

Análise espacial do Sítio arqueológico Córrego do Maranhão

Profa. Dr^a. Ana Paula de Paula Loures de Oliveira ¹
Prof. Dr. Cezar Henrique Barra Rocha ²
Prof. Dr. Mauro Menzori ³
Fabício Cassaro Furtado de Azevedo ⁴

¹ UFJF – Museu de Arqueologia e
Etnologia Americana
CEP: 36036-330 Juiz de Fora -MG
apaula@gmx.net

UFJF – Faculdade de Engenharia
CEP: 36036-330 Juiz de Fora -MG

² cezar.barra@ufjf.edu.br

³ mauro.menzori@ufjf.edu.br

⁴ fabricao.cassaro@engenharia.ufjf.br

Resumo: Objetivamos com este trabalho apresentar os últimos resultados alcançados com a aplicação de metodologias próprias da análise espacial em estudos da cultura material em arqueologia. Sua relevância encontra-se não apenas no fato de ampliar as possibilidades quantitativas e qualitativas de investigação, mas também por representar um avanço nas pesquisas arqueológicas. A utilização de instrumentos que permitem maior precisão no cadastro dos dados em campo é hoje uma ferramenta a qual os pesquisadores não podem mais se privar.

Palavras-chave: Arqueologia, Análise Espacial, Geoprocessamento

Resumo: Objetivamos com este trabalho apresentar os últimos resultados alcançados com a aplicação de metodologias próprias da análise espacial em estudos da cultura material em arqueologia. Sua relevância encontra-se não apenas no fato de ampliar as possibilidades quantitativas e qualitativas de investigação, mas também por representar um avanço nas pesquisas arqueológicas. A utilização de instrumentos que permitem maior precisão no cadastro dos dados em campo é hoje uma ferramenta a qual os pesquisadores não podem mais se privar.

Keywords: Arqueologia, Análise Espacial, Geoprocessamento

Introdução

Os resultados que ora apresentamos podem ser considerados como a materialização de um intercâmbio profícuo entre professores da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora e pesquisadores do Museu de Arqueologia e Etnologia Americana (MAEA-UFJF). O projeto que possibilitou tal integração é o de Mapeamento Arqueológico da Zona da Mata Mineira, que desde 2000 tem contado com apoio de várias instituições de fomento à pesquisa e órgãos públicos municipais, por meio de apoios bilaterais assinados em convênios com a UFJF. Um projeto que tem alterado o perfil das pesquisas desenvolvidas na região. (Loures Oliveira e Monteiro Oliveira, 2001)

No que concerne à Arqueologia, a análise espacial possibilita novas abordagens sobre estruturas sociais, políticas e econômicas, a partir do estudo das formas de apropriação territorial dos diversos grupos que

habitaram a região, refutando ou corroborando hipóteses sobre as distintas ocupações indígenas e grupos étnicos relatados pelas fontes históricas e etno-históricas. A partir da análise das implantações dos sítios arqueológicos na paisagem e distribuição dos vestígios in situ e suas associações é possível identificar aspectos da cultura material até então desconhecidos, além de permitir estudos comparativos intra e inter-sítios com maior acuidade.

A área de abrangência do projeto de mapeamento é a Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. (Vide F.01) Nela já foram registrados mais de 30 sítios arqueológicos que apresentam características bastante congruentes quanto a seu posicionamento em topos de colinas, proximidade a cursos d'água navegáveis e fontes de matéria-prima. Trata-se de sítios com mais de mil metros quadrados, com material lítico e cerâmico disperso em superfície, que apresentam tecnologias particularmente semelhantes. Também congruentes são as datações que os inserem no período pré-colonial, ou seja, pouco antes da chegada dos portugueses às costas brasileiras. (Loures Oliveira, 2006)

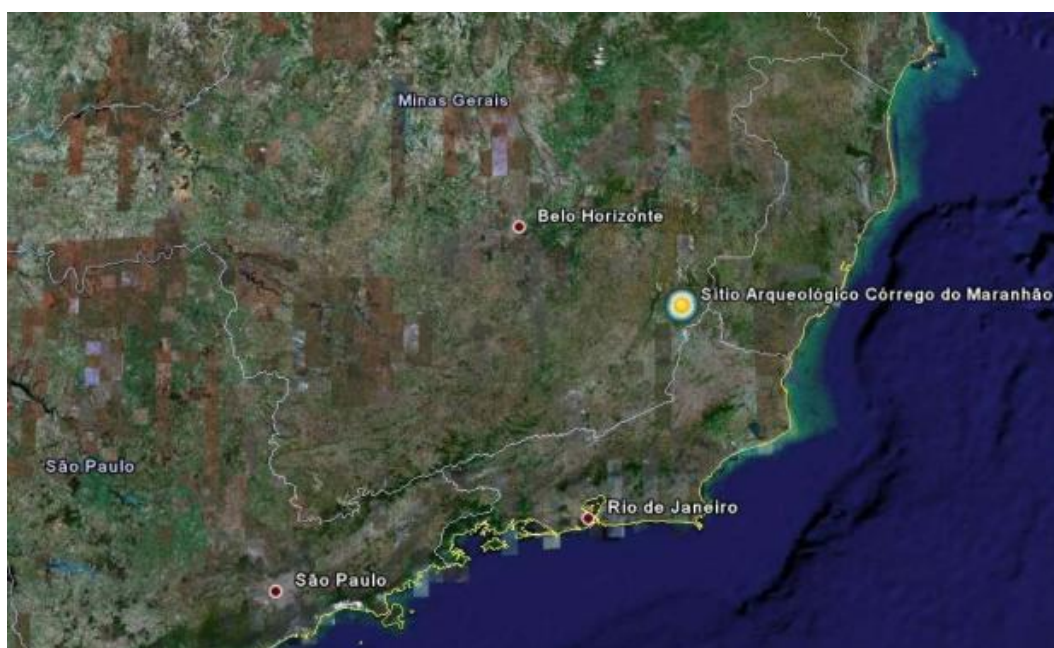


Figura 01 : Imagem de satélite / localização do Sítio Córrego do Maranhão na Região Sudeste

Pautados nestes pressupostos e objetivando afunilar o debate sobre as similaridades e diferenças técnicas, culturais, sociais e étnicas dos grupos que ali viveram é que apresentamos a proposta de análise espacial do Sítio Arqueológico Córrego do Maranhão. Localizado no distrito de Alvorada em Carangola - MG, coordenadas UTM (DATUM Córrego Alegre) E = 796001m; N = 7704594m; h = 780m, o sítio é identificado como lito-cerâmico colinar, em área de aproximadamente 65.000m². Este sítio se destaca não somente por seu ótimo estado de preservação, mas por uma datação que o localiza em aproximadamente 400 d.C., cerca de 1000 anos mais antigo que os demais sítios registrados na região. (Loures Oliveira e Mageste, no prelo)

Conhecido pelas ricas vasilhas pintadas encontradas em superfície desde o início do século XX, o sítio foi arado para plantio de café na década de 1980, destruindo boa parte das estruturas que supostamente permaneceram intactas por pelo menos 1600 anos. Não obstante a perturbação do contexto devido à aração, o sítio ainda preserva grande número de fragmentos associados a blocos calcinados, que provavelmente eram utilizados como fogões. Podemos avaliar que o impacto foi de média proporção, possibilitando condições de estudo e análises do material, estando os vestígios distribuídos conforme a formação das leiras de café, obedecendo às curvas de nível do terreno. (Vide F. 02 e 03)

Estes dados justificam sua utilização como base para se calibrar um modelo estatístico de locação das estruturas formadoras do sítio, de modo a prover informações quantitativas e qualitativas para nortear futuros trabalhos de escavação. Esta metodologia justifica probabilística e estatisticamente os locais de maior interesse, ou maior possibilidade de se encontrar, vestígios em sub-superfície, além de sugerir tendências para áreas específicas de sociabilidade do sítio.



Figura 2 : Leiras do cafezal



Figura 3 : Sítio Córrego do Maranhão

1 Método de coleta com proveniência individual de pontos

Em campo, o procedimento adotado foi à técnica de prospecção denominada varredura sistemática, por propiciar cobertura completa e regular do terreno no menor intervalo de tempo. Operacionalmente, partimos da seqüência que inclui: limpeza, topografia, coleta de superfície, demarcação de áreas e escavação. Para facilitar a topografia e o quadriculamento, o sítio foi dividido em setores estabelecidos aleatoriamente a partir das antigas estradas para escoamento da lavoura de café. (Vide F. 04, 05 e 06)

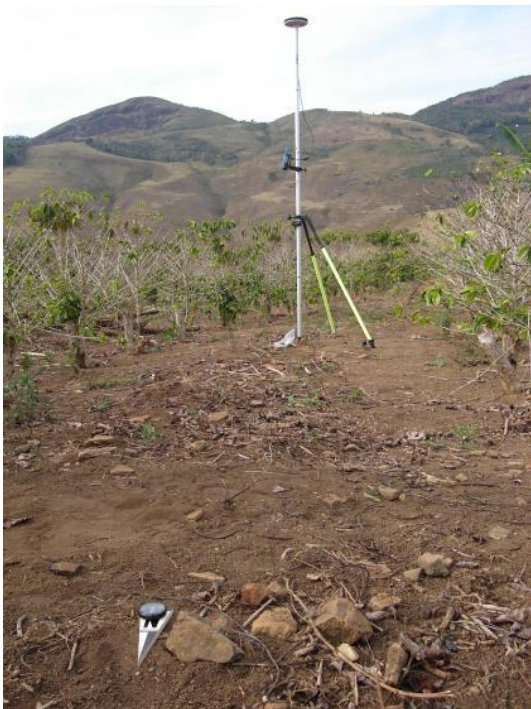


Figura 4 : Estação de base do GPS



Figura 5 : Coleta de superfície

Ao todo foram coletados cerca de 23 mil fragmentos cerâmicos, que geraram uma planilha com um conjunto de 5000 pontos georeferenciados. A coleta de superfície com proveniência individual de pontos foi executada com o auxílio de dois GPS Geodésico de simples frequência. Os fragmentos foram acondicionados em sacos individuais, identificados por etiquetas indexadas de acordo com as coordenadas de posição. Cada fragmento acima de 5cm de diâmetro foi cadastrado, reunindo em um mesmo invólucro o conjunto de fragmentos menores que se achava no seu em torno. O material foi levado a laboratório para análise tecnopológica, que alimentou o programa de geoprocessamento com dados qualitativos fundamentais às futuras interpretações.

1.1 Cadastro dos fragmentos

Os métodos de topografia geralmente utilizados na confecção de cartas topográficas e localização de dados de relevância, como áreas delimitadas, marcos e monumentos entre outros, foram empregados aqui para obtenção de coordenadas espaciais georeferenciadas dos fragmentos cerâmicos.

Como mencionado anteriormente, utilizamos o GPS Geodésico de simples frequência – modelo Pro Mark II da Thales Navigation, que trabalhando no método relativo oferece uma precisão de $0,005\text{m} \pm 2\text{ppm}$. Neste caso, a utilização de GPS convencionais, os chamados GPS Tracking ou GPS de navegação, são criteriosamente desaconselháveis para os fins pretendidos, pois os erros agregados acima da unidade metros, inviabilizariam a localização de fragmentos diminutos dentro de uma área menor do que o próprio erro agregado.

Os dados observados com o GPS, após processados, geraram coordenadas acompanhadas de identificadores na forma de arquivo de texto e DXF, o que facilita sua leitura em planilhas eletrônicas e em cartas digitais. A partir desses dados é possível povoar um banco de dados, que servirá de referências às análises estatísticas e espaciais necessárias às interpretações do sítio. (Azevedo e Loures de Oliveira, 2007)

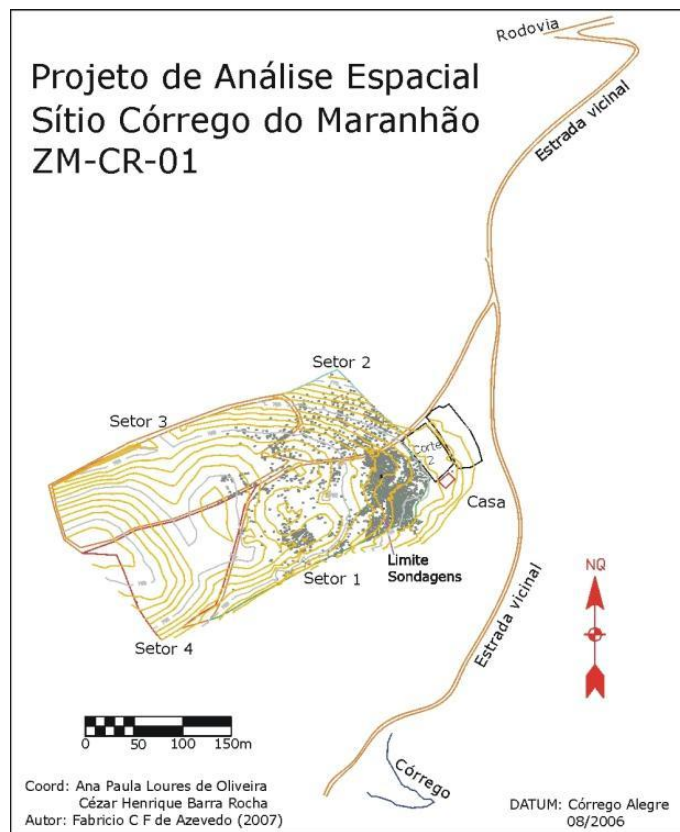


Figura 6 : Planta topográfica com indicação dos setores do sítio e pontos

2 Análise espacial – Geração de plantas

O desenvolvimento das plantas através das coordenadas de cada ponto, passo fundamental para a aplicação dos métodos estatísticos em programas de SIG, pode ser conseguido de forma quase instantânea, utilizando para este fim, um simples programa gerador de arquivos DXF. No estudo em questão foi utilizado um aplicativo desenvolvido pela equipe do MAEA. Trata-se de programa intuitivo com plataforma leve e simples, com possibilidade de lidar com várias formas de entrada de pontos e gerando a planta dividida em camadas, que apresenta além de uma representação gráfica do ponto, o seu ID e as coordenadas georeferenciadas.

A base espacial georreferenciada dos fragmentos a ser usada no SIG, serviu para confecção de outras plantas como a de densidade, declividade e modelo digital do terreno, permitindo a localização de concentrações de características afins, bem como de áreas propícias a futuras escavações, por exemplo.

2.1 Análise espacial – Estatística

Os processos de análise espacial propostos por Hodder e Orton (1976) se baseiam no fato de que conjuntos espaciais de pontos podem ser estudados como eventos ou entidades, através de métodos estatísticos simples. Desse modo, podemos lidar com informações de posição e conseguir encontrar tendências centrais e relações entre médias de distâncias, como por exemplo, os centros e o grau de dispersão dos fragmentos.

De modo geral, um dos problemas percebidos na análise de sítios arqueológicos, é o fato destes não apresentarem uma área delimitada fixa. Não se sabe exatamente onde ficam suas fronteiras e por isso existem dúvidas quanto ao modo de se tratar os dados obtidos em campo.

Para as análises do Sítio Córrego do Maranhão partimos de métodos matemáticos e gráficos, a saber, o método do vizinho mais próximo (Nearest Neighbor Analysis), a relação entre média e variância e as análises das distribuições de densidades.

2.1.1 Análise do vizinho mais próximo

Trata-se da razão entre as médias obtidas e teóricas do distanciamento dos vizinhos mais próximos. Somando-se as menores distâncias entre os pontos e dividindo pela quantidade total de pontos temos uma idéia sobre o padrão de distribuição dos fragmentos. Se maior que 1, indica um padrão regular, se igual a 1, indica um padrão aleatório e se menor que 1, indica um padrão agregado. (Araújo, 2001)

Para desenvolver o método, utilizamos uma planilha eletrônica, onde podemos facilmente manipular os dados do arquivo de coordenadas. As distâncias entre os pontos é obtida utilizando-se uma relação matemática da geometria analítica, que correlaciona as coordenadas (x',y',z') de um ponto com as coordenadas (x'',y'',z'') do outro, expressa pela fórmula:

$$Dist = \sqrt{(x'' - x')^2 + (y'' - y')^2 + (z'' - z')^2}$$

Após obtermos todas as distâncias entre todos os pontos, devemos selecionar as menores distâncias para cada ponto e tirar a média entre elas. Este valor será chamado de média "r".

Para que o teste tenha sentido, devemos correlacionar este resultado a uma média, que representaria um padrão de regular a aleatório. Este problema pode ser resolvido de duas formas, ou criando-se um modelo de pontos, distribuídos de forma regular numa área igual a estudada e com a mesma quantidade de pontos, ou aplicando-se um resultado teórico obtido através de uma fórmula empírica. No nosso caso, utilizamos a fórmula empírica, pois estamos analisando mais de mil pontos e seria difícil garantir que se crie um modelo aleatório.

O valor teórico calculado é obtido então a partir de duas fórmulas:

$$Densidade = \frac{(n^{\circ} \text{ de pontos} - 1)}{\text{Área estudada}}$$

$$r, \text{ teórico} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{Densidade}}$$

Com isso obtivemos finalmente:

| | | Setor 1 | Sítio ZM-CR-01 |
|-----------|--------------------|----------|----------------|
| Densidade | $\rho = (n - 1)/A$ | 0,354815 | 0,174015385 |

| | | | |
|--------------------|--|----------|---------|
| VMP | $r = \sum r/n$ | 0,4192 | 0,7186 |
| VMP teórico | $r, \text{teórica} = 1/(2\sqrt{\rho})$ | 0,8394 | 1,1986 |
| | $R = r/r, \text{teórica}$ | 0,499405 | 0,59953 |

Pelos resultados do teste, podemos dizer que o sítio apresenta padrão agregado, tanto na análise do Setor 1 quanto em sua “totalidade”. Devendo-se levar em consideração que este número, representa o resultado de um modelo probabilístico.

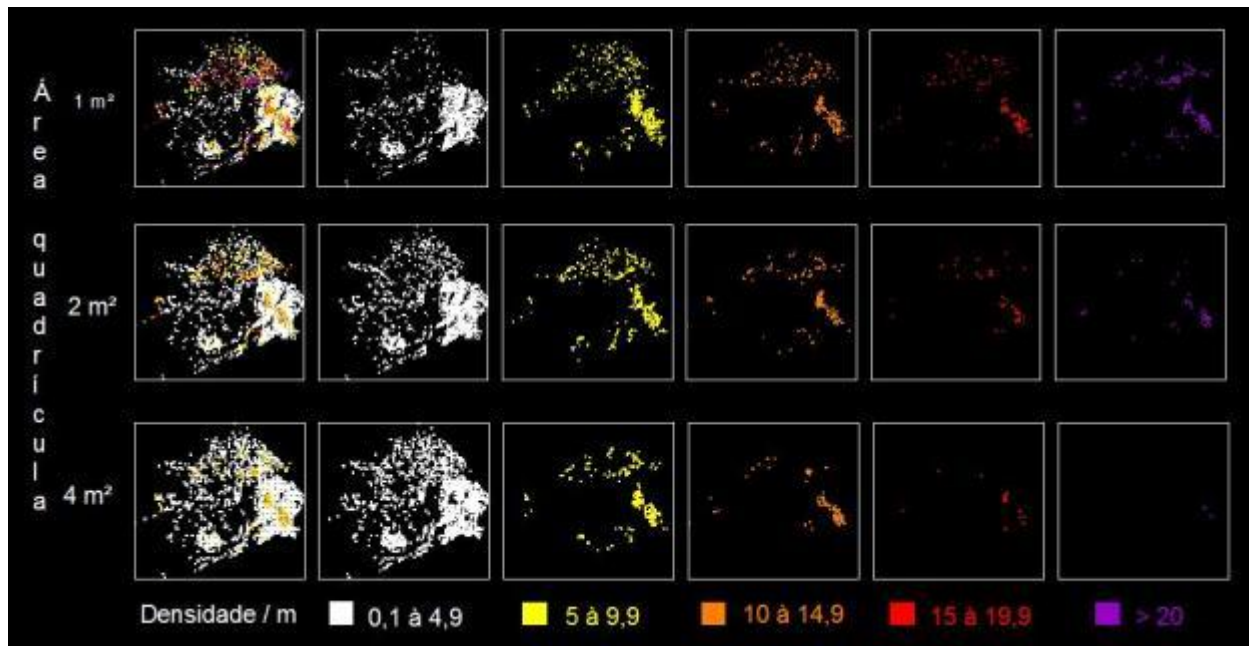


Figura 7 : Gráficos de densidade

2.2 Análise entre a Média e a Variância

A análise entre a média e a variância é na verdade um método gráfico, e para isso devemos utilizar a planta de nuvem de pontos. A princípio devemos criar uma malha quadriculada, que envolva toda a área dos fragmentos, subdividindo-a em quadrados de áreas iguais, por exemplo, 1 m². Após este processo, devemos obter a média das densidades de fragmentos por quadrícula, ou seja, o número de fragmentos dividido pela área da quadrícula, dividida pela quantidade de quadrículas. Este processo deve ser executado usando-se a cada vez um tamanho de quadrícula diferente, por exemplo, 1 m², 2m², 4m², 9m², 16m², 25m² e assim por diante.

A variância é alcançada através da diferença entre a média obtida anteriormente e o valor da densidade de cada quadrícula dividida pela quantidade total de quadrículas. E deve ser executada também utilizando vários tamanhos de quadrículas.

Estatisticamente, percebe-se que a relação entre média e variância apresenta valores iguais a 1 para padrões regulares, maiores que 1 para padrões aleatórios e menores que 1 para padrões agregados. Corroborando então a análise do vizinho mais próximo. A relação entre a média e a variância pode ser colocada em um gráfico, onde se percebe que a relação é crescente até certo tamanho de quadrícula e a partir deste começa a diminuir indefinidamente. Este valor máximo indica a pior situação do arranjo, entre agregado, regular e aleatório para o quadriculamento da área em estudo. E este quadriculamento é que deve ser usado para tratar das distribuições de densidades e dos centróides de agregação.

2.3 Análise das distribuições de densidades e dos centróides de agregação

A análise das distribuições de densidades deve ser feita utilizando a quadrícula definida pela relação entre

média e variância. Com isto podemos separar de forma gráfica as diferentes densidades dentro do sítio agrupando-as em conjuntos fechados, chamados isopletas. Estes conjuntos reunidos apresentam um formato, que pode ser compreendido como a forma espacial da distribuição dos fragmentos e nos dá uma idéia do provável formato que o assentamento tinha. Ao excluirmos as isopletas referentes as menores densidades, conseguimos enxergar cada vez mais, a provável forma original do assentamento, já que podemos deduzir que as maiores concentrações de fragmentos são indício forte do possível ponto de origem dos fragmentos dispersos.

Com isso podemos começar a pensar em centros de agregação, que são os lugares geométricos, das concentrações de fragmentos, que representam o centro inercial de massa ou centro de gravidade de um conjunto de partículas. Pode ser definido, em variáveis discretas, como os pontos máximos em um gráfico tridimensional formado a partir das coordenadas dos centros que cada quadra virtual (coordenadas x e y) e da densidade por m² de cada quadrícula.

Para obtermos estes centróides, utilizamos o programa Surfer, que se destina a obtenção de superfícies e gráficos 3D. Cria-se um arquivo de coordenadas dos centros das quadrículas (x,y) e do valor da densidade dentro de cada uma delas (z) e processa-se como se fossem entradas de uma função de superfície. Isto nos dá um gráfico em forma de superfície, que muito se assemelha ao MDT, só que na verdade esta superfície encerra em si a forma com que as densidades de fragmentos estão distribuídas dentro do sítio.

Utilizando um modelo de cores, conseguimos destacar os diversos níveis de densidade, ou seja, teremos as isopletas de densidades. Se utilizarmos duas cores uma para as menores e outra para as maiores densidades, conseguimos chegar a pontos diminutos onde a concentração de fragmentos é mais alta. Estes pontos são os centróides de agregação dos fragmentos e provavelmente representam os locais de onde os outros fragmentos partiram, ou seja, a posição em que o objeto estava antes de se fragmentar.

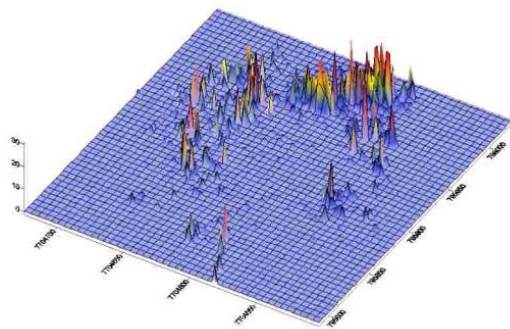


Figura 8 : Gráfico de distribuição de densidade

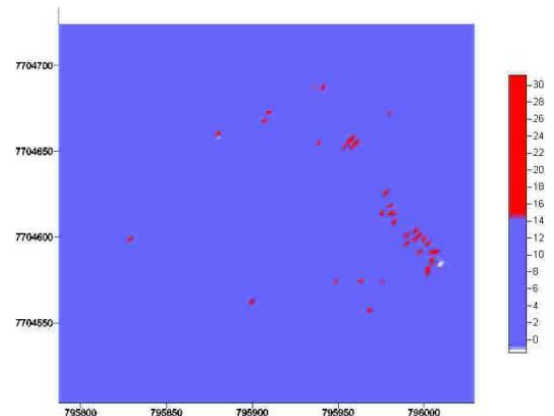


Figura 9 : Posição dos centróides

Um problema inerente ao método, é que até então não podíamos diferenciar os diversos tipos de fragmentos, e separá-los segundo suas características tecnopológicas. Com isso, os centróides podem estar defasados e não corresponderem à realidade, pois fragmentos de diferentes vasilhames poderão compor a densidade dentro de uma mesma quadrícula. Levando-se a crer que esses vasos poderiam estar bem próximos, mas não podendo dizer quantos são e onde localizam-se os centróides de cada um.

3 Banco de dados de informações georeferenciadas

Para resolver o problema dos centróides recorreremos ao banco de dados georeferenciado com informações de cada fragmento, que nos permite através de ID's, associar um ponto da base digital a um grupo de técnicas. Com isso pode-se expandir o banco de dados com as características tecnopológicas obtidas na análise em laboratório que considerou elementos como: superfície externa; superfície interna; morfologia; tipo morfológico; modo de produção; tipo de queima; espessura e tipo de pasta e cada uma das características foi representada por números, de acordo com a legenda:

| | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------|----------|----------|------------|--------|----------|----------|
| Sup. Exte | Lisa | Corrugado | Ungulado | Escovado | Serrungul. | incisa | Espátula | Estocada |
|-----------|------|-----------|----------|----------|------------|--------|----------|----------|

| | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|-------------|-----------|---------|----------|
| Pintura | Engobo | Pintada; | Banho | Resina | Vermelho | | | |
| Sup. Inter | Lisa | Polida | Banho | Resina | Pintada | Branco | Verm. | |
| Morfolog | Lábio | Borda | Bojo | Base | Apêndice | | | |
| Lábio | plano | Arredondado | Apontado | Biselado | Serrilhado | | | |
| Borda | Direta | Expandida | Extrovertida | Ref. Externo | Ref. Inter. | Cambada | Aplique | Modelado |
| Bojo | Carenado | Escalonado | Globular | Quadrang. | Cambado | Piriforme | | |
| Base | Convexa | Pedestal | Anelar | Cônica | Com pé | Plana | | |
| Apêndice | Flange | Asa | Aplique | | | | | |
| Produção | Acordelad | Modelado. | | | | | | |
| Pasta: | Fina | Média | Grossa | | | | | |
| Queima | Completa | Incompleta | | | | | | |

O SIG pode se apresentar como ferramenta poderosa para as análises entre famílias ou grupos de características diferentes, podendo analisá-los separadamente ou em conjunto e ainda possibilitando fazer uma análise combinatória entre as diversas características. Mas as respostas só serão satisfatórias quanto mais detalhadas forem as questões propostas.

Um dos objetivos principais da elaboração do SIG no trabalho em questão tem sido a análise dos vestígios cerâmicos que podem nos fornecer informações sobre a distribuição de tarefas e os espaços de sociabilidade dos grupos que os produziram. Este passo só poderá ser dado quando conseguirmos dizer com mais precisão, onde se encontram os centróides de cada vasilha.

Desse modo, ao separar os fragmentos com características iguais e utilizar os processos gráficos de análise de densidades o SIG se torna ferramenta poderosa às interpretações arqueológicas. Este processo facilita o trabalho de remontagem, já que os fragmentos que possuem as mesmas características serão identificados no espaço e visualizados em plantas de distribuição.

Para efeito de exemplificação dos resultados que podem ser alcançados com a metodologia apresentada, podemos observar nas plantas, que embora tenhamos uma boa concentração de fragmentos com superfície externa pintada, os fragmentos que apresentam engobo vermelho se concentram no setor 1. Do mesmo modo, fragmentos com a técnica do ponteadado, também aparecem em maior número no setor 1 e assim por diante. Com o prosseguimento das análises seremos capazes de recuperar informações que até então seriam inviáveis sem a utilização do SIG.



Figura 10 : Distribuição espacial identificada



Figura 11 : Distribuição espacial identificada

4 À guisa de Conclusão

Com os dados obtidos até o momento, já podemos atestar que o arranjo do sítio com a distribuição dos fragmentos é caracterizado por 5 centros de agregação. A forma verificada para o sítio é anelar com um pátio central, apresentando uma área central estéril visível na topografia. Trata-se possivelmente de uma aldeia com 5 cabanas longitudinais, sendo que pelo menos uma evidencia concentrações que se

prolongam por pelo menos 40m. Esta metodologia permitiu ainda a setorização do sítio a partir do cruzamento dos dados de campo com aqueles obtidos em laboratório, indicando áreas de maior concentração de determinado tipo de cerâmica, que tem possibilitado inferências inter e intra-sítios sobre os espaços de sociabilidade dos grupos pretéritos que habitavam a região.

5 Bibliografia

Araujo, A.G.M. Destruído pelo arado? Arqueologia de superfície e as armadilhas do senso comum. *Revista de arqueologia da Sociedade de Arqueologia Brasileira*, v.14/15, 2001:7-28.

Azevedo, F.C.F.; Loures Oliveira, A.P.P. Análise espacial do Sítio Córrego do Maranhão, Carangola – MG. In: *Resumos do XIV Congresso da SAB*. Florianópolis, 2007.

Hodder, I.; Orton, C. *Spatial Analysis in Archeology*. Cambridge University Press, 1976.

Loures Oliveira, A.P.P. *Arqueologia e Patrimônio da Zona da Mata Mineira: Juiz de Fora* (org). Editar, 2006.

Loures Oliveira, A.P.P.; Monteiro Oliveira, L. O Projeto Mapeamento Arqueológico e Cultural da Zona da Mata Mineira. In: *XI Congresso da SAB*. Rio de Janeiro, 2001.

Loures Oliveira, A.P.P.; Mageste, L.E.C. Pesquisa arqueológica inova perspectiva a respeito da ocupação da região por grupos Tupi na pré-história. *Revista Nossa História* (no prelo)

OLIVEIRA, C.A. *Estilos tecnotipológicos da Cerâmica pré-histórica no Sudeste do Piauí – Brasil*. USP-MAE, São Paulo, 2000. (Tese de doutorado).

ROCHA, C.H.B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. 2a. ed. Juiz de Fora: Sermograph - Artes Gráficas e Editora LTDA, v. 01. 2002.

Programas

ALEZI TEODOLINE, 1975 – 2004. Astech Solutions, versão Professional

ALEZI TEODOLINI, 1975 – 2004. Datageosis 2005, versão Professional

AUTODESK, 1982 – 2004. AutoCAD, versão 2005.

DELICAD. RapidDXF, versão 3.1a.

MICROSOFT CORPORATION, 2003. Microsoft Excel 2003.

TOPOCAL, 2002 – 2005. Topocal Cálculo Topográfico, versão 2.0.48.