Visualização por padrão de interpretação de análise de solo.

A estruturação de visualização de modelos digitais de fertilidade do solo através de classes fixas, variáveis ou de percentuais, parte da premissa da informação dos parâmetros de números de classes e de limites através de critério

pessoal do usuário, que pelo seu conhecimento técnico define essas condições de visualização. Entretanto o sistema permite o cadastro de padrões de interpretação definidos por pesquisas e recomendados por institutos e outros organismos com atuação na área de fertilidade do solo.

Esses padrões definem para cada variável de solo (potássio, fósforo, argila, etc) níveis de classificação quanto a disponibilidade dos mesmos no solo, sendo esses níveis podem ser de 3 (alto, adequado ou baixo); a 5 (muito alto, alto, adequado, baixo e muito baixo) de forma geral e cujos limites como referido são resultados de pesquisas.

Além do Cadastro do Padrão de Classificação de um determinado nutriente, o programa apresenta alguns padrões já cadastrados na base de dados :

⇒ Padrão CEQFS – aplicável a solos do RS e SC.

⇒ Padrão Cerrados – aplicável a solos do Centro Oeste Brasileiro.

⇒ Padrão Argentina – aplicável a solos de determinadas regiões da Argentina.

⇒ Padrão Paraguai – aplicável a solos de determinadas regiões do Paraguai.

O padrão CEQFS, foi definido pela ROLAS – Rede Oficial de Laboratório de Análises de Solos, o padrão Cerrados através de pesquisas da Embrapa, Fundação MS, Fundação MT e UFMT e no caso dos padrões Argentina e Paraguai, a fonte de dados é o INTA.

Ao recuperar um modelo digital e selecionado um padrão, os níveis do mesmo são apresentados na grade de legenda com cores pré-definidas para cada nível. Na apresentação dos níveis não há um indicativo da classificação qualitativa (alto, baixo, etc.) e sim os limites numéricos de cada um desses níveis. Ao estabelecer na grade as classes correspondentes aos níveis de interpretação o procedimento de espacialização será o mesmo empregado nas situações anteriores de visualização de classes.

A Figura 17 apresenta a tela de Cadastro de Níveis de interpretação de Análise de Solo, cujos dados a serem informados são:

⇒ Nome do atributo

⇒ Unidade ex – cmol/dm³)

⇒ Extrator (se for o caso)

⇒ Condição de aplicação

⇒ Tipo de nutriente

⇒ Fonte dos dados da pesquisa. Citação

⇒ Níveis de interpretação (até 5 com valores mínimo e máximo)

- Muito baixo

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto

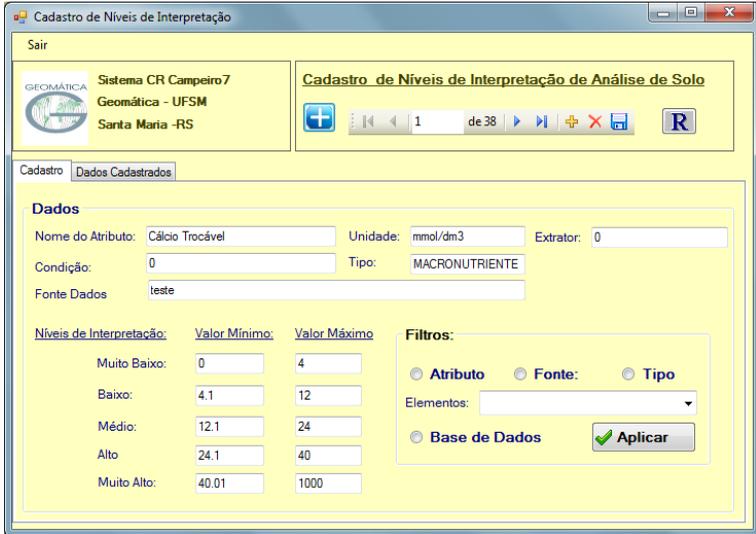


Figura 17. Cadastro de Nível de Interpretação.

A Figura 18 exemplifica uma situação de seleção de um padrão cadastrado, no caso potássio trocável cuja unidade é mg/dm³, e os respectivos valores na legenda de classes

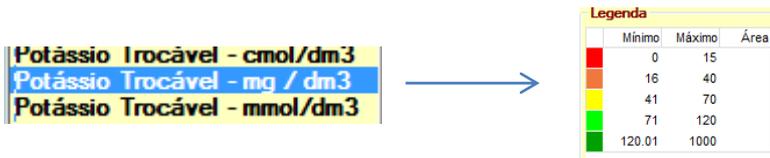


Figura 18. Seleção de Padrão Cadastrado.

Como resultado se tem o mapa da variabilidade espacial do potássio de acordo com o padrão selecionado (Figura 19).

As figuras 20, 21, 22 e 23 exemplificam a seleção de nutrientes a partir de padrões de interpretação de alguns solos do Brasil, Argentina e Paraguai.

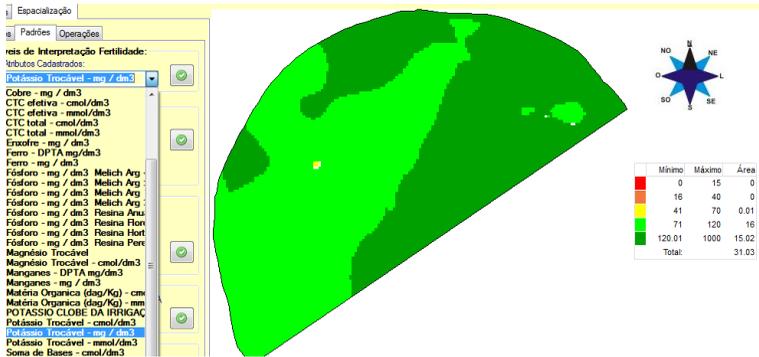


Figura 19. Visualização de MDT por padrão de interpretação cadastrado.

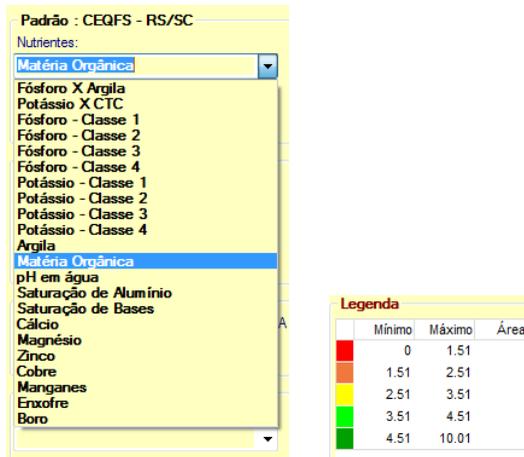


Figura 20. Padrão cadastrado – CEQFS – RS e SC.

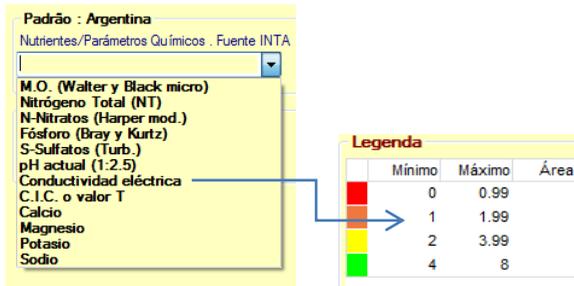


Figura 21. Padrão cadastrado – Argentina.

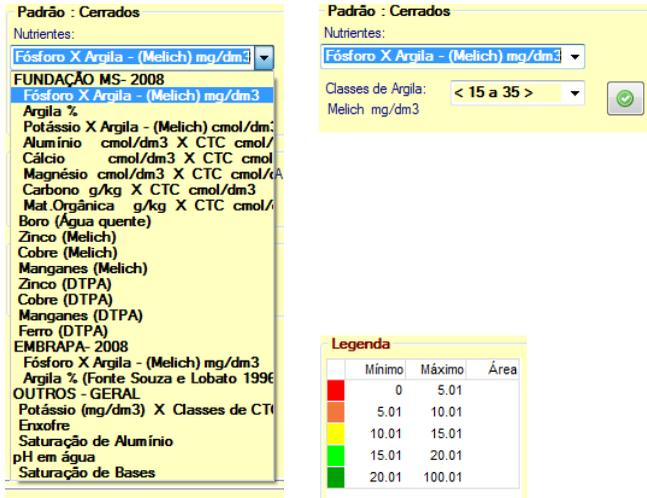


Figura 22. Padrão cadastrado – Cerrados.

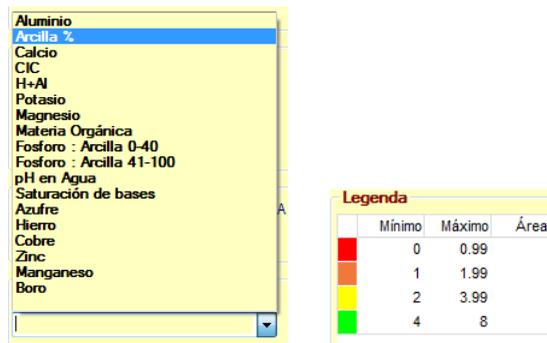


Figura 23. Padrão – Paraguai.

2.7 Gráfico da distribuição de classes

Além da representação espacial na forma de mapa a distribuição das áreas também pode ser visualizada como um gráfico de barras, conforme mostra a Figura 24.

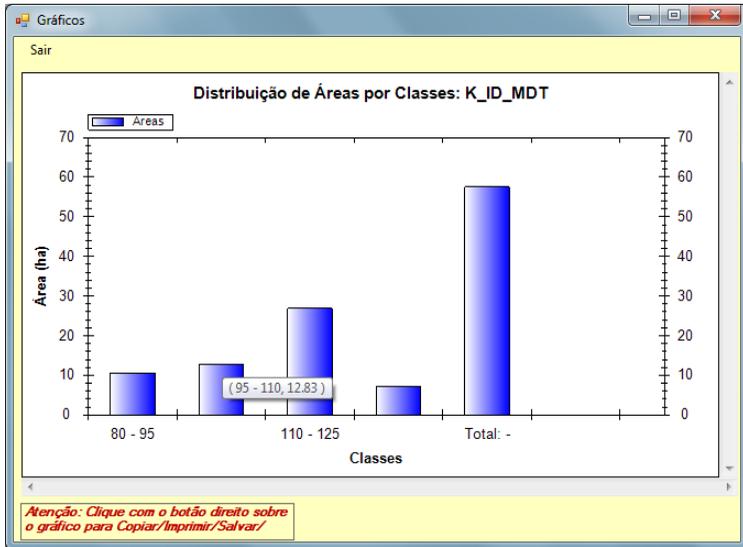


Figura 24. Gráfico da Distribuição de Áreas por Classe.

O gráfico pode ser estruturado a partir de qualquer critério de visualização dos modelos digitais e uma vez carregado no formulário as seguintes ações podem ser executadas

- ⇒ Copiar
- ⇒ Salvar como imagem

bitmap

- ⇒ Imprimir

A ação de um clique com o botão direito do mouse sobre o gráfico, abre um menu com estas opções, conforme mostra a Figura 25.

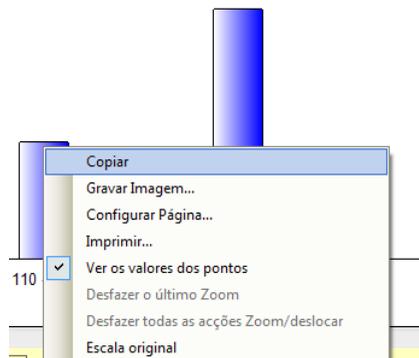


Figura 25. Opções de exportação do gráfico de classes.

2.8 Operações de sobreposição

Sobre o mapa do modelo digital no quadro de desenho podem ser executadas algumas funções que são caracterizadas como operações de sobreposição, sendo algumas incorporadas ao mapa.

Essas operações são identificadas como:

- ⇒ Navegação Visual
- ⇒ Sobreposição de Modelos Digitais
- ⇒ Sobreposição de Polígonos, Linhas e Pontos
- ⇒ Vetorização de áreas

2.8.1 Navegação Visual – Modelo Digital

Esta operação consiste em recuperar um Modelo Digital qualquer vinculado ao talhão espacializado no quadro de desenho e com o movimento do “mouse” obter a leitura do atributo no pixel da imagem.

Assim pode-se ter um MDT de potássio espacializado e sobre o mesmo proceder-se a leitura de valores de argila na posição do “mouse” no talhão conforme o exemplo da Figura 26.

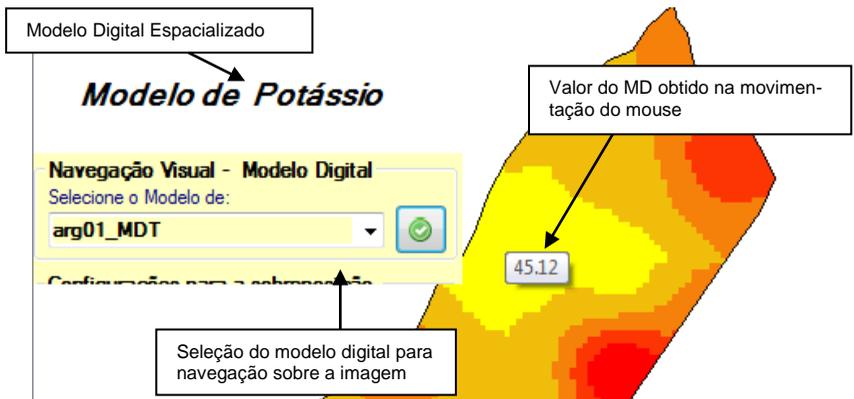


Figura 26. Navegação visual.

2.8.2 Sobreposição de Projetos de Agricultura de Precisão

Os pontos amostrais do levantamento de solos que estruturam um Projeto de Agricultura de Precisão e com origem no Modelo Digital, podem ser localizados diretamente sobre o mapa com o respectivo valor do atributo, sendo que este posicionamento pode ser identificado através de uma representação gráfica de cruz, círculo ou ponto e o valor do atributo pode ser definido em forma numérica fracionária ou inteiro.

Nas operações de sobreposição o usuário pode definir o tipo, cor e tamanho de fonte, bem como a espessura de linhas conforme mostra a Figura 27.

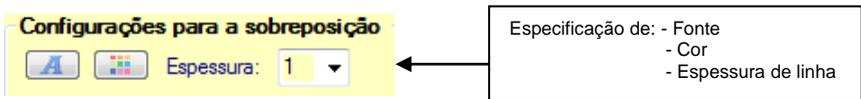


Figura 27. Configurações para a sobreposição.

A Figura 28 ilustra a locação de um Projeto de Agricultura de Precisão sobre o mapa de um modelo digital, sendo que nesta sobreposição foi definida que os valores do atributo devem ser expressos como inteiros e a representação gráfica da posição por meio de uma cruz, sendo o respectivo quadro de configurações esta apresentado nesta mesma figura.

Outro elemento que foi configurado foi o tamanho da fonte empregada na identificação do valor do atributo.

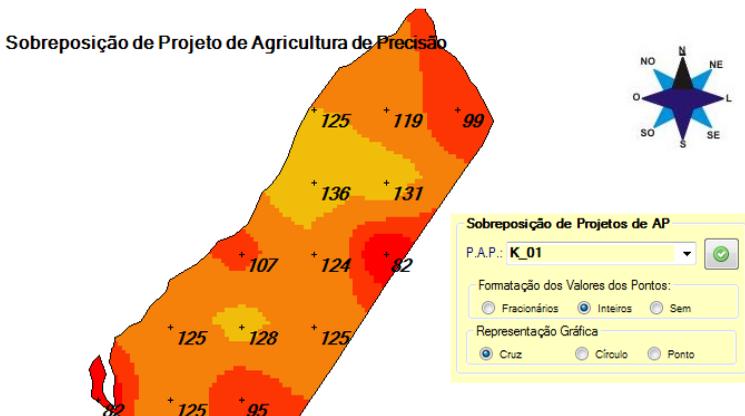


Figura 28. Sobreposição de Projeto de AP.

2.8.3 Sobreposição de Polígonos, Linhas e Pontos

Entidades gráficas armazenadas em arquivos de formato VET podem ser espacializadas, conforme condições pré-estabelecidas, sobre o mapa digital no quadro de desenho. Essa espacialização pode ser na forma de:

- ⇒ Polígonos (preenchidos ou não)
- ⇒ Linhas
- ⇒ Pontos (identificados ou não)

Também podem ser especificados cor de traçado e de preenchimento se for o caso, bem como a espessura de linha, sendo esses elementos definidos no quadro <Configurações de Sobreposição>.

A Figura 29 ilustra uma sobreposição de um arquivo VET identificado como polígono e outro como de linha.

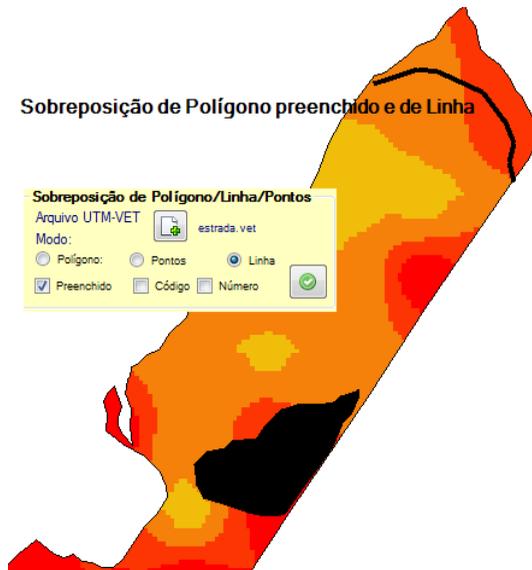


Figura 29. Sobreposição de Polígono e Linha.

2.8.4 Vetorização de Áreas

Esta operação consiste em vetorizar áreas de interesse diretamente sobre o mapa digital. Ao concluir o processo de vetorização são informadas a área

do polígono e a distância entre o primeiro e o último ponto da poligonal digitalizada no quadro de desenho.

Além desses elementos, o conjunto de coordenadas UTM (E,N) da poligonal podem ser salvos como um arquivo de formato VET, para posterior recuperação em outras rotinas do CR Campeiro para as mais diversas finalidades, entre as quais a de conversão para outros formatos como o shapefile.

A Figura 30 apresenta um exemplo de vetorização finalizada com os dados de área e distância 1-N, bem como a mensagem para salvar o arquivo de dados.

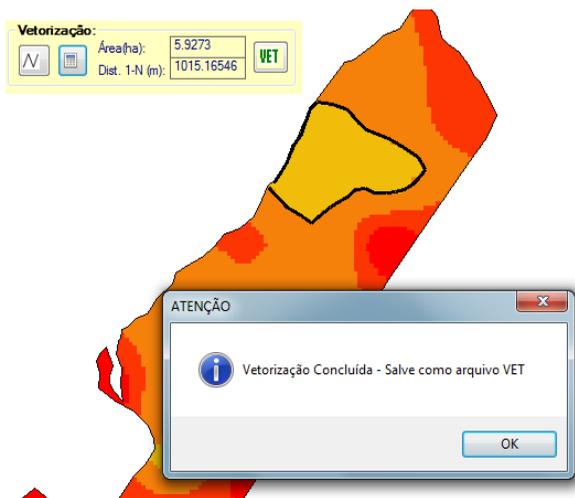


Figura 30. Vetorização de Áreas.

2.9 Arquivo – Função Imprimir

Esta função tem por objetivo gerar um relatório com finalidade de impressão do conteúdo ativo do quadro de desenho, sendo que este relatório além da possibilidade de impressão, pode ser salvo em vários formatos de arquivos como PDF, XLS, RTF etc.

2.10 Arquivo – Função Salvar

O quadro de desenho pode ser salvo como uma imagem digital georreferenciada, com a opção de salvar somente o quadro da imagem 540 x 540 pixels, identificada como Imagem MDT ou então todo o quadro de desenho que contempla os demais objetos gráficos sobrepostos, o qual é identificado como Imagem Completa.

A imagem para uso em aplicativos desktop é salva em formato geotiff (coordenadas UTM) e também com registro de georreferência no padrão SITER e a imagem para uso em aplicativos móveis (Android) é salva em formato gif com um arquivo de texto contendo a georreferência da mesma.

O aplicativo Android que carrega essa imagem é o C7 MapaGeo

A Figura 31 apresenta o menu de opções para salvar o quadro de desenho como imagens georreferenciadas.

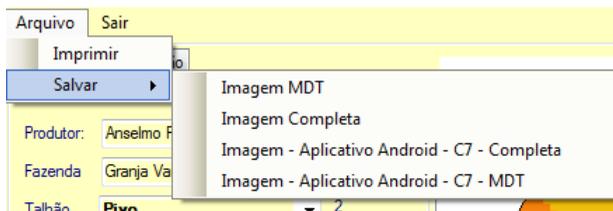


Figura 31. Salvar quadro de desenho como imagem georreferenciada.

3 Modelos de Aplicação a Taxa Variada

3.1 Introdução

As rotinas de agricultura de precisão do Sistema CR Campeiro 7 abrangem os três elementos, que se constituem no tripé básico da AP.

⇒ Mapas de Fertilidade (Amostras georreferenciadas, Atributos do Solo, Modelos Digitais de Variabilidade Espacial);

⇒ Mapas de Produtividade (Dados de colheitadeiras equipadas com GPS e Sensores de Colheita. Estimativas de Produção, Mapas de Colheita);

⇒ Mapas de Aplicação. (Aplicação Diferenciada de Insumos)

Em capítulos anteriores, se fez a abordagem de como o sistema trabalha nos itens referentes a fertilidade e a produtividade, e neste capítulo serão apresentados os procedimentos de como gerar e empregar mapas de aplicação.

No Sistema Campeiro, a designação de Modelo Básico de Aplicação (MBA), é empregada para caracterizar um caso específico de Modelo Digital (MDT), quando o mesmo representa dados de aplicação de insumos, os quais são distribuídos nas lavouras em taxas diferenciadas, conceituando-se o que se conhece como aplicação a taxa variada.

Os Modelos Digitais (MDT) são representações matriciais que armazenam dados das mais diferentes origens: Topografia do Terreno, Fertilidade do Solo, Física do Solo, Produção de Culturas, Pragas e Doenças entre outras, e tem uma destinação em mapeamentos, análises, interpretações, recomendações e de tomada de decisão. Já os Modelos Básicos de Aplicação (MBA) tem uma concepção mais restrita e sua destinação será exclusiva para a geração de arquivos de aplicação, nos mais diferentes formatos, para serem lidos pelos monitores de aplicação das máquinas existentes hoje no mercado.

Os Modelos Básicos de Aplicação, tem a mesma estrutura matricial de linhas e colunas que os MDTs, e são armazenados como tabelas no mesmo banco de dados do sistema – Modelos_ap.mdb – identificadas com o sufixo _MBA, enquanto que os outros tipos de modelos são identificados com _MDT.

Os Modelos Digitais (MDT), conforme já explanado em itens anteriores, são estruturados a partir de processos geoestatísticos de interpolação de dados de atributos físicos, químicos e biológicos de solo e planta georreferenciados,

dados esses organizados previamente em Projetos de Agricultura de Precisão - PAP.

Um Modelo Básico de Aplicação, por sua vez, estrutura-se a partir de um MDT de fertilidade existente, e consiste em um processo de interpretação agrônômica dos valores do elemento com a correspondente recomendação de insumo para aplicação na lavoura com base nos pontos georreferenciados do modelo origem. De forma sucinta, por exemplo, os valores de potássio do MDT são interpretados e agrupados por classes e a cada classe atribui-se uma recomendação da quantidade de cloreto a ser aplicada, na unidade de Kg por hectare. Essa estruturação de classes de aplicação é feita em um outro modelo digital, com a mesma base de georreferenciamento e de dimensões em termos de linhas e colunas, criando assim uma nova tabela no banco de dados.

Com os modelos básicos de aplicação, podem ser realizados uma série de procedimentos, de forma análoga aos modelos digitais, como mapas e outras análises estatísticas e espaciais. Mas como já foi referido, a sua destinação primeira é a de ser origem para a geração de arquivos de aplicação, como shapefiles, os quais são modelados de acordo com padrões estabelecidos por sistemas incorporados nas máquinas agrícolas com tecnologia de aplicação a taxa variada.

As funções do Sistema Campeiro que abordam a tecnologia de aplicação à taxa variada são:

- ⇒ Converter Modelos Digitais para Modelos Básicos de Aplicação.
- ⇒ Converter Modelos Básicos de Aplicação para Shape Files
- ⇒ Geração de Modelos Básicos de Aplicação por fórmulas
- ⇒ Estruturar arquivos de exportação em formatos diversos.

3.2 Converter Modelo Digital para Modelo Básico de Aplicação.

3.2.1 Processo de Conversão.

Os modelos digitais de aplicação são estruturados a partir dos modelos digitais de fertilidade. A Figura 32 ilustra a tela da rotina onde é executado este procedimento de conversão e a Figura 33 mostra o resultado sumarizado do processo de conversão que é a distribuição da quantidade de insumo em cada classe e a área de aplicação correspondente.

The screenshot shows the 'Estruturação de MBA' window. At the top, it displays 'Anselmo Rudinei Vargas / Granja Vargas 1', 'Código Produtor: PRNVOVO', 'Fazenda 1', and 'Talhão'. A dropdown menu is set to 'MDT'. On the left, a list of 'Modelos Digitais' includes 'K_ID_MDT', 'coxilha_ait_MDT', 'cxalti_MDT', 'k_kl_MDT', 'K_KSV_MDT', and 'P_TALT_MDT'. The 'Número de Classes' is set to 6, and the 'Nome para o MBA' is 'cloreto_t1'. A table with 6 rows shows 'CL', 'Lmin', 'Lmax', and 'Taxa' values. Below the table, there are input fields for 'Taxa padrão', 'Preço Insumo', and 'Área de aplicação'. A note at the bottom explains that the application area is calculated from model points.

1. Identificar o talhão da propriedade em foco
2. Modelos Digitais estruturados no talhão
3. Selecionar e Recuperar MDT
4. Informar o número de taxas
5. Informar o nome do MBA
6. Digitar na planilha para cada Classe/Taxa:
 - Limites do atributo (min- máx)
 - Taxa de aplicação (kg/ha)
7. Informações Complementares
 - Taxa Padrão (valor diferente)
 - Preço do insumo R\$/tonelada
 - Área de Aplicação (hectares)
8. Executar o procedimento

Figura 32. Conversão de MDT para MBA.

Quando para um determinado intervalo de um nutriente não há necessidade de aplicação, não deve ser informado valor zero para a taxa correspondente, e sim um valor próximo a este como 0.00001. O valor 0 nos modelos digitais corresponde a nulidade, e a informação de não aplicar deve ser um valor significativo e não nulo.

Na atual versão do programa, nesta rotina podem ser geradas até 50 (cinquenta) taxas diferentes de aplicação. Entretanto é disponível um procedimento de que cada valor do nutriente do MDT, pode ser convertido para uma

determinada taxa de aplicação, gerando assim milhares de taxas. Essa metodologia será desenvolvida posteriormente, conforme a Figura 33.

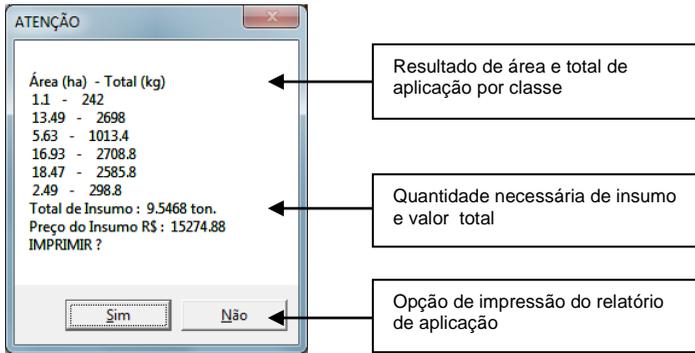


Figura 33. Distribuição da quantidade de insumos.

A Figura 33 apresenta a estruturação em seis classes de aplicação cada qual com uma taxa específica. Ao processar a geração do Modelo Digital de Aplicação (MBA) correspondente, também calcula-se a distribuição da quantidade de insumo necessária (kg/ha) para a aplicação e a área ocupada em cada classe, e este resultado é apresentado ao usuário com a opção de imprimir um relatório deste cálculo de aplicação.

Neste relatório visualizado na Figura 34 são mostradas de forma discriminada para cada taxa informada, o total de área abrangida e a respectiva quantidade de insumo necessária. Com esses dados são informados também o total de insumo e custo total do mesmo com base no valor do custo por tonelada, e resume também qual o custo final por hectare da aplicação a taxa variada.

No relatório consta ainda para fins de comparação de custos, a aplicação de insumo a taxa fixa, chamada de convencional, sendo tres as situações consideradas:

- ⇒ Pela taxa padrão informada
- ⇒ Pela maior taxa
- ⇒ Pela menor taxa

3.2.2 Visualizar o Mapa de Aplicação

Para visualizar o mapa de aplicação o procedimento a ser seguido é o da recuperação do Modelo Digital de Aplicação (MBA), conforme mostra Figura 35.

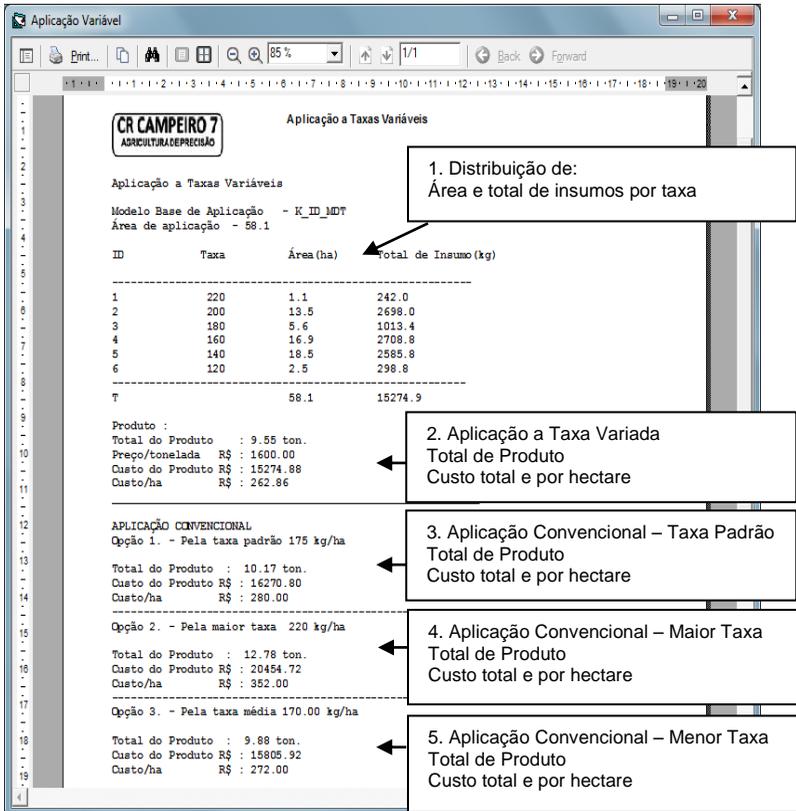


Figura 34. Estrutura do relatório referente ao cálculo da geração do MBA.

Ao selecionar o talhão da propriedade são apresentadas a área do mesmo e a relação dos Modelos de Aplicação estruturados e vinculados a este talhão, sendo obtida a partir do botão <MBA>.

O processo de recuperação de um MBA, ocorre a partir de um clique sobre o mesmo, apresenta dados informativos, os valores de taxa mínima e máxima e dados estatísticos do conjunto de células do modelo, e no quadro de desenho, em um padrão de cores pré-definido, apresenta o mapa da distribuição espacial das classes (taxas) de aplicação, bem como a legenda de áreas e quantidades a aplicar. A Figura 36 exemplifica a apresentação do mapa e a legenda.

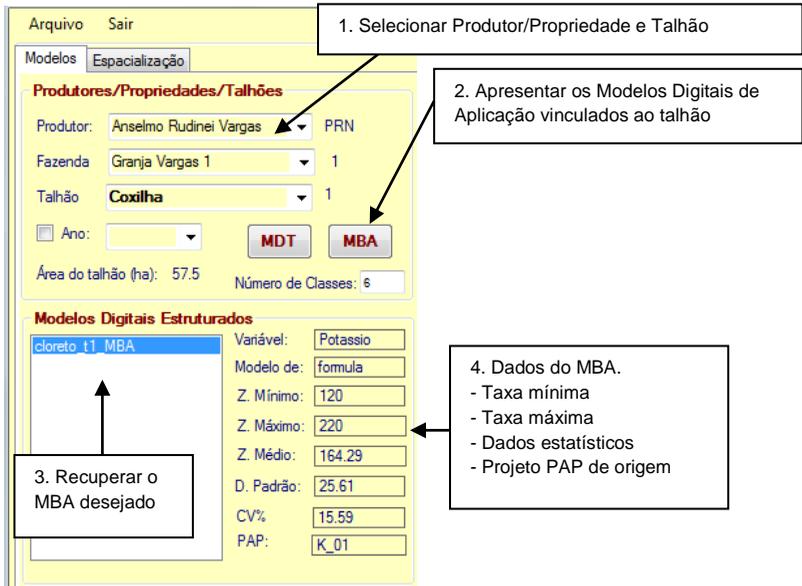


Figura 35. Recuperar MBA.

3.3 Converter Modelo Base de Aplicação para Shapefile (células e pontos)

Um grande número de aplicadores de insumos a taxa variada trabalham com mapas de aplicação estruturados em shapefiles, e definem padrões para a importação dos mesmos. Alguns definem que as classes de aplicação estejam organizadas em estruturas pontuais e outros em polígonos e podendo ainda apresentar exigências como espaçamento entre pontos, tamanho dos polígonos, número de pontos e polígonos e assim por diante.

A Figura 37 apresenta a rotina de estruturação de arquivos shape a partir de modelos digitais, e pode ser utilizada tanto para modelos do tipo MDT como para os MBA.

No caso, a exemplificação será em referência aos Modelos de Aplicação – MBA gerados a partir de MDTs.

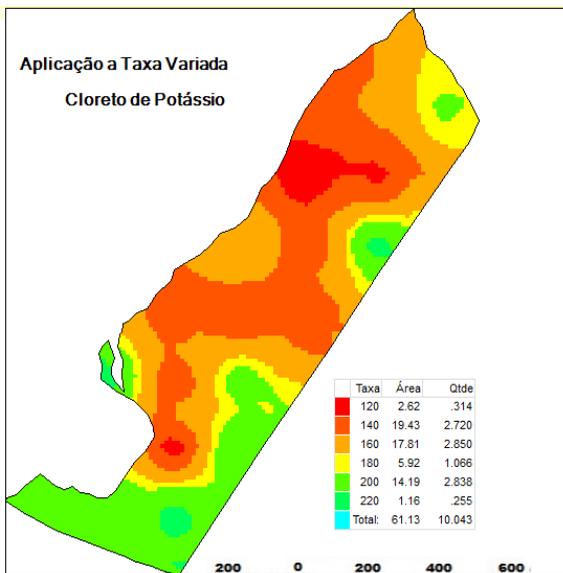


Figura 36. Mapa e Legenda da aplicação a taxa variada.

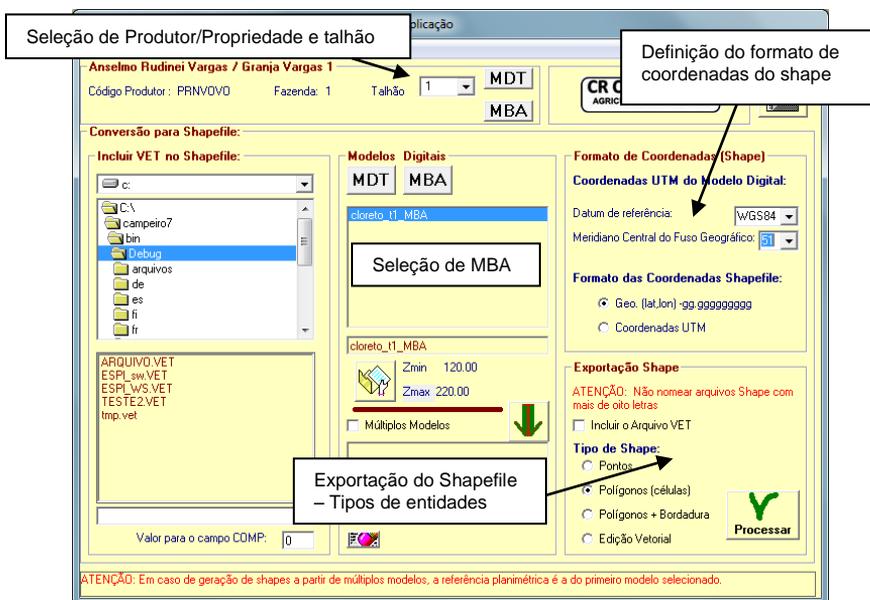


Figura 37. Conversão de MBA para Shapefile.

Os arquivos de formato shapefile, são arquivos que armazenam dados geográficos de formato vetorial de objetos classificados como polígonos, linhas e pontos. Uma característica deste tipo de arquivo, além do registro de coordenadas geográficas, refere-se a sua vinculação a um banco de dados de informações associadas ao elemento de registro, seja ele ponto, polígono ou linha.

Os arquivos do formato shapefile, são hoje os mais empregados no armazenamento de dados vetoriais em Sistemas de Informações Geográficas ou programas de natureza similar, e deste modo é um padrão considerado universal.

O formato deste arquivo é proprietário da ESRI – Arc View, e na realidade um shapefile é formado por três arquivos, que devem obrigatoriamente ter a mesma denominação, e estarem na mesma pasta de serviço no computador.

Assim a estrutura deste três arquivos, identificados pela extensão do arquivo são:

⇒ Shp – Arquivo que armazena as coordenadas geográficas, de formato binário e não pode ser aberto por editores de texto, somente programas com rotinas de geo como o Campeiro podem abri-los, inclusive para edição.

⇒ Sxh – Arquivo de índices que faz as relações entre as entidades gráficas e as informações do BD

⇒ Dbf – Arquivo de banco de dados do DBASE, que consiste em uma tabela com campos de informações, e os registros são vinculados as entidades gráficas. Este arquivo pode ser aberto em Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados, como o MS ACCESS.

Por questão de compatibilidade no Sistema CR Campeiro, recomendável que o nome do arquivo não tenha mais que oito letras, e sem qualquer tipo de acentuação, pois em algumas funções do programa, os arquivos shapes com mais de oito letras ao serem acessados, somente procede a leitura das entidades espaciais sendo que a tabela do banco de dados do DBASE não consegue ser lida.

O procedimento em passos é o seguinte:

1. Recuperar o talhão e apresentar os Modelos de Aplicação gerados para este talhão

2. Selecionar e abrir o MBA

Existe uma opção para selecionar vários modelos (aplicações de diferentes nutrientes) e indexar os mesmos em único arquivo shape.

3. As coordenadas geográficas do Modelo Digital, por padrão estão no formato UTM, e portanto, é necessário convertê-las antes para o formato de grau decimal. Assim deve obrigatoriamente ser informado o

Datum de referência do sistema de coordenadas geográficas, e o Meridiano Central do fuso e marcar a opção de que o formato das coordenadas do shape seja em graus decimais.

4. O próximo passo é a geração do arquivo shape propriamente dita, sendo que as opções são:
- Salvar como pontos
 - Salvar como polígonos.
 - Células
 - Células internas mais de bordadura

As Figuras 38,39 e 40 exemplificam graficamente estes procedimentos, sendo que no caso dos pontos, o valor associado ao ponto é do canto esquerdo superior da célula do modelo digital de aplicação.

No caso de polígonos, no arquivo, estes correspondem às células do modelo digital com o valor de aplicação atribuído ao polígono, correspondente ao canto esquerdo superior da célula – polígono. A opção Polígono-Bordadura consiste em criar em torno da malha mais um conjunto de polígonos como uma medida de segurança, para evitar que alguma área limite do talhão fique sem cobertura pelas células do modelo.

A opção de Incluir arquivo VET, consiste em abrir um arquivo de coordenadas UTM e incluir como mais um polígono no arquivo shape, com um valor de aplicação associado.

Nos exemplos das figuras, é apresentado um layout da tabela DBF, do arquivo shape correspondendo a uma pesquisa na área. Esses arquivos do exemplo contemplam uma única taxa de aplicação, a qual é identificada na tabela com o nome COMP

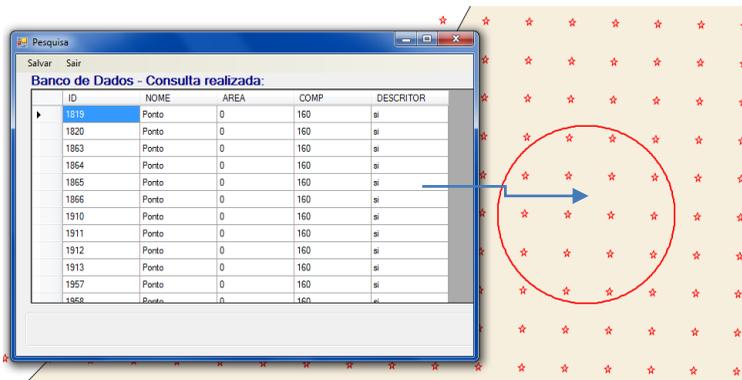


Figura 38. Shape de pontos.

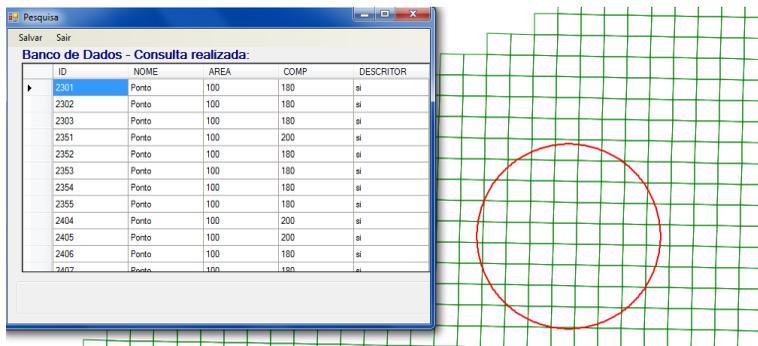


Figura 39. Shape de polígonos.

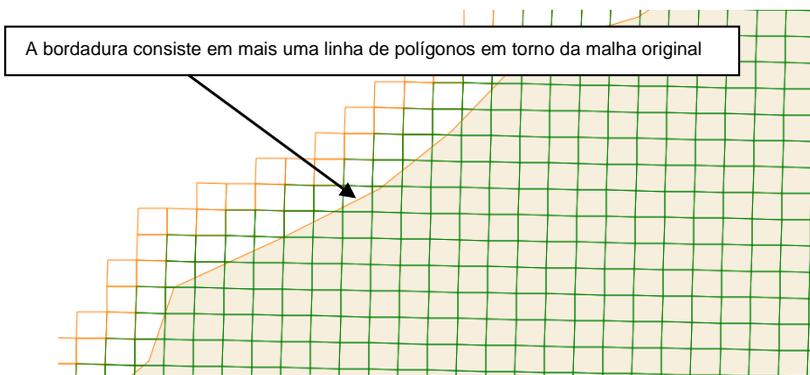


Figura 40. Shape de polígonos com bordadura.

A estrutura de campos de tabela DBF do shape file de aplicação é:

ID – Número do ponto ou da célula (polígono)

NOME – Em todos os casos de exportação shape, este campo é preenchido com a expressão – Ponto.

AREA – No shape de pontos o valor é 0 (zero), enquanto que nos polígonos corresponde a área do polígono em m2

COMP – Corresponde a taxa de aplicação associada a entidade do shape

DESCRICA0 - Em todos os casos de exportação shape, este campo é preenchido com a expressão – “si”.

Esta estrutura se refere a situação quando o shape de aplicação for de uma única taxa. No caso do shape de aplicação contemplar mais de uma taxa, o

procedimento de estruturação é o de múltiplos modelos (até 5), as Figuras 41 e 42 exemplificam a estrutura e o layout da tabela DBF.

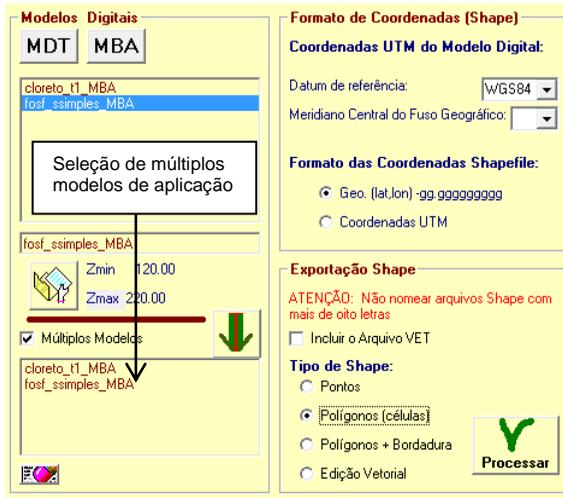


Figura 41. Estruturando shape com mais de um taxa.

Banco de Dados - Consulta realizada:

ID	NOME	AREA	DESCRICAO	LATITUDE	LONGITUDE	COMP	NL	NC	CLORETO_TA	STR_MBA
2332	Ponto	100		6919573.92	263358.13	0	61	63	180	370
2384	Ponto	100		6919563.92	263348.13	0	62	62	180	370
2385	Ponto	100		6919563.92	263368.13	0	62	63	180	370
2386	Ponto	100		6919563.92	263368.13	0	62	64	180	370
2437	Ponto	100		6919563.92	263348.13	0	63	62	180	370
2438	Ponto	100		6919563.92	263358.13	0	63	63	180	370
2439	Ponto	100		6919563.92	263368.13	0	63	64	180	370
2440	Ponto	100		6919563.92	263378.13	0	63	65	180	370
2491	Ponto	100		6919543.92	263348.13	0	64	62	180	370
2492	Ponto	100		6919543.92	263358.13	0	64	63	180	370
2493	Ponto	100		6919543.92	263368.13	0	64	64	180	370
2548	Ponto	100		6919533.92	263268.13	0	66	61	180	370

Figura 42. Layout da tabela DBF do shape com mais de uma taxa.

Os campos da tabela DBF que é gerada no caso de múltiplas taxas de aplicação no shape são:

ID – Identificador do polígono ou ponto conforme o caso

NOME – Identificação (sempre o termo ponto)

AREA - Em caso de pontos 0 (zero), no caso de polígonos valor em m2

DESCRICAO – Em branco

LATITUDE, LONGITUDE – Coordenadas UTM do ponto ou do centróide do polígono

COMP – Valor 0 (zero)

NL, NC – Posição no modelo digital – Linha e Coluna

Após estes campos, são dispostos os campos referentes as aplicações dos insumos, os quais são identificados pelo nome dos modelos digitais (máximo de 8 letras). No caso:

Cloreto_t1.MBA – Valores de Aplicação de Cloreto de Potássio

Fosf_ssimples_MBA – Valores de Aplicação de Super Triplo.

3.4 Converter Modelo Base de Aplicação para Shapefile – Edição Vetorial

Alguns monitores de aplicação a taxa variada existentes no mercado como o Agrotax e o Trimble interpretam as zonas de aplicação diferenciadas como polígonos e limitam o número de polígonos no shape e nesse caso não interpretam o shape de células como sendo de polígonos e portanto não processam o mesmo para a aplicação.

Com o objetivo de estruturar shapes de polígonos que atendam essas especificações desses monitores, a rotina de Edição Vetorial permite a conversão de shapes de células, de modelos digitais de aplicação, de MDTs, em shapes de polígonos compatíveis com esses aplicadores.

Como o próprio nome indica essa conversão é realizada através de um processo de vetorização que engloba em polígonos, células com o mesmo valor de aplicação.

O passo a passo para essa conversão é o seguinte:

a) Definir o polígono máscara. Opções:

⇒ Limite do talhão – Cadastro Espacial.

⇒ Arquivo VET.

⇒ Arquivo GeoTXT.

b) Fonte dos dados:

⇒ Arquivo shapefile de células.

Informar o nome do campo que contém os valores de aplicação.

⇒ Modelo Digital do Terreno.

⇒ Modelo Básico de Aplicação.

c) Espacializar no quadro de desenho uma ou mais taxas de aplicação.

⇒ No caso de arquivo fonte do tipo shape.

Recuperar a taxa no quadro – MBA e clicar no botão SHP.

Com cor pré-definida será espacializada no quadro de desenho a taxa selecionada.

⇒ No caso de MBA.

Recuperar a taxa no quadro – MBA e clicar no botão MBA.

Com cor pré-definida será espacializada no quadro de desenho a taxa selecionada.

⇒ No caso de MDT.

No quadro MDT informar o intervalo da variável e o respectivo valor da taxa de aplicação.

Clicar no botão MDT e com a cor selecionada na ação, o intervalo informado será espacializada na área definida pelo arquivo máscara.

d) Definir o raio de junção.

Por raio de junção entende-se o raio de busca sobre uma vetorização de taxa anterior para localizar um ponto com as mesmas coordenadas e assim definir um mesmo ponto como de limite entre duas taxas distintas.

e) Definir o raio do círculo.

Cada ponto vetorizado é desenhado com um círculo, para possibilitar a sua identificação posterior. O raio do círculo é dado em pixels.

f) Vetorizar

Consiste em vetorizar os limites de um conjunto de pixels, de mesma cor, o que quer dizer, de mesma taxa de aplicação, definindo assim um polígono homogêneo.

Ao concluir a vetorização do polígono deverá ser pressionado o botão confirmar.

g) Confirmar a vetorização.

O polígono vetorizado é confirmado como um shape e relacionado em uma tabela com a respectiva área e taxa de aplicação.

h) Com a conclusão de vetorização, selecionar o modelo do aplicador de taxa variada:

⇒ Agrotax.

⇒ Trimble.

i) Definir Datum e Meridiano Central do Fuso e salvar o arquivo shape dos polígonos de aplicação.

Considerações sobre o processo de vetorização:

O processo de vetorização de uma classe deve ser realizado de forma a permitir que os pontos que definem os vértices da mesma (círculos) sejam perfei-

tamente identificáveis quando da vetorização de outra classe limitrofe, de tal forma que quando o mesmo for clicado novamente, a diferença de posição entre a primeira e a segunda digitação do ponto seja menor que o estabelecido no raio de junção, e assim o ponto da segunda digitação assumirá as coordenadas do ponto da primeira digitação, possibilitando assim que os limites entre os polígonos não apresentem falhas.

A figura 43 mostra a tela de definição da fonte de dados e de configuração de vetorização

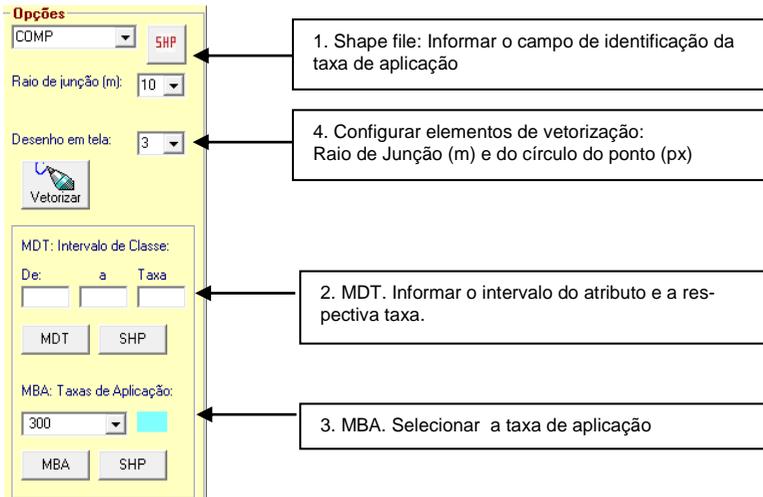


Figura 43. Fonte de dados – Edição Vetorial.

Conforme mostra a figura anterior, quando a fonte de dados for arquivo shape gerado a partir de MBA selecionar a taxa no quadro de MBA e pressionar o botão SHP, no caso do shape tiver origem em MDT, informar o intervalo e a taxa no quadro de MDT e pressionar o botão SHP.

A Figura 44 exemplifica a vetorização de dois polígonos de taxas de aplicação diferentes, sendo que o usuário deve observar ao digitar os pontos da segunda classe limitrofe, que os pontos sejam os mesmos.

Sempre que encerrar a vetorização de um polígono, ao confirmar o mesmo é apresentado em uma tabela para posterior registro desses polígonos em um arquivo shape, conforme o disposto na figura 45.

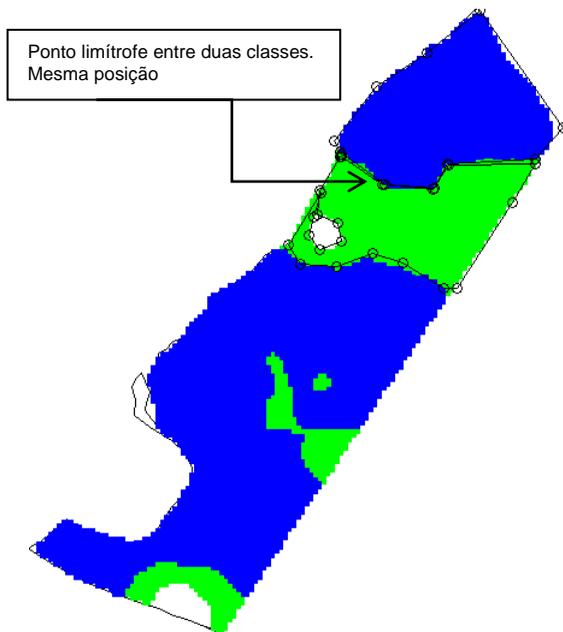


Figura 44. Vetorização de polígonos – Edição Vetorial.

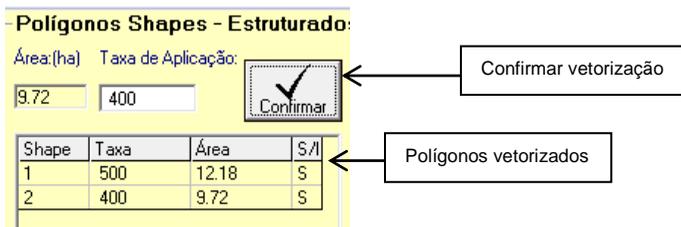


Figura 45. Identificação dos polígonos vetorizados.

3.5 Estruturar arquivo de exportação – Seis classes.

Os primeiros monitores de aplicação que foram disponibilizados no mercado, estabeleciam uma limitação do número de taxas variáveis a serem aplicadas em uma única operação, e em função disso as versões anteriores do Sistema Campeiro, estabeleciam um limite também no número de classes de aplica-

ção no MBA. Na exposição de item anterior, foi demonstrado que o Campeiro pode gerar até 50 (cinquenta) taxas distintas de aplicação, e exportar as mesmas para arquivos shapes compatíveis com exigência de monitores de aplicação atualmente embarcados nas máquinas agrícolas destinadas a esse fim.

Alem da limitação do número de classes, existiam ainda monitores de aplicação que importavam arquivos de formato texto com os valores das taxas para proceder a aplicação na lavoura, e também na questão de arquivos shapes, alguns modelos exigiam (exigem) a formatação de polígonos definindo zonas de aplicação, diferente do conceito que é empregado na formatação de shapes de células discutido no item anterior.

Esta rotina nas versões 5, 6 e até a atual 7.25 é limitada para a conversão de arquivos até 6 (seis) classes, e no momento, está em processo de atualização, de forma a possibilitar o seu emprego para um número maior de classes.

4 Modelos de Produtividade

4.1 Introdução

O Sistema Campeiro, permite a importação de arquivos textos formatados gerados por diversos monitores de colheita que são instrumentos de vários tipos de colheitadeiras existentes no mercado. Estas máquinas são equipadas com GPS e sensores de colheita que, a uma determinada taxa de tempo, registram a posição (latitude, longitude, altitude) da máquina e a quantidade relativa de produção por unidade de área. Estes dados são armazenados, de forma contínua no monitor de colheita e ao término da colheita, os mesmos são transferidos para um cartão PCMCIA, ou um Pen Drive, em formato binário. O Sistema proprietário do fabricante recupera os dados deste cartão e gera os mapas de produtividade no próprio sistema, mas também estrutura estes dados para exportação em um arquivo ASCII, com layout conhecido, para que o mesmo possa ser lido por outros programas.

A partir do arquivo de produtividade exportado em formato texto é feita a leitura e transformação de seus dados, no sistema campeiro, para um arquivo de formato também texto, denominado VPP, que pode ser descrito como um Vetor de Pontos com o atributo Produtividade.

Todas as operações relativas a modelos digitais e mapas de produtividade tem como base estes arquivos vpp, sendo portanto condição básica a conversão inicial do arquivo da colheitadeira para o arquivo padrão do programa.

Um arquivo VPP tem estrutura semelhante ao arquivo VET. A primeira linha do arquivo identifica o número de pontos existentes no mesmo, sendo que a partir da segunda linha, tem-se quatro colunas:

⇒ A primeira coluna corresponde à coordenada UTM (E) – Longitude;

⇒ A segunda coluna corresponde à coordenada UTM (N) – Latitude;

⇒ Na terceira coluna, estão dispostos os dados de produtividade por unidade de área;

⇒ A quarta coluna é destinada a um campo de texto de tamanho limitado;

A figura 46 ilustra a disposição estrutural de um arquivo VPP.

25204			
262921.1	6918821	1260	X
262922.9	6918820	1806	X
262924.1	6918820	1832	X
262925.2	6918820	2128	X
262925.9	6918820	236	
262928.2	6918820	285	
262930.1	6918819	3200	
262930.9	6918819	3434	
262933.1	6918819	3467	
262935	6918818	3529	X
262936.1	6918818	3750	X
262938	6918818	3999	X
262939.9	6918817	4007	X
262941.8	6918817	3765	X
262944.8	6918817	3675	X
262947.8	6918817	3628	X
262948.9	6918817	3664	X
262950.8	6918817	3679	X
262952.7	6918817	3575	X
262955.7	6918817	3591	X

Figura 46. Estrutura de um arquivo Vetor de Pontos de Produtividade.

Este formato de arquivo é restrito a especificação do posicionamento geográfico em coordenadas UTM do ponto de colheita com o seu valor, sem apresentar outras informações como tipo de cultura, dados da máquina, altitude, data de colheita entre outros. Portanto o usuário deve ter atenção quando converter e operar tais arquivos, principalmente em relação ao fuso geográfico.

Como medida de segurança e no sentido de manter as principais informações do arquivo do monitor de colheita, o mesmo pode ser salvo em um formato alternativo CSV, que tanto pode ser aberto em editores de texto e no Excel, como também pelo próprio CR Campeiro na função de conversão de arquivos. Este arquivo especifica a cultura, as coordenadas geográficas em graus, a altitude, o valor de colheita, a leitura do sensor de umidade e a data da colheita.

4.2. Importação de Arquivos de Colheita

O Sistema CR-Campeiro apresenta uma rotina, de uso em versões anteriores, que possibilita a conversão de arquivos gerados pelo Sistema Fieldstar (FSY) da Massey Ferguson, pelo monitor de produtividade da AgLeader, pelo Sistema da John Deere e pelo Sistema da Stara. Cada um destes tipos de arquivos tinha uma estruturação e especificação própria definida pelo fabricante, todos de formato texto, o que permitia sua importação pelo programa através do conhecimento de seu “layout” estrutural., entretanto inovações tecnológicas em novos modelos de monitores em muitos casos modificaram a estrutura de tais arquivos de exportação, o que inviabiliza a utilização e mesmo manutenção des-

sa rotina com vistas a importação e conversão de arquivos de produtividade gerados por esses monitores de colheita, entretanto cada vez mais é comum os “softwares” desses monitores apresentarem opções de salvar os dados de colheita em arquivos do tipo shapefile e CSV, o que possibilita a sua leitura e interpretação por quaisquer outros “softwares” externos como é o caso do CR Campeiro.

No final desse capítulo essa rotina será comentada em seus procedimentos de conversão uma vez que continua válida para dados oriundos de monitores de colheita em uso no momento.

4.2.1 Conversão de arquivo de colheita – Shapefile para VPP.

O formulário da rotina de conversão de shapefile de colheita para arquivo Vetor de Pontos de Produtividade – VPP é apresentado na figura 47, o qual além desse objetivo também apresenta outras funções de edição e conversão do arquivo shape as quais serão descritas em outros tópicos, aos quais essas funções estão relacionadas. O procedimento básico para gerar um arquivo VPP a partir de um shapefile de colheita tem as seguintes etapas:

⇒ Abrir o arquivo shape.

Ao executar a operação os seguintes elementos são apresentados:

- Desenho dos elementos gráficos no quadro de desenho do formulário.
- Formato das coordenadas (graus geográficos ou UTM).
- Conteúdo da tabela DBF com seus campos de dados disponibilizados para visualização.
- Informação do tipo de entidade do shapefile (polígonos ou pontos).
- Informação do número de registros.
- Relação dos campos da tabela DBF.

⇒ Selecionar o datum geodésico e informar o meridiano central do fuso no caso do formato das coordenadas for UTM.

⇒ Selecionar na relação de campos da tabela DBF o campo que corresponde aos dados de rendimento.

⇒ No quadro Operações: Marcar a opção <VPP>.

O arquivo VPP é estruturado com coordenadas UTM. Se porventura a área da colheita se situar em zona de transição de dois fusos, deverá ser informado para qual fuso geográfico haverá a conversão de coordenadas e assim marcar também a opção de Converter para o fuso.

⇒ Executar a operação de salvar o arquivo.

A Figura 47 mostra a recuperação de um shapefile de colheita e na Figura 48 o conteúdo dos registros dos campos da tabela DBF.

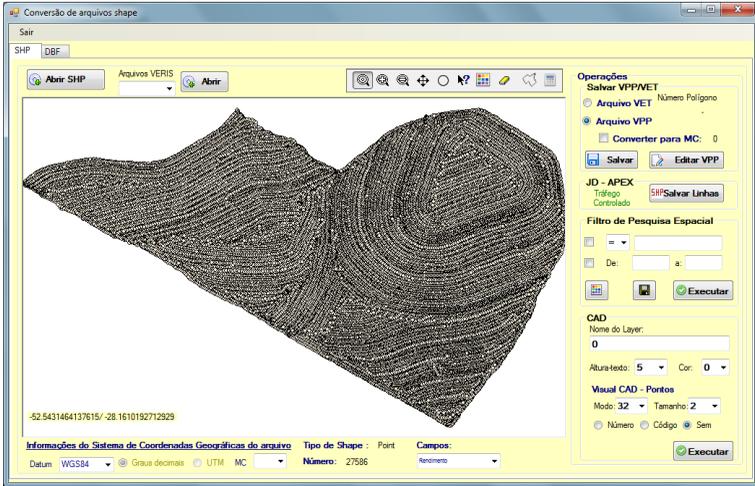


Figura 47. Conversão de SHP para VPP.

Elevação	Distância	Duração	Largura	Título	Registro_d	Rendimento	Umidade
676	1.78	2	5.8	1	1364418170	3488.1	51
675.8	1.86	2	6.14	1	1364418172	3240.4	51
675.7	2.59	2	4.67	1	1364418174	3342.2	51
676.5	1.96	2	6.11	1	1364418176	3709.6	51
676.3	2.14	2	5.56	1	1364418178	4244.9	51
676.4	3.19	2	3.73	1	1364418180	4544.7	51
676.6	1.53	2	7.9	1	1364418182	4590.8	51
677	2.12	2	5.62	1	1364418184	4388.9	51
675.7	2.36	2	5.12	1	1364418186	4359.4	51
676.8	2.32	2	5.18	1	1364418188	4270.9	51
676.2	1.92	2	6.26	1	1364418190	4312.6	51
676.2	3.1	2	3.9	1	1364418192	4604.2	51
676.3	1.78	2	7.32	1	1364418194	4799.9	51
676.5	2.19	2	5.65	1	1364418196	4725.2	51
676.2	2.04	2	4.89	1	1364418198	4688.5	51
676.4	2.36	2	4.48	1	1364418200	4720.4	51
676.2	1.73	2	6.77	1	1364418202	5015.9	51
676.5	2.67	2	4.49	1	1364418204	5316.6	51
676.5	1.73	2	7.06	1	1364418206	5321.4	51
676.4	2.51	2	4.74	1	1364418208	5042.2	51
675.8	1.62	2	7.6	1	1364418210	4826.1	51
676.4	2.06	2	5.91	1	1364418212	4608.6	51

Figura 48. Conteúdo da tabela DBF – Arquivo de Rendimento.

4.2.2 Conversão de arquivo de colheita – CSV para VPP.

A geração de um arquivo de pontos de produtividade a partir de um arquivo de colheita em formato CSV (campos separados por vírgula) é realizada no Sistema Especialista de Agricultura de Precisão, no qual a função é acessada a partir do menu principal do mesmo, conforme apresenta-se na Figura 49 e na Figura 50 conjuntamente com o formulário de importação e conversão dos dados, sendo que neste formulário operações de conversão para outros formatos

podem ser executadas, as quais serão descritas e exemplificadas em outros tópicos.

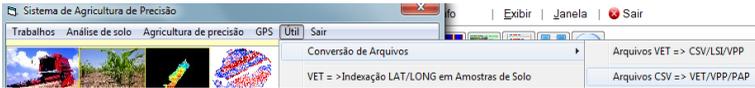


Figura 49. Opção de Menu – Conversão Arquivos CSV para VPP.

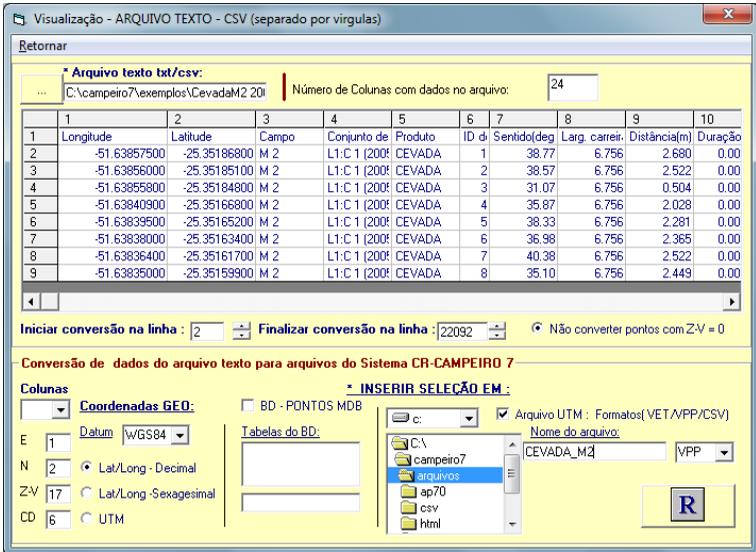


Figura 50. Conversão de arquivo CSV para VPP.

As etapas para a geração de um arquivo VPP a partir de um arquivo CSV são as seguintes:

⇒ Abrir o arquivo de formato CSV.

Ao executar essa operação são apresentados na planilha de dados um conjunto de 10 linhas, sendo informado que a conversão tem início a partir da linha 2 e a final corresponde ao número total de linhas do arquivo.

⇒ Informar o número de campos (colunas) do arquivo.

⇒ Confirmar ou alterar as linhas de início e fim do conjunto válido de dados.

⇒ Marcar a opção de não converter valores zero.

⇒ Identificar e informar o número da coluna com dados de longitude (E).

⇒ Identificar e informar o número da coluna com dados de latitude (N).

⇒ Identificar e informar o número da coluna com os dados de produtividade (Z).

⇒ Identificar e informar o número de uma coluna qualquer que contenham um campo de código numérico ou alfanumérico.

Importante: Este campo de código não deverá conter elementos separados por espaços, pois isso irá gerar a desformatação do arquivo VPP que é estruturado em quatro colunas e se for inserido um campo de código com espaços no texto, automaticamente será gerado no mesmo uma nova coluna.

⇒ Selecionar o datum geodésico de origem das coordenadas.

⇒ Marcar o formato das coordenadas.

- Graus decimais.
- Graus hexagesimais.
- UTM.

⇒ Em <INSERIR SELEÇÃO EM>.

- Selecionar a pasta onde será salvo o arquivo VPP resultante.
- Marcar a opção: Arquivo UTM (Formatos VET/VPP/CSV).
- Digitar o nome do arquivo.
- Selecionar a extensão VPP.

⇒ Executar o procedimento de converter e salvar o arquivo <R>.

4.2.3 Visualização de Mapa de Colheita – Arquivo VPP

Esta operação faz uso da função de Mapas de Contornos, para visualizar em classe fixas o mapa de colheita, decorrente da importação do arquivo do monitor. Este mapa é resultado da interpolação direta dos pontos do arquivo e não gera correspondência com modelos digitais.

A Figura 51 mostra um arquivo VPP aberto diretamente no formulário da função Mapa de Contornos

Neste formulário, além das várias opções de visualização com definições de intervalos de classes fixas, modo de desenho com preenchimento em padrões de cores, desenho de isolinhas, legenda, eixos e grades de coordenadas, a rotina possibilita que o quadro de desenho seja salvo como imagem digital georreferenciada e também que a imagem seja transferida em modo georreferenciado para o formulário de edição e visualização de modelos digitais.

A visualização de arquivos VPP na função de mapas de contornos pode ser executada a partir de opção de menu do Sistema Especialista de Agricultura

de Precisão, como também do formulário de edição de arquivos VPP, cujas aplicações e funcionalidades serão descritas a posteriori.

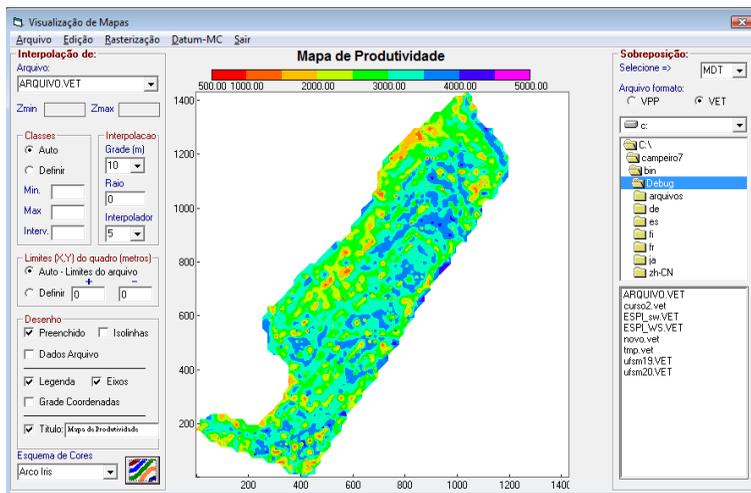


Figura 51. Mapa de Produtividade – Fonte Arquivo VPP.

4.2.4 Adição de Arquivos VPP

Para uma mesma área de colheita, um monitor pode gerar vários arquivos de dados, os quais precisam ser agrupados em um único arquivo de trabalho que deve representar toda a área colhida.

Como foi visto anteriormente, são gerados pelos monitores, arquivos de formato SHP ou CSV, os quais são convertidos para VPP de forma individual. O agrupamento em um único arquivo VPP, procede da seguinte forma:

⇒ Selecionar os arquivos de produtividade que se pretenda somar e informar o nome para este novo arquivo (Figura 52).

4.2.5 Sobreposição de uma área sobre o arquivo de colheita.

Esta operação consiste em sobrepor uma área interna do talhão, ou a área do próprio, sobre os dados de colheita da mesma (arquivo VPP) e obter informações especificamente desta sobreposição como:

- ⇒ Área sobreposta.
- ⇒ Produção média em Kg/hectare.

- ⇒ Produção média em saco/hectare.
- ⇒ Produção total em toneladas.
- ⇒ Produção total em sacos (60 kg).

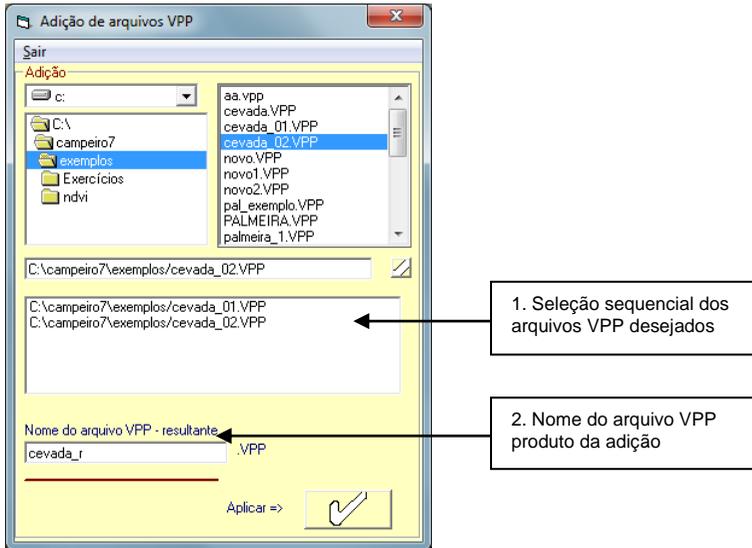


Figura 52. Adição de Arquivos VPP em um novo arquivo.

A origem dos dados da área de sobreposição pode ser de:

- ⇒ Arquivo UTM – VET.
- ⇒ Arquivo GeoTXT.
- ⇒ Contorno do talhão – Cadastro Espacial.

A Figura 53 ilustra a recuperação de um arquivo vetorial (VET), que representa uma área interna da lavoura, e a recuperação do arquivo VPP de colheita convertido, e na sequência do cálculo os resultados da sobreposição.

4.3 Edição de arquivos VPP

A função de Edição de Arquivos VPP permite o desenvolvimento de várias operações, desde a edição de pontos contidos no arquivo como a realização de processos de análise e de interpretação dos dados.

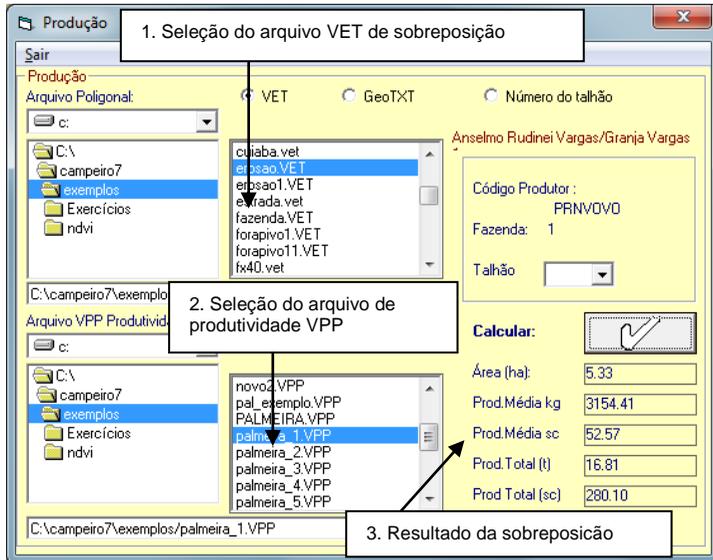


Figura 53. Sobreposição de área interna sobre os dados de colheita

O processo tem início a partir da divisão da área do talhão em células de tamanhos fixos e a sobreposição nestas células dos pontos do arquivo VPP, sendo que a divisão procede da seguinte forma:

⇒ Selecionar e espacializar o talhão.

Ao recuperar o talhão são apresentadas as coordenadas UTM do Canto Esquerdo Superior e do Direito Inferior.

⇒ Definir o tamanho das células que serão sobrepostas no talhão.

É facultativo identificar no mapa o ponto central da célula

Tamanhos pré-definidos: 10x10, 15x15, 20x20, etc.

⇒ Executar a operação de desenho da malha de células.

A Figura 54 mostra essa sequência de operações para definir uma malha de células para fins de geração de Projetos de AP e de estudos e filtros no conjunto de dados do arquivo de colheita.

O procedimento seguinte ao da divisão da área em células de tamanhos fixos é o da abertura de um arquivo de colheita desta área de formato VPP, com a sobreposição dos pontos de colheita em cada uma das células.

Quando um arquivo VPP é aberto e sobreposto sobre o talhão subdividido em células os seguintes elementos são calculados e apresentados:

⇒ Valor médio de produtividade

- ⇒ Desvio padrão
- ⇒ Coeficiente de variação
- ⇒ Menor valor de produtividade do conjunto de dados
- ⇒ Maior valor de produtividade
- ⇒ Número de pontos de colheita.

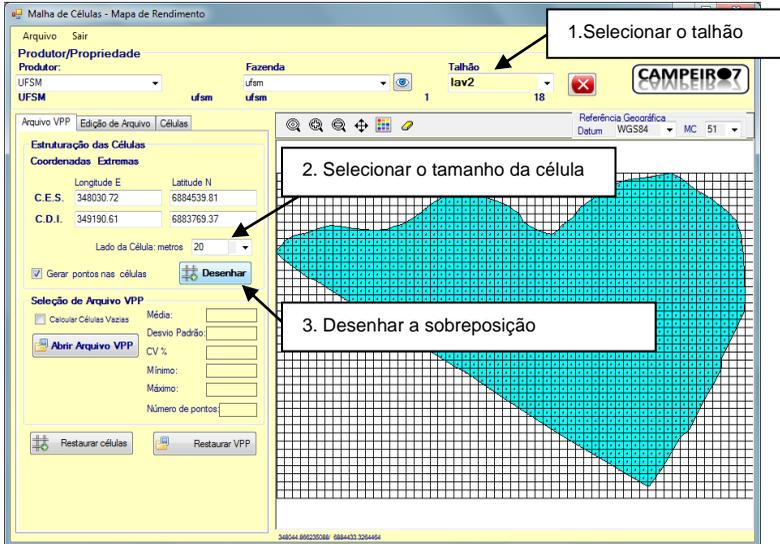


Figura 54. Sobreposição de malha de células no talhão.

A figura 55 apresenta a locação dos pontos de colheita no quadro de desenho e os dados estatísticos do conjunto de pontos.

O processo de sobreposição em cada célula resulta nos seguintes dados:

- ⇒ Número sequencial identificador da célula
- ⇒ Coordenadas E,N do centro da célula
- ⇒ Número de pontos inclusos na célula
- ⇒ Média desses valores
- ⇒ Desvio padrão
- ⇒ Coeficiente de variação.

A interpretação desses elementos permite estimar a intensidade da variabilidade dos pontos de colheita dentro da célula. De uma maneira geral, estimativas de CV (Figura 56) menores que 20% indicam uma baixa variabilidade e

que o valor médio calculado na mesma representa com significância a produção na área de influência da célula.

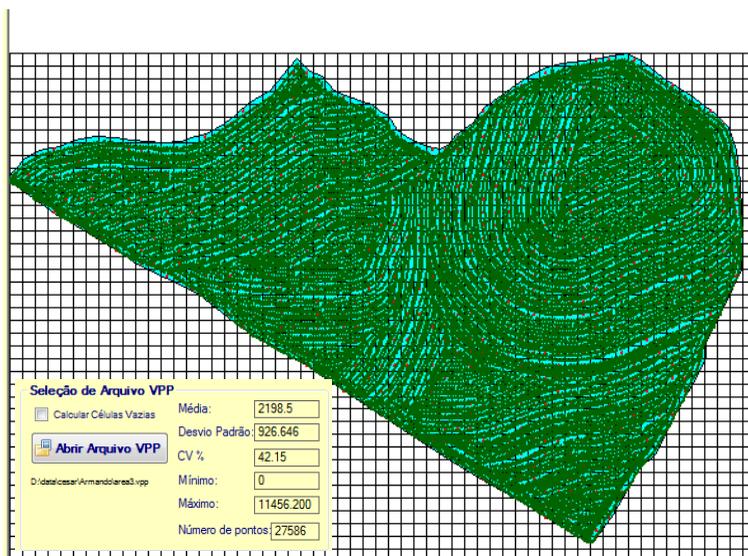


Figura 55. Sobreposição do arquivo VPP no quadro de desenho e dados estatísticos dos pontos.

cel	E	N	pts	média	máx	min	dp	cv
1	348960.7	6884530.0	7	2105.07	2397.50	1475.40	388.42	18.45
2	348980.7	6884530.0	14	1692.10	2338.00	666.50	725.03	42.85
3	349000.7	6884530.0	16	1031.22	2323.50	.00	1106.18	107.27
4	349020.7	6884530.0	4	2291.65	2301.40	2286.70	6.80	.30
5	348480.7	6884510.0	15	1607.62	2878.40	.00	1065.12	66.25
6	348500.7	6884510.0	18	1207.81	2377.80	.00	943.48	78.12
7	348880.7	6884510.0	13	1142.51	2435.00	.00	1051.27	92.01
8	348900.7	6884510.0	24	1009.30	2451.50	.00	969.33	96.04
9	348920.7	6884510.0	21	2029.66	2668.50	4.10	878.20	43.27

Figura 56. Grade com a distribuição de pontos por célula da malha.

O conhecimento da amplitude da variabilidade dos pontos de colheita e sua distribuição por células de tamanho fixo tem importância na definição de filtros para eliminar valores grosseiros a mais e a menos de pontos de produtividade e para dimensionar outras operações de edição dos dados e mesmo para conhecer o comportamento espacial da produtividade da cultura agrícola no contexto da área do talhão.

Um arquivo VPP resultante de uma operação de conversão de arquivo SHP ou CSV gerado por um monitor de colheita, apresenta erros e por isso deve

obrigatoriamente ser submetido a um processo de análise, interpretação e correção e conseqüente geração de novos arquivos editados, com a eliminação desses erros grosseiros e outros fatores.

4.3.1 Opções de Edição Básica

Por Edição Básica entende-se o processo pelo qual os arquivos VPP podem ser trabalhados de forma a suprimir pontos de acordo com critérios de filtragem previamente estabelecidos, sendo que a cada edição de filtragem pode modificar diretamente o arquivo original fonte dos dados ou pode ser gerado um novo arquivo VPP resultante dessa edição.

As opções de filtragem/edição de um arquivo VPP são:

⇒ Eliminar pontos extremos – definida a amplitude de -1 desvio padrão ate + 1 desvio padrão; pontos fora desta amplitude serão eliminados.

⇒ Eliminar pontos cujos dados de produtividade sejam maiores que o valor informado;

⇒ Eliminar pontos cujos dados de produtividade sejam menores que o valor informado;

⇒ Eliminar pontos com dados de produtividade entre dois valores informados;

⇒ Redução de um ponto a cada “n” pontos lidos.

⇒ Realização de operação aritmética de transformação do dado original.

A Figura 57 mostra o quadro de opções de edição básica de arquivos VPP.

Figura 57. Recuperação e arquivo VPP para edição.

Os procedimentos de edição podem ser realizados diretamente sobre o arquivo original recuperado, e para tanto deve ser marcada a opção <Arquivo aberto>, ou com a geração de um novo arquivo de produtividade o qual por sua vez, também será passível de novas edições e neste caso deverá ser marcada a opção <Novo arquivo VPP>.

A ação do botão <VPP> confirma os procedimentos indicados para a edição e a ação do botão <Ver> apresenta em cor previamente selecionada no quadro de desenho, os pontos enquadrados no critério de filtragem/exclusão com o objetivo de visualizar qual a abrangência desta operação em termos de distribuição espacial dos pontos a serem excluídos da base original de dados do arquivo VPP aberto e em edição.

4.3.2 Análise da Distribuição de Frequências dos Pontos de Colheita

Ao se abrir para edição um arquivo VPP é possível visualizar de forma gráfica o histograma de distribuição de frequências dos pontos do arquivo por classes fixas. Duas opções são disponíveis:

⇒ Dez classes fixas, com intervalo de classe definido pela amplitude dos dados.

⇒ Número variável de classes, com informação do limite mínimo e o intervalo entre classes.

A Figura 58 apresenta o histograma de frequências de um conjunto de pontos de um arquivo VPP estruturado em 10 classes definidas pela amplitude dos dados sendo que na figura foi sobreposto o quadro da recuperação do arquivo com os valores de máximo e mínimo.

No eixo Y a identificação do número de pontos é feita em notação científica de 10^3 , ou seja o número visualizado na legenda deve ser multiplicado por 1000. E no eixo X a legenda numérica refere-se ao valor central da classe.

Na Figura 59 apresenta-se uma distribuição de frequência dos pontos a partir da definição do número de classes, limite inferior da primeira classe e intervalo fixo de classe, sendo esse quadro de definição do processo de estruturação mostrado junto na figura.

A tela de apresentação dos histogramas apresenta várias funções associadas que são:

⇒ Modificações nas dimensões do quadro gráfico

- ⇒ Copiar o histograma/gráfico para a área de transferência do Windows.
- ⇒ Salvar como imagem digital (gif, tif, jpg, png, bmp, emf).
- ⇒ Imprimir.
- ⇒ Opção de Zoom.

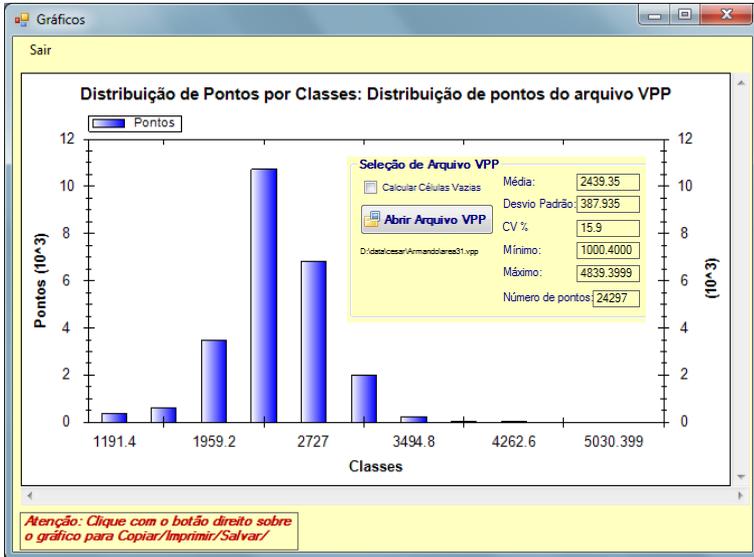


Figura 58. Histograma de distribuição de frequências de pontos de produtividade com ajuste pela amplitude dos dados.

4.3.3 Análise da distribuição das células.

Ao abrir um arquivo de pontos de produtividade nesta rotina é preenchida uma planilha com os dados estatísticos da distribuição de pontos em cada célula da malha sobreposta no talhão conforme foi mostrado na Figura 57. Por padrão a média dos valores de produtividade em cada célula é a aritmética e são apresentados valores para todas as células que contenham pontos e no caso da célula conter menos de cinco pontos somente é apresentada a média e não é calculada a estatística de desvio padrão e coeficiente de variação.

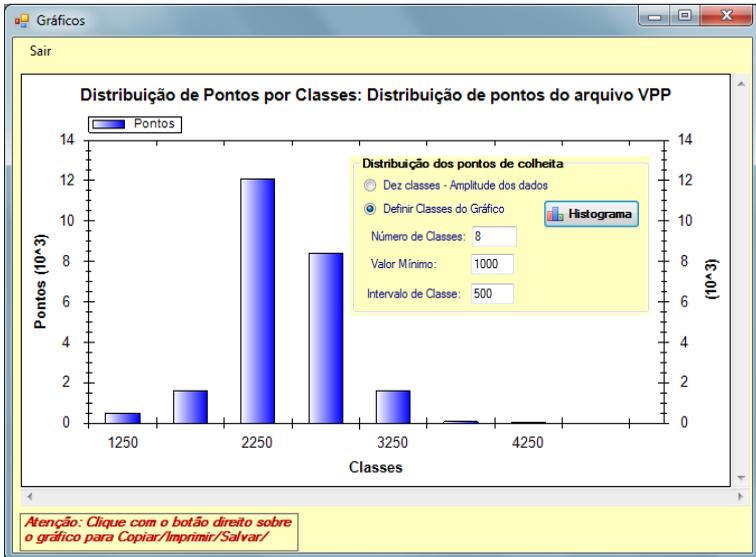


Figura 59. Histograma de distribuição de frequências dos pontos de produtividade a partir de ajuste com pré-definição de classes.

É normal em um conjunto de pontos de colheita, que pontos espacialmente próximos apresentem valores com diferenças expressivas, o que na maioria dos casos não correspondem à realidade, e que possivelmente ocorram por uma série de motivos entre os quais:

- ⇒ Alteração da velocidade da colhedora.
- ⇒ Parada da máquina e o sensor ainda em atividade
- ⇒ Redução da área de colheita na plataforma.
- ⇒ Presença de pequenas manchas de vegetação invasora

A simples observação dos valores de máximo e mínimo de produção dos pontos contidos na célula e o dado de coeficiente de variação são indicadores da intensidade desta variabilidade no contexto espacial da célula.

As opções de cálculo do valor representativo da célula são:

- ⇒ Média aritmética.

Situação de cálculo padrão.

- ⇒ Média ID (Inverso da Distância).

Considera o ponto central da célula como referência e estima para o mesmo um valor de colheita a partir da distância dos pontos inclusos na célula ao mesmo. Quanto maior a distância do ponto ao centro menor será a sua influência no cálculo da estimativa de produção do ponto central.

⇒ Máximo valor

Considera como representativo da célula o ponto de maior valor de colheita observado no conjunto de dados inclusos nesta célula. Des-considera os demais pontos.

Como citado anteriormente o procedimento padrão é o de cálculo de todas as células desde que tenham no mínimo um ponto de colheita. O programa apresenta uma opção de filtragem dos dados com base no coeficiente de variação calculado em cada célula. Por exemplo, pode ser fixado um limite de 20% para o CV e assim para as células onde esse parâmetro extrapolar o limite fixado, a célula terá um valor consignado de zero e não será considerada nos demais procedimentos de análise. A Figura 60 ilustra um exemplo de cálculo de células com o critério da Média ID e com limite de CV de 20%

Cálculo valor célula				Filtro de CV:				
<input type="radio"/> Média Art. <input checked="" type="radio"/> Média ID <input type="radio"/> Max				<input checked="" type="radio"/> CV < 20				
cel	E	N	pts	média	máx	mín	dp	cv
1	348960.7	6884530.0	7	2188.93	2397.50	1475.40	295.72	13.51
2	348980.7	6884530.0	0	0	0	0	0	0
3	349000.7	6884530.0	8	2132.42	2323.50	1027.00	310.99	14.58
4	349020.7	6884530.0	4	2291.20	2301.40	2286.70	5.47	.24
5	348480.7	6884510.0	11	2411.58	2878.40	1567.40	400.85	16.62
6	348500.7	6884510.0	0	0	0	0	0	0
7	348880.7	6884510.0	7	2039.41	2435.00	1604.20	239.11	11.72
8	348900.7	6884510.0	12	2200.03	2451.50	1454.70	248.26	11.28
9	348920.7	6884510.0	18	2217.77	2668.50	1991.60	204.68	9.23

Figura 60. Planilha de células com valor médio calculado pelo método do inverso da distância e com filtro de CV ativado.

A variabilidade dos valores de produção em cada célula estimada a partir do coeficiente de variação pode ser visualizada no quadro de desenho a partir da identificação da mesma com uma cor diferenciada dos pontos sobrepostos e do fundo de visualização do talhão. A Figura 61 mostra uma estruturação de filtro de CV para apresentar quais as células cujos pontos tem uma variabilidade superior a 20% expressos pelo CV.

A análise da distribuição de células pode ser feita em forma gráfica apresentando em um histograma:

- ⇒ Distribuição do número de pontos inclusos nas células.
- ⇒ Distribuição do valor de CV.
- ⇒ Distribuição do valor Média.
- ⇒ Distribuição do valor Desvio Padrão.

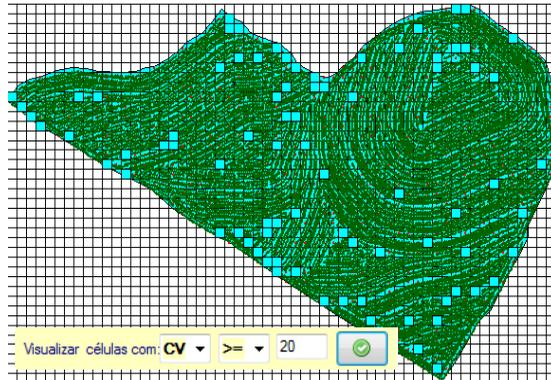


Figura 61. Células com CV superior ao valor indicado.

Como padrão o sistema ajusta essa distribuição em um número de 20 classes, entretanto o usuário pode informar outro número de classes.

A Figura 62 mostra o quadro de seleção do objeto do histograma e a indicação do número de classes para executar a operação, que é exemplificada na Figura 65 que mostra dois histogramas. Distribuição da quantidade de pontos por célula e da frequência de valores de CV observada no conjunto de células.

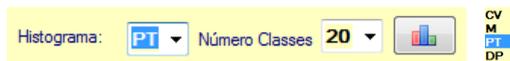


Figura 62. Seleção da variável do histograma de distribuição de células.

4.3.4 Estruturar Projeto de Agricultura de Precisão (PAP)

O conjunto de valores representativos de produção nas células é a base de indexação na tabela Projeto_ap do banco de dados Modelos_Dados.mdb, de um Projeto de Agricultura de Precisão, com o atributo deste expressando a produtividade, por ponto, da cultura colhida.

Este Projeto de AP será vinculado a base de dados Produtor/Propriedade e talhão que foram selecionados no procedimento de início da sobreposição do arquivo VPP representativo da colheita.

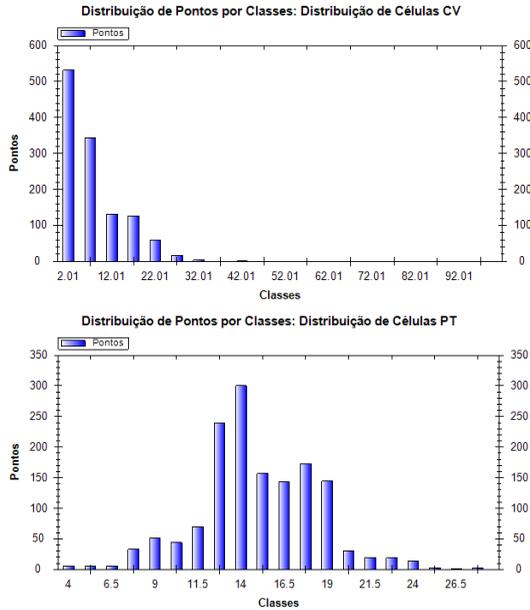


Figura 63. Histograma da distribuição de valores de CV e número de pontos.

Os dados para gerar um Projeto de AP são

- ⇒ Nome do Projeto
- ⇒ Variável
- ⇒ Ano de referência

⇒ Se for marcada a opção <VI Máx> o valor do atributo será o máximo valor de produtividade encontrado na célula, em caso contrário será o valor da média seja a aritmética ou a ponderada pelo inverso da distância conforme opção feita antes de abrir o arquivo de pontos de produtividade VPP.

É importante destacar que somente valores significativos das células serão indexados na célula, desconsiderando assim valores com zero.

A Figura 64 mostra o quadro de registro de informações para gerar o Projeto de Agricultura de Precisão.

Projeto de Agricultura de Precisão:

Nome do Projeto: L2_SOJA2013

Variável: SOJA

Ano de Referência: 2013

V.Máx. PAP

← Dados para gerar um PAP a partir das células da sobreposição MDT

Figura 64. Opções de estruturação de PAP a partir de pontos de produtividade.

Conforme já explanado em outras funções anteriores o Projeto de Agricultura de Precisão é a base para a realização de diversas funções de análises estatísticas, geoestatísticas, interpolação na geração de modelos digitais e na estruturação de mapas, que no caso, expressam a produção no aspecto espacial da lavoura.

Alguns aspectos relacionados à estatística descritiva do conjunto de dados do PAP foram abordados quando do estudo da sobreposição do arquivo VPP na malha de células, operação essa que precede a geração do PAP.

4.4 Visualização de Pontos de Colheita

4.4.1 Processos de Visualização

Além da visualização dos pontos de um arquivo VPP em ambiente de edição, análise e estruturação de PAP, conforme apresentado em item anterior, o conjunto de pontos deste arquivo VPP, pode ser visualizado sobre o quadro de desenho do formulário de espacialização de modelos e de sobreposição de arquivos do Sistema Especialista de Agricultura de Precisão – Rotina 2, de forma global por classes fixas ou por definição de determinada amplitude de dados

A Figura 65 mostra a tela da função onde são disponíveis dois processos de visualização:

- ⇒ 1. Visualização dos Pontos de Produtividade.
- ⇒ 2. Intervalo de Produção

A origem dos arquivos VPP pode ser através de seleção na árvore de diretórios tanto para o procedimento 1 como para o procedimento 2. O limite da área de visualização é definida pelo contorno da área do talhão e no caso do procedimento 2 pode ser definida uma área específica cujas coordenadas do contorno estão armazenadas em um arquivo de formato UTM – VET.

O primeiro procedimento de visualização de um VPP é estabelecer o valor de produtividade mínima, informar o número de classes com o respectivo intervalo fixo, selecionar um gradiente de cores e executar a operação (Figura 66).

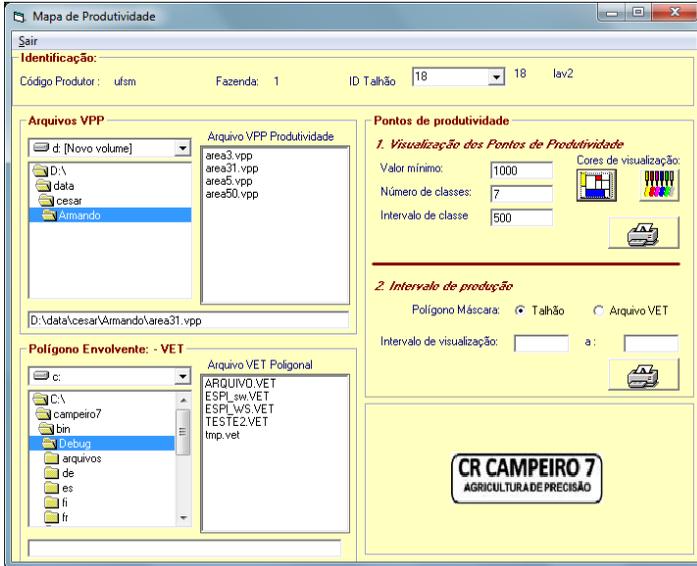


Figura 65. Estruturação da visualização de pontos de colheita.

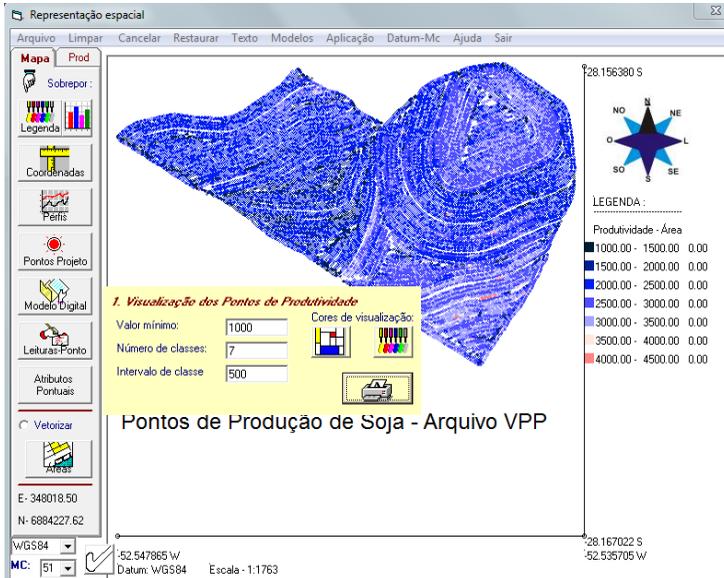


Figura 66. Estruturação para visualizar arquivo VPP em classes fixas de produtividade.

Com esse procedimento o mapa de visualização espacial dos pontos é gerado e apresentado no quadro de desenho com uma legenda expositiva das classes que foram estabelecidas, mas sem a área correspondente de cada classe, pois a representação no mesmo é somente pontual.

Sobre o quadro de desenho, onde se mostra a distribuição espacial dos pontos, podem ser executadas funções de sobreposição de textos, vetorização de limites dos pontos com geração de arquivo VET do contorno vetorizado e ainda outras funções que constam nas guias <Mapa> e <Prod> cujas operações são descritas e demonstradas em outros tópicos.

O segundo procedimento de visualização de um arquivo VPP é estabelecer uma única classe de produtividade, e definir a delimitação de sua abrangência espacial através dos limites do talhão ou então por meio de um arquivo de contorno .VET, sendo que nesse caso é necessário selecionar o arquivo vetorial de coordenadas.

A Figura 67 mostra um exemplo com a apresentação de um intervalo de classe de pontos de colheita, com a delimitação pelo talhão, enquanto que a Figura 68 apresenta a representação desta classe no interior de uma área definida pela recuperação de um polígono (arquivo VET).

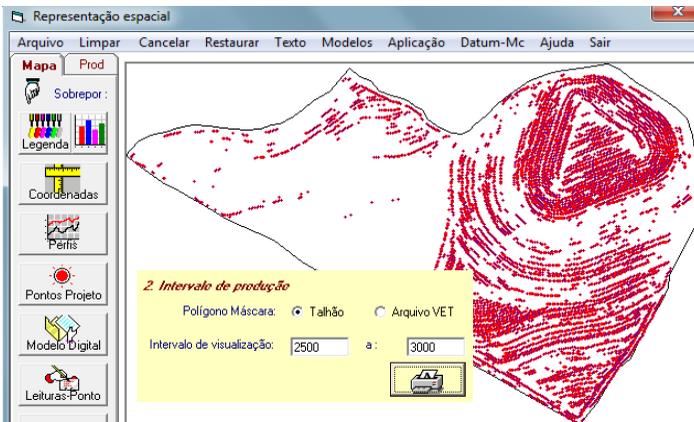


Figura 67. Pontos de colheita – Delimitados pelo talhão.

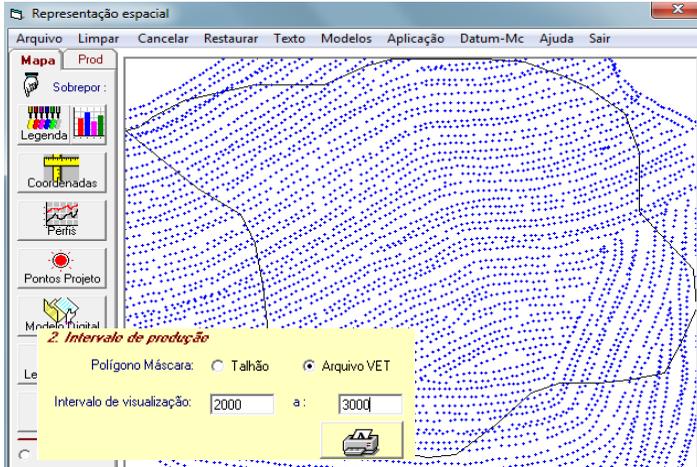


Figura 68. Pontos de colheita com sobreposição de arquivo VET

4.4.2 Operações com Arquivos VPP

Estas operações são realizadas a partir de botões de comando localizados na guia <Prod> do formulário de espacialização de modelos digitais e de arquivos de produtividade e para algumas serem executadas será necessário carregar um Modelo Digital no quadro de desenho da função e em outras basta a abertura do arquivo VPP neste módulo de espacialização.

4.4.2.1 Ativar o Modo Seleção

A função <Seleção> tem por objetivo ativar um modo de selecionar uma área específica, de formato retangular, sobre a tela de desenho e, em relação a esta área, obter-se:

- Histograma de distribuição de frequências;
- Produção total;
- Exportação em um novo arquivo VPP, dos pontos contidos no interior da área selecionada.

Para selecionar um quadro, na tela de desenho, deve-se ativar a função <Seleção> e, com a ação do mouse, marcar o retângulo da área desejada conforme pode ser visualizado na Figura 69.

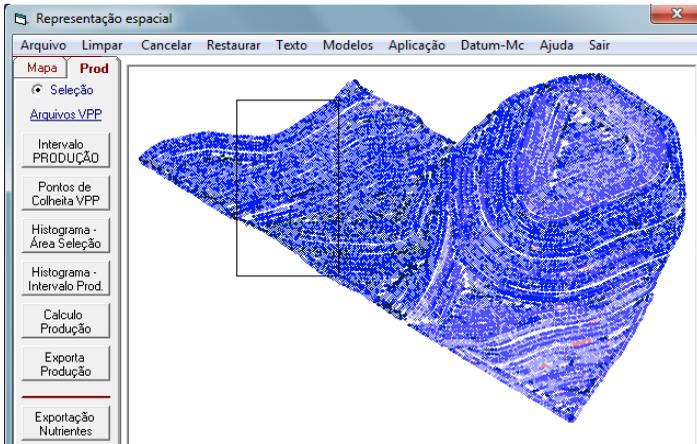


Figura 69. Seleção de uma área na tela de desenho.

Para se executar esta função, é necessário que, anteriormente, se tenha recuperado o arquivo VPP que contenha os pontos de produtividade.

4.4.2.2 Intervalo de Produção.

Esta função tem a finalidade de sobrepor em um mapa de MDT espacializado, um determinado intervalo fixo de produtividade.

Este procedimento realiza-se a partir da seleção do arquivo VPP de produtividade, o estabelecimento da classe que se quer visualizar e a atribuição de uma cor para a mesma.

A Figura 70 ilustra este processo, com a definição dos dados e a visualização sobre a tela de desenho, onde está espacializado um MDT.

Nesta mesma função, é possível a espacialização simultânea de várias classes a intervalos variáveis.

A Figura 71 apresenta a tela de estruturação da sobreposição dos pontos por classe e o resultado final da sobreposição:

Essa mesma visualização pode ser realizada, sem que se tenha como plano de fundo um MDT espacializado, para tanto é necessário acessar a tela de desenho, unicamente com a visualização do polígono envolvente, conforme é apresentado na Figura 72.

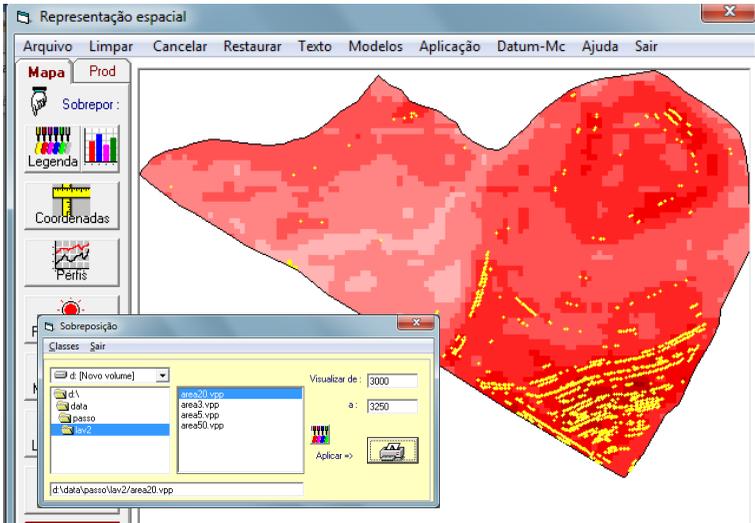


Figura 70. Sobreposição de pontos de colheita (1 classe) sobre Modelo Digital.

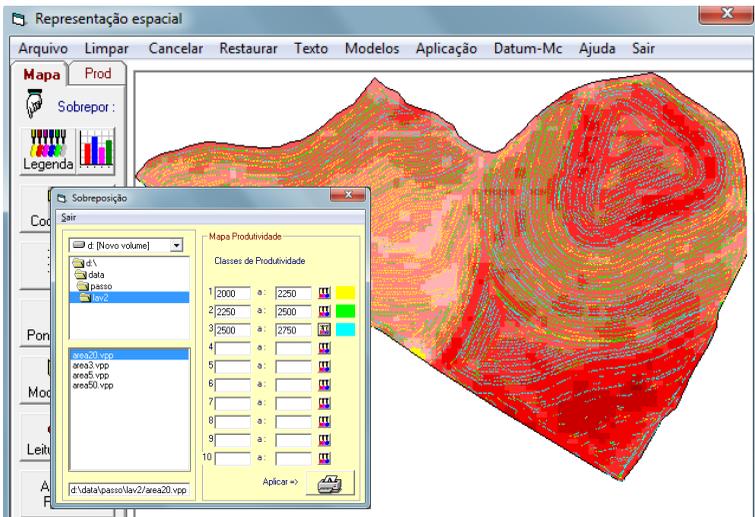


Figura 71. Pontos de colheita sobrepostos sobre o modelo digital.

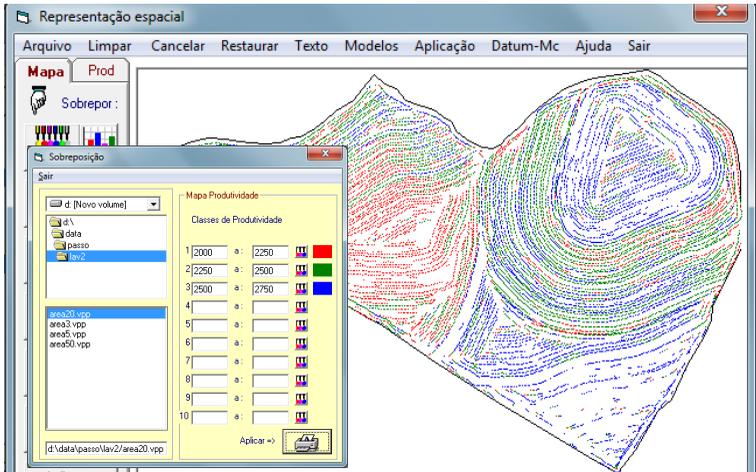


Figura 72. Visualização de classes de produtividade.

4.4.2.3 Operação Pontos de Colheita VPP

Esta operação consiste na espacialização do conjunto de pontos da área selecionada. Sendo que no quadro de desenho da espacialização do conjunto de pontos podem ser realizados os seguintes procedimentos:

a) Análise da Distribuição Espacial dos Pontos de Produtividade.

O conhecimento do centro de gravidade de uma distribuição espacial transmite, por si só, pouca informação, sendo necessário que se tenha o conhecimento do comportamento do conjunto de pontos, que gravitam em torno deste centro, inferindo se os mesmos tendem a concentração ou à dispersão, na superfície do espaço de referência.

O Raio de Dispersão, de maneira análoga ao centro de gravidade, também tem relação com o desvio padrão da estatística univariada. Este raio é obtido a partir da variação do conjunto de dados, em relação aos dois eixos tomados isoladamente. Assim, como o desvio padrão unidimensional é definido pelas suas distâncias quadráticas de cada elemento do conjunto, em relação a sua média, também o raio de dispersão tem a mesma fundamentação.

A Figura 73 mostra a localização do centro de gravidade e o raio de dispersão da distribuição espacial.

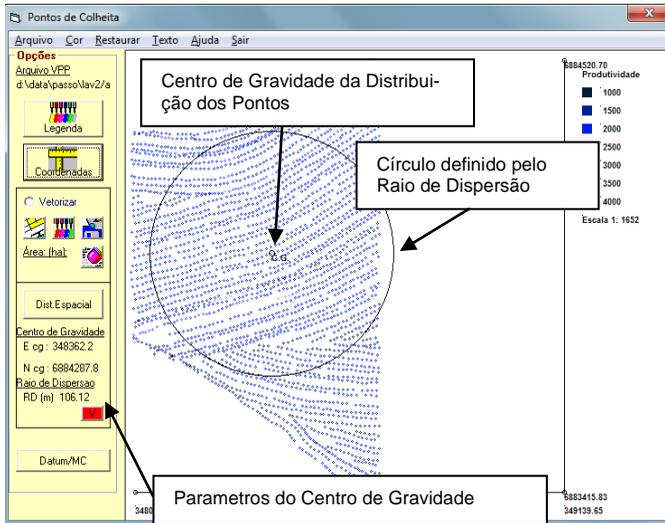


Figura 73. Distribuição espacial dos pontos da área de seleção.

b) Exclusão Visual de Pontos de Colheita (VPP)

Na rotina de edição de arquivos VPP, são disponibilizadas uma série de funções, que tem por objetivo a modificação do arquivo original de colheita, com a geração de novos arquivos VPP. Todas estas funções trabalham diretamente sobre o conjunto de dados, obedecendo a critérios, tais como eliminando pontos extremos.

A exclusão visual consiste na espacialização de parte ou do todo o conjunto de pontos e, sobre esta, a digitalização de um polígono, dentro do qual estarão os pontos a serem excluídos, na geração de um novo arquivo VPP.

Em síntese a sequência para exclusão deve ser a seguinte:

- ⇒ Selecionar uma cor de preenchimento (obrigatoriamente, diferente das classes de cores de visualização);
- ⇒ Ativar a função Vetorizar;
- ⇒ Digitalizar sobre a tela de desenho o polígono envolvente, dos pontos a serem excluídos;
- ⇒ Efetuar o preenchimento do polígono, opcionalmente podem ser calculados a área do mesmo e salvas as coordenadas em um arquivo VET;
- ⇒ Após confirmar com a visualização, o preenchimento do polígono vetorizado, com a cor desejada, proceder a execução da rotina de exclusão,

informando nesta o nome do novo arquivo VPP, que conterà todos os pontos do arquivo original menos os da área de exclusão.

Além disso, nesta rotina de visualização dos pontos de colheita, pode-se inserir dados de identificação – legenda, para posterior impressão. Da mesma forma, pode-se salvar a imagem do arquivo VPP em formato bmp e/ou html.

A Figura 74 mostra a vetorização de um polígono sobre a espacialização dos pontos e a marcação do polígono como área de exclusão de pontos de colheita.

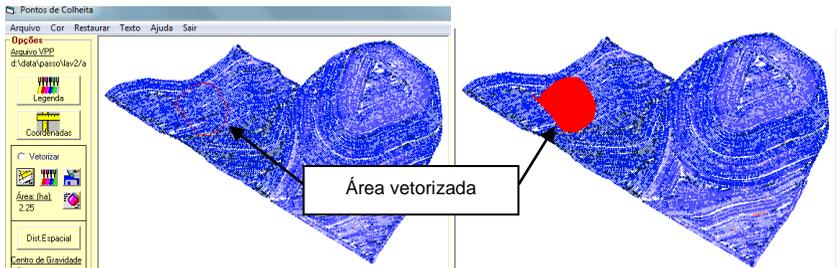


Figura 74. Vetorização de área de exclusão de pontos.

4.4.2.4 Histograma da Área de Seleção

Ao se definir uma área retangular, o sistema filtra somente os pontos que estão no interior desta área e calcula os valores extremos de produtividade, estabelecendo arbitrariamente 10 classes, e apresentando este histograma na forma gráfica (Figura 75).

No eixo das abscissas, são apresentados os intervalos de classes, definidos pelos valores extremos. No eixo das ordenadas, o número de pontos, enquanto que no topo de cada barra, apresenta-se a área (em hectares) ocupada por cada classe, no retângulo selecionado.

4.4.2.5 Exporta produção

Os pontos do interior de retângulo da área selecionada, podem ser exportados como um novo arquivo VPP, sendo que o próprio retângulo de seleção irá definir um novo polígono envolvente, que será salvo no formato VET

Para tanto, basta nominar a identificação dos arquivos e executar a operação de acordo com o ilustrado na Figura 76.

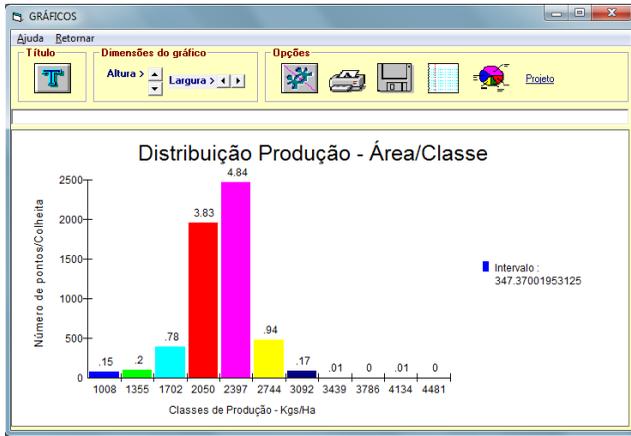


Figura 75. Histograma da área de seleção.

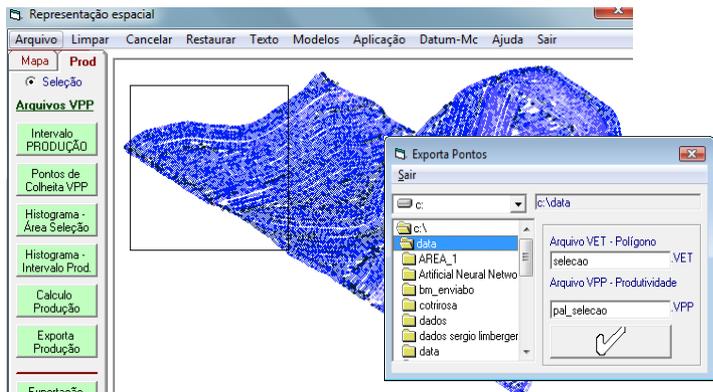


Figura 76. Exportação da produção– Geração de arquivos VPP e VET.

4.4.2.6 Cálculo da Produção.

Este procedimento foi descrito e exemplificado no item anterior.

4.4.2.7 Exportação de Nutrientes

Em todo processo de colheita de uma cultura agrícola, ocorre uma exportação de nutrientes. Os nutrientes existentes na palha de resíduo da cultura são reabsorvidos pelo solo, enquanto que, os que estão na estrutura dos grãos, constituem a perda efetiva.

Diversas pesquisas têm procurado quantificar esta exportação de nutrientes, que é variável conforme o tipo de cultura e a natureza do próprio nutriente, sendo que, além disso, as condições de produtividade também interferem no quantitativo de nutrientes que é exportado de uma lavoura, em termos de grãos.

Neste sentido, se insere a importância do mapa de produtividade de um talhão, pois a partir dele, é possível inferir as quantidades de nutrientes exportadas em cada classe, bem como a visualização espacial desta exportação, o que possibilita programar uma reposição dos mesmos, seguindo os critérios de aplicação variável.

Na tabela EXPORTA_N (Figura 77) do banco de dados MODELOS.MDB, foram lançados parâmetros de exportação de nutrientes, das principais culturas de grãos, sendo estes parâmetros oriundos da literatura especializada, os quais podem ser editados com outros valores de pesquisas mais recentes, inclusive com a inclusão de novas culturas.

CULTURA	N	P205	K20	CA	MG	S	B
MILHO	0.016	0.009	0.0058	0.0005	0.0015	0.0011	0
SOJA	0.06	0.0125	0.023	0.003	0.0023	0.003	0
TRIGO	0.02	0.007	0.004	0.0002	0.0008	0.0012	0
ARROZ	0.013	0.008	0.013	0.00083	0.0015	0.0022	0
SORGHO	0.024	0.021	0.015	0.0004	0.001	0.001	0

Figura 77. Tabela de exportação de nutrientes – MODELOS_AP.MDB.

A Figura 78 mostra a tela da função de cadastro de exportação de nutrientes a qual é acessada a partir do menu útil do sistema de agricultura de precisão.

Nesta tabela podem ser registrados dados de kg exportados por tonelada de grão produzida, dos seguintes nutrientes:

- N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Mn, Mo.

Esta base de dados é fundamental, para a estruturação do cálculo da exportação total e a sua variabilidade espacial.

No Sistema de Agricultura de Precisão, pode-se calcular a exportação de nutrientes a partir dos modelos digitais de produtividade que são elaborados a partir dos arquivos vpp ou diretamente a partir dos próprios arquivos VPP.

A exportação calculada com base unicamente nos arquivos VPP, informa apenas os quantitativos de exportação dos nutrientes por hectare e no total da área colhida, não possibilitando o conhecimento da exportação por classes e

a análise da distribuição espacial na lavoura, conforme é possibilitado com o emprego de modelos digitais.

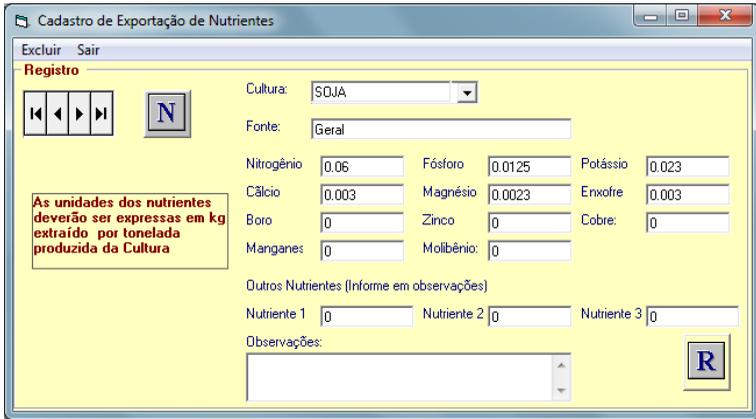


Figura 78. Cadastro de Exportação de Nutrientes.

A Figura 79 mostra a tela da operação de cálculo da exportação a partir da recuperação do arquivo VPP, sendo que nesta mesma tela há a opção de cálculo a partir do modelo digital de produtividade.

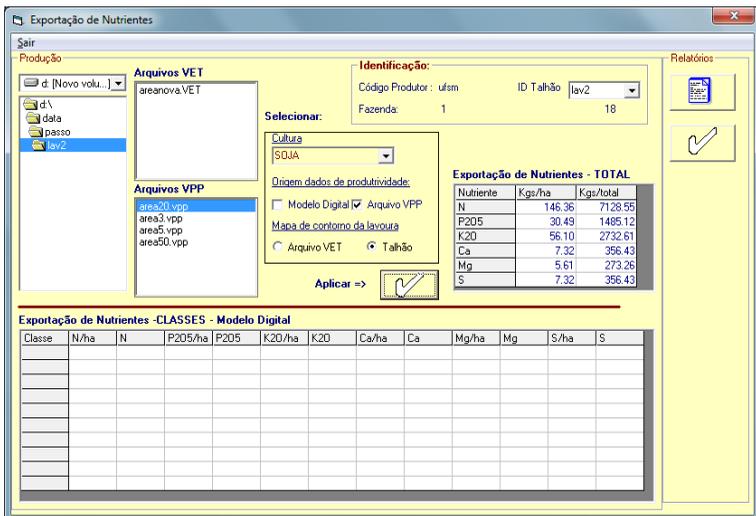


Figura 79. Exportação de nutrientes de arquivo VPP.

O procedimento tem a seguinte sequência:

- ⇒ Recuperar o arquivo VPP.
- ⇒ Selecionar a cultura agrícola.
- ⇒ Marcar a opção de área de contorno. (Talhão ou arquivo VET).
- ⇒ Marcar a opção VPP.
- ⇒ Executar (Botão Aplicar).

O resultado da operação apresenta-se em uma grade com valores médios por hectare e na exportação total da lavoura, sendo que pode ser impresso ainda um relatório deste resultado.

Como já foi referido, os parâmetros utilizados para este cálculo, são os definidos como padrão e constam originalmente na tabela de dados quando da instalação do programa, sendo que o usuário pode alterar estes valores padrões, na tela de cadastro de nutrientes.

A análise de exportação de nutrientes, com base em modelos digitais de produtividade pode ser realizada de dois processos distintos, um apresentando a distribuição da exportação por classes de produção, e neste caso utilizando os valores padrões dos nutrientes, e o outro processo enfocando o quantitativo da exportação, através da análise de células.

No presente tópico, será apresentado o primeiro processo, sendo que a análise de células, por envolver outros procedimentos de análises de modelos digitais será abordada em outro tópico.

O Procedimento a ser seguido para fazer este cálculo de exportação a partir do modelo de produtividade é o seguinte:

- ⇒ Recuperar o MDT de produtividade da cultura agrícola
- ⇒ Definir o número de classes de visualização e o respectivo intervalo
- ⇒ Visualizar o Mapa de Produtividade
- ⇒ Acionar a função <Exportação de Nutrientes>
- ⇒ Selecionar a Cultura Agrícola
- ⇒ Marcar a opção Modelo Digital
- ⇒ Marcar a opção de área de contorno. (Talhão ou arquivo VET)

O resultado deste procedimento é ilustrado na Figura 80 e o relatório de impressão mostrado na Figura 81.

Comparativamente é possível analisar os dois processos de cálculo de exportação, a partir dos valores médios por hectare e no total exportado, e se verificar que as diferenças observadas entre os mesmos são mínimas, na ordem de 4 %, o que pode ser atribuído entre outros a questão da área de exportação,

que no caso dos arquivos considera a área poligonal do talhão, e nos modelos digitais considera o somatório das células com dados significativos.

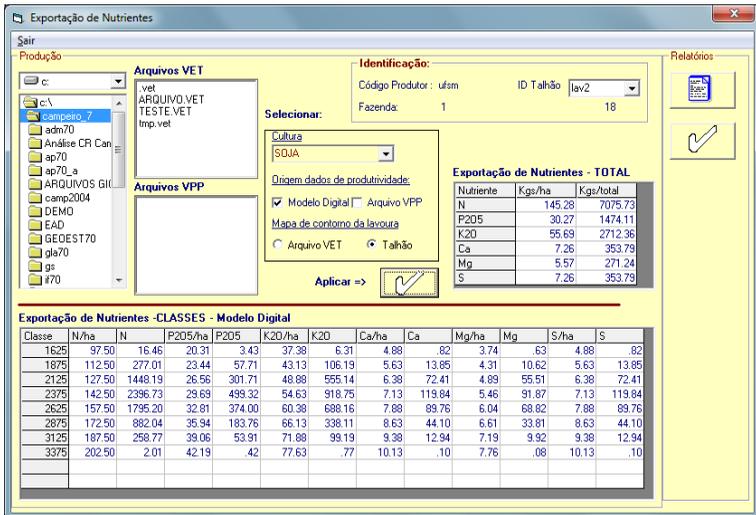


Figura 80. Exportação de nutrientes por análise de modelo digital.

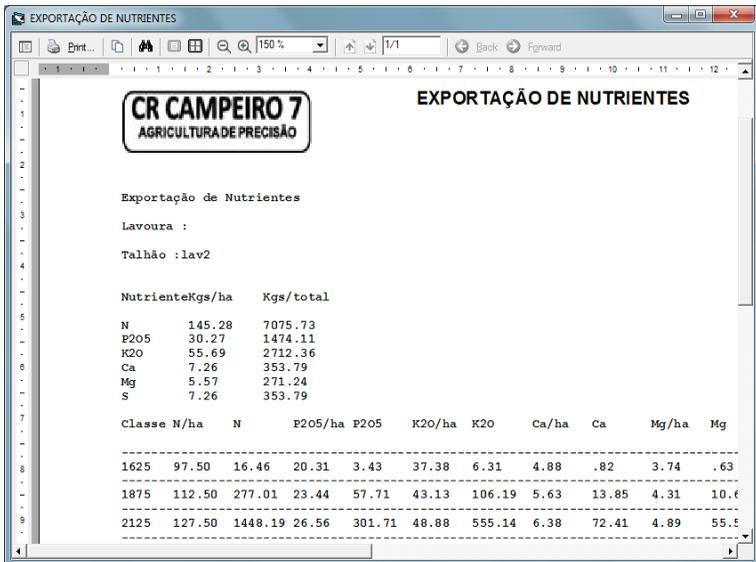


Figura 81. Relatório da exportação de nutrientes.

Para o caso da exportação de Nitrogênio, a análise diretamente efetuada sobre o arquivo VPP, apresentou um valor médio por hectare de 146.36kg, sendo que a exportação total na lavoura foi da ordem de 7128.58kg enquanto a análise realizada com base no modelo digital registrou uma exportação média de 145.28kg e no total 7075.73Kg.

Estes resultados confirmam a importância da estruturação de modelos digitais para representarem o mapa de colheita, em função dos recursos disponíveis para análises e interpretações agronômicas, pois se tem por este processo a distribuição por classes de produção, e principalmente a distribuição espacial destes nutrientes na área da lavoura, conforme será apresentado em outro tópico deste curso.

4.5 Análise de Arquivos VPP

No item anterior, que trata da edição de arquivos VPP foram abordados e exemplificados alguns processos de análise de arquivos, tanto para fins da própria edição dos dados, como também para a interpretação agronômica da colheita da cultura agrícola.

Na presente função, o objetivo da análise trata do estudo da distribuição dos pontos por classes fixas e variáveis, e a distribuição espacial dos pontos a partir de um ponto de referência.

A Figura 82 mostra a tela de desenvolvimento desta função:

4.5.1 Análise - Distribuição de Frequências.

Este processo de análise de arquivos VPP, consiste em estruturar classes em intervalos fixos ou variáveis e se obter para os mesmos a distribuição dos pontos das classes, calculando para cada classe o número de pontos, o valor médio da classe e o percentual em relação ao total de pontos.

A partir deste cálculo, pode-se proceder a representação gráfica da distribuição, e a emissão e impressão do relatório do procedimento.

A Figura 83 ilustra a recuperação de um arquivo de produtividade, e a estruturação de quatro classes a intervalos fixos de 1000 kg/ha, com os resultados da distribuição dos pontos nestas classes.

As Figuras 84 e 85 mostram o gráfico e o relatório da distribuição dos pontos, os quais podem ser impressos e salvos em arquivos de imagem e outros formatos.

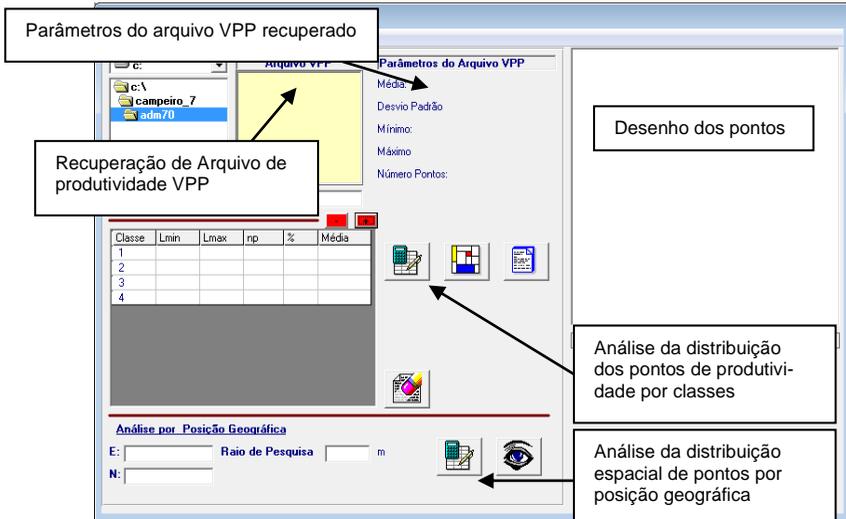


Figura 82. Análise de arquivos VPP.

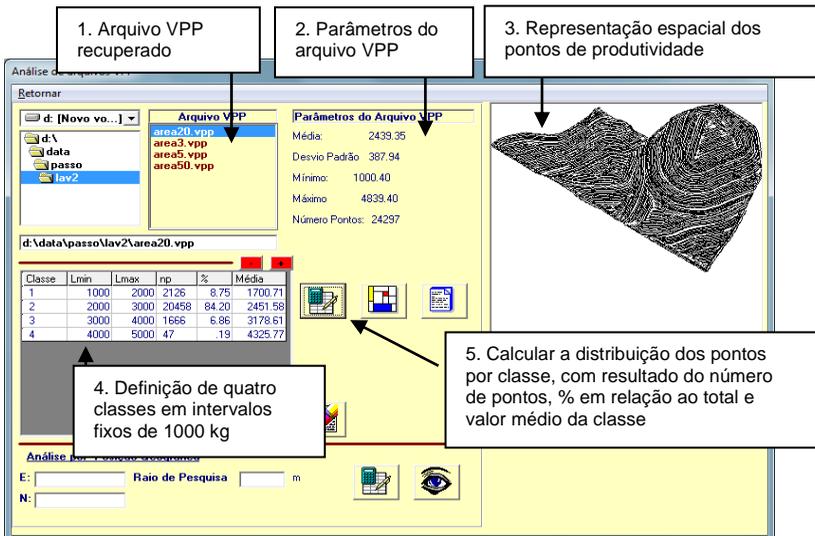


Figura 83. Estruturação de classes fixas

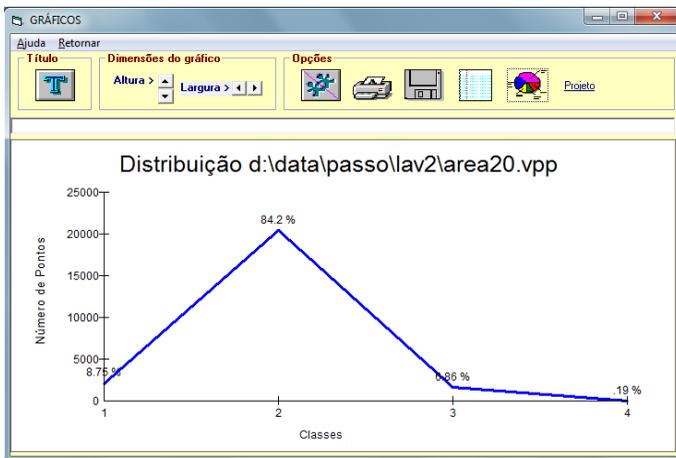


Figura 84. Gráfico da distribuição dos pontos.

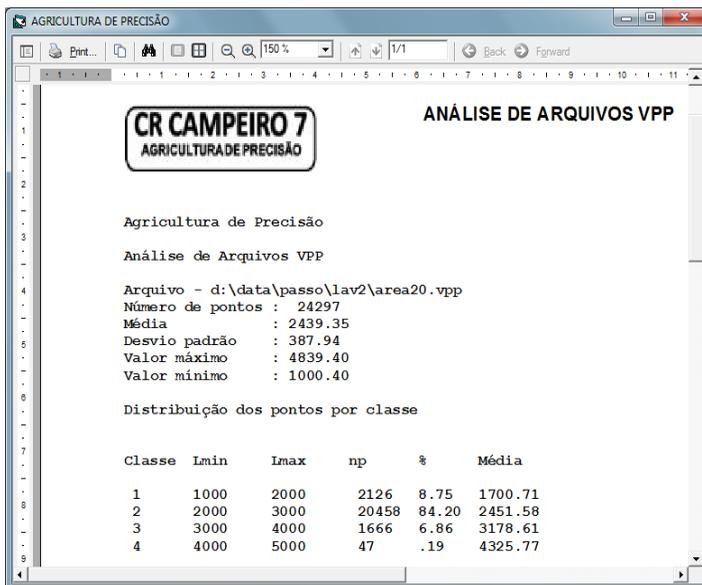


Figura 85. Relatório da análise da distribuição dos pontos.

4.5.2 Análise – Posição Geográfica.

Por este processo de análise, entende-se o estudo da distribuição espacial dos pontos de colheita em torno de um ponto geográfico pré-definido.

Esta definição do ponto pode ser realizada através da digitação das coordenadas E, N nas caixas de texto correspondente, ou pelo clique do mouse sobre uma posição qualquer no mapa que apresenta os pontos de produtividade.

Para executar a operação é necessário informar um raio de pesquisa a partir do ponto geográfico informado. O resultado da operação pode ser apresentado como uma tabela com os pontos existentes no círculo definido pelo raio, com o respectivo valor de colheita e a distância até o ponto geográfico de referência, e a média, desvio padrão e coeficiente de variação, conforme pode ser visto na Figura 86. A outra forma de apresentação do resultado é a visualização espacial dos pontos de colheita, de acordo com a Figura 87.

Pela posição e valores dos pontos de colheita, ao longo das linhas o usuário deve observar a magnitude da variação destes valores, que por vezes apresentam discrepâncias significativas entre pontos próximos, sendo este fato entre outros, o que recomenda a adoção do ponto médio como representativo da célula, para a geração de mapas de produtividade.

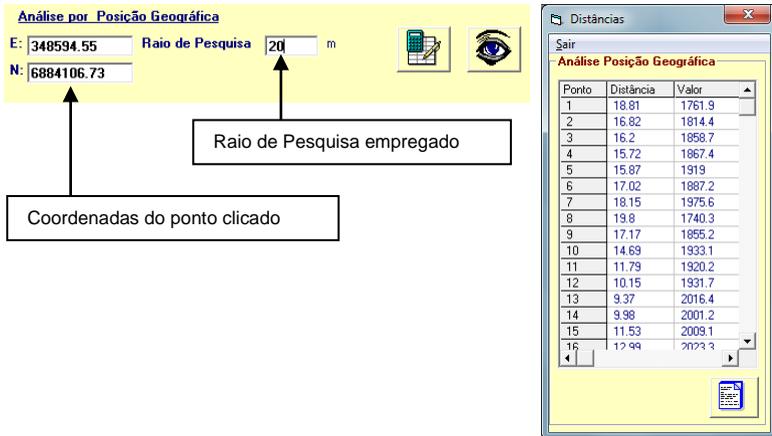


Figura 86. Tabela de pontos existentes no raio de pesquisa informado.

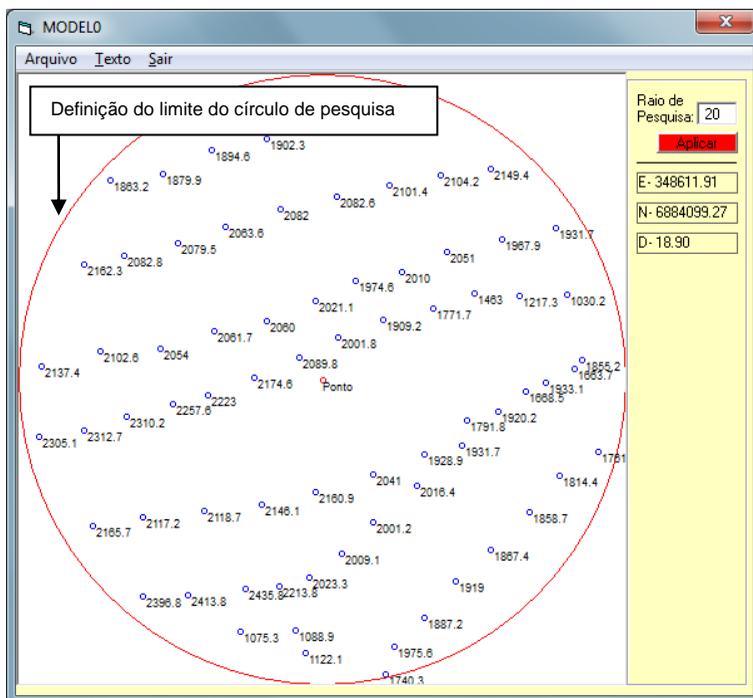


Figura 87. Visualização espacial de pontos de produtividade em círculo de pesquisa.