

GEOPROCESSAMENTO NO ESTUDO DA DEPOSIÇÃO IRREGULAR DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL BELO HORIZONTE – MG/BRASIL

Carla Araújo Simões, Ana Clara Mourão Moura, Ilka Soares Cintra

Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto Geociências – Depto Cartografia

carla.simoes@pbh.gov.br, anaclara@ufmg.br, ilkacintra@terra.com.br

RESUMO

A intensa produção de resíduos sólidos associada à saturação dos aterros sanitários e ao aparecimento de deposições clandestinas são problemas que as administrações públicas enfrentam atualmente. Neste contexto, a geração de resíduos da construção civil merece destaque, já que apresenta volume considerável no total de resíduos produzidos em uma cidade. Em Belo Horizonte, as deposições de entulho em locais inapropriados crescem em número e em volume, mesmo diante da disponibilidade de uma infra-estrutura própria para receber esse material. Na tentativa de contribuir no combate e na prevenção destas deposições, a pesquisa teve como objetivo investigar os principais aspectos físicos que propiciam o aparecimento deste tipo de deposição. Esta pesquisa espera ter trazido contribuições significativas ao gerenciamento de resíduos da construção civil, uma vez que foram expostas propostas que visam minimizar a ocorrência de tais práticas ilegais, garantindo qualidade de vida e a salubridade do meio.

Palavras chaves: Geoprocessamento, Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, SIG.

ABSTRACT

The intense production of solid waste residues associated with the saturation of sanitary landfills and the appearance of clandestine deposits are problems that public administrations recently confront. In this context, the generation of waste residues from civil construction merit special attention, since they represent a considerable volume of the total residue produced by a city. In Belo Horizonte, construction waste deposited in inappropriate locales continues to grow in volume, even though dedicated infrastructure to receive this material exists. In an attempt to combat and prevent these deposits, this research has as an objective the investigation of the principal physical aspects which lead to the development of these inappropriate deposits. This research seeks to make significant contributions to the management of civil construction waste, as it exposes proposals to minimize such illegal practices, guaranteeing quality of life and environmental health.

Keywords: Geoprocessing, management of civil construction waste, GIS.

1 INTRODUÇÃO

A produção de *resíduos sólidos* é quase tão antiga quanto à produção do espaço pelo homem. Incorporados às preocupações cotidianas da sociedade - tendo em vista o volume gerado, a saturação dos lixões e o aparecimento crescente de deposições irregulares – os resíduos sólidos são reconhecidos pelos cidadãos e encarados como um problema ambiental. O seu acúmulo em locais inapropriados, não mais distante dos nossos olhos, passou a integrar a paisagem urbana e trazem consigo impactos sócio-ambientais que comprometem a qualidade de vida e a salubridade do meio.

Diante deste quadro, os *resíduos da construção civil* aparecem com destaque. Também denominado *entulho*, a composição deste resíduo se dá pelas sobras dos materiais de construção, demolição e reforma tais como tijolos, madeiras, vidros, dentre outros. O elevado volume produzido somado à deposição frequentemente realizada em locais e em condições inapropriadas tem chamado a atenção dos gestores de várias cidades brasileiras. Em Belo Horizonte, houve uma preocupação voltada para o seu tratamento adequado desde a deposição até o processo de *transformação* e (ou) *reciclagem*. Desta forma, a SLU – Superintendência de Limpezas Urbanas/BH - criou o ***Programa de Correção Ambiental das Deposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho***, também conhecido como *Projeto*

Carroceiros. Este programa, pelo manejo diferenciado e pela reciclagem, se propõe em corrigir os problemas ambientais decorrentes da deposição indiscriminada do resíduo na capital mineira, além de reduzir a quantidade de material destinado para aterramento.

Ele conta com uma infra-estrutura apropriada e disponível a todos os municípios, chamada de Rede Física Receptora, composta por Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs) e Usinas ou Estações de Reciclagem. As URPVs são instalações que recebem vários tipos de resíduo sólido, inclusive os provenientes da construção civil. Todo o material que puder ser reaproveitado é destinado às usinas onde poderão ser transformados e passarão a compor um outro produto. Os que não forem reciclados são encaminhados aos aterros sanitários. Paralelo a esta estrutura, existem outras instalações denominadas Pontos de Recebimento de Entulho (PREs), espalhadas pela cidade, prontas para também receber o material. Trata-se de pontos alternativos de recebimento de entulho, mas que não compõem o programa, apesar de já serem reconhecidas pelos municípios. A desvantagem é que o material ali depositado é todo encaminhado aos aterros sanitários sem a possibilidade de reaproveitá-los, como é o caso das URPVs.

Na tentativa de erradicar algumas deficiências que o programa vem apresentando – principalmente a ocorrência crescente de deposições clandestinas – a SLU estabeleceu um convênio com a UFMG através do Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Geociências. Através desta parceria foi possível desenvolver um estudo embasado na aplicação de modelos de análise espacial, apoiados por geoprocessamento, que fossem capazes de identificar alguns dos fatores responsáveis por esta prática.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Este trabalho teve como enfoque o estudo, a aplicação e a avaliação de modelos de análise espacial apoiados pelo geoprocessamento na caracterização e construção de propostas para o programa de gestão dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte.

Os objetivos específicos que nortearam a pesquisa enfocaram a visão dos especialistas, se restringiram ao recorte administrativo da Regional Nordeste e se concentraram em:

- Identificar as áreas propensas ao aparecimento de deposição irregular do entulho através da quantificação do grau de influência que determinadas características físicas apresentam diante de tais ocorrências;
- Avaliar a acessibilidade das instalações apropriadas para o recebimento de entulho

clandestino (URPV e PRE) aos carroceiros – principais geradores deste tipo de deposição –, tendo em vista alguns obstáculos físicos que podem impedir um percurso ótimo desses transportadores aos equipamentos;

- Identificar áreas ideais para a instalação de equipamentos apropriados para o recebimento de entulho.

O desenvolvimento desta pesquisa se justifica, pois poderá trazer contribuições significativas para o gerenciamento dos resíduos da construção civil não só para Belo Horizonte como também para quaisquer municípios que se interesse pelo gerenciamento responsável deste material. É uma oportunidade de identificar problemas existentes no programa e pensar em novas maneiras para abrandá-los. Isso trará um retorno positivo não só para a gestão em termos práticos, otimizando o processo de destinação final do entulho, como também para a população que convive com tais deposições e que é o principal alvo dos problemas ocasionados por esta prática. Estes problemas vão desde os mais imediatos e facilmente perceptíveis, como foco de vetores de doença (ratos, escorpiões, mosquito da dengue), odores desagradáveis, poluição visual, alcançando os mais graves, como poluição do solo e contaminação do nível freático, além da obstrução de cursos d'água.

3 METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO

Para que os objetivos expostos sejam alcançados, a pesquisa contou com algumas etapas de trabalho, a saber:

1ª Etapa: Seleção dos dados a serem trabalhados - neste momento, foram elencadas quinze variáveis que, segundo especialistas, influenciavam, de alguma forma, no processo de ocorrência de deposições clandestinas. São elas: ocupação do lote; situação da frente do lote; ocorrência de obras; vilas e favelas; áreas verdes; praças; declividade do terreno; hidrografia não canalizada; declividade dos trechos de via; tipo de via; tipo de pavimentação de via; pontos críticos de deposição clandestina; equipamentos (URPV e PRE); áreas de risco geotécnico; tipo de propriedade.

2ª Etapa: Coleta, organização, tratamento e representação dos dados - para a coleta dos dados, fez-se necessário ir a campo para obter a localização dos pontos críticos de deposição clandestina da área estudada com a utilização de um GPS (Sistema de Posicionamento Global). Todos os dados coletados e adquiridos foram organizados em um banco de dados cartográfico e alfanumérico e representados em mapas temáticos para, posteriormente, serem cruzados.

3ª Etapa: Aplicação de questionários - foram

aplicados questionários aos especialistas no assunto com o intuito de hierarquizar as variáveis por grau de importância através da atribuição de pesos e notas.

4ª Etapa: Cruzamento dos dados apoiado por modelos de análise espacial - o cruzamento dos dados torna-se importante já que através dele é possível perceber a composição das variáveis e seus respectivos graus de influência que cada uma tem na ocorrência de deposição clandestina de entulho. Todo o cruzamento pode ser realizado em software livre.

5ª Etapa: Validação e calibração do sistema - validar o sistema equivale a comparar e avaliar os resultados obtidos com o que é observado efetivamente em campo. Desta forma, tornou-se possível identificar as distorções encontradas e ajustar o sistema proposto. Já a calibração, submete os resultados alcançados no cruzamento com outras informações de forma a avaliar as possíveis relações existentes entre elas. O resultado será a indicação do grau de acerto da primeira etapa e proposição da primeira calibração do modelo.

6ª Etapa: Simulação do deslocamento de um equipamento - a simulação de uma situação (deslocamento de uma URPV) possibilitou comprovar a relação existente entre acessibilidade dos equipamentos de recebimento de entulho e a viabilização do programa de correção das deposições irregulares e reciclagem do entulho.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: REGIONAL NORDESTE

A área de estudo escolhida respeitou o recorte de uma das nove regionais administrativas do município de Belo Horizonte: a regional nordeste. A escolha desta área se deu pela disponibilidade de dados necessários para o uso do geoprocessamento em uma análise ambiental voltada para o planejamento urbano como a que está sendo proposta. Respeitou-se o recorte administrativo, já que o registro dos dados se adequam a tal delimitação. Além disso, é uma área que também apresenta problemas de deposição clandestina de

entulho mesmo diante de infra-estrutura própria para receber o material.

Localizada na porção nordeste da capital mineira, a regional faz limite com os municípios Santa Luzia e Sabará (conforme figura 1). Acredita-se que, pela proximidade geográfica de tais municípios, a regional recebe um volume ainda não estimado de entulho na PRE de Capitão Eduardo. Tal fato pode ser explicado considerando que Belo Horizonte apresenta um tratamento diferenciado dos resíduos da construção civil e disponibiliza recursos para isso como é visto na regional nordeste, diferentemente do que ocorre com os municípios limítrofes.

A regional nordeste apresenta 34 pontos críticos de deposição clandestina de entulho. Estes pontos são considerados críticos, primeiramente, pela frequência com que são feitas as deposições. Normalmente, instalados em passeios, passaram a ser reconhecidos pelos carroceiros como uma alternativa irregular de deposição. Além disso, a limpeza promovida pela prefeitura nestes locais é semanal. Tal fato reafirma a legitimidade destes depósitos pelos transportadores. Somado a isso, um fator importante: a denúncia feita pelos moradores que convivem com essa realidade aumentando assim as atenções dos órgãos responsáveis aos pontos críticos.

A maioria dos depósitos instalados na regional é de pequeno e médio porte o que possibilita caracterizar indiretamente o perfil dos geradores de entulho: os moradores. As reformas feitas por estes geradores produzem baixo volume de entulho podendo ser transportado por carrinho de mão ou por carroceiros. Portanto, pode-se afirmar que grande parte das deposições irregulares na regional nordeste é gerada por moradores que não podem custear o transbordo do entulho para as URPVs e por carroceiros que tem dificuldade no acesso a estes equipamentos.

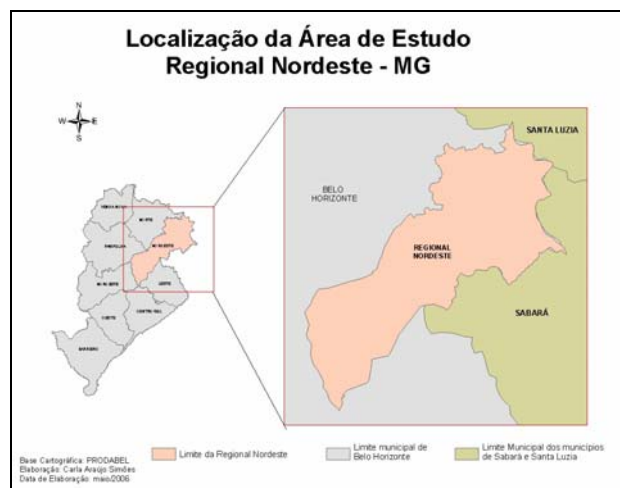


Figura 1: Mapa de localização da área de Estudo

5 A SELEÇÃO DOS DADOS TRABALHADOS EM SIG

Foram levantadas 11 (onze) variáveis pela equipe da SLU responsável pelo gerenciamento dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte. Acredita-se que todas as informações escolhidas apresentam alguma influência direta ou indireta no processo de deposição irregular do entulho. São elas: ocupação dos lotes; situação da frente do lote; ocorrência de obras; vilas e favelas; áreas verdes; praças; hidrografia não canalizada; declividade do terreno; declividade dos trechos das vias; tipo de via; tipo de pavimentação das vias.

Para um melhor entendimento na relação de cada variável com a ocorrência de deposições clandestinas de entulho, as informações foram

A maioria dos dados foram adquiridos pela própria SLU que disponibilizou uma base alfanumérica já georreferenciada. Para os dados que não havia nenhum atributo de localização geográfica, foi necessário submetê-los a um tratamento para então, espacializá-los. A base referente a localização dos pontos críticos foi atualizada já que este atributo foi adquirido por GPS em campo.

6 A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

A confecção dos mapas de *Propensão* e de *Atrito Ambiental* conta com uma etapa importante: a aplicação de questionário. Todas as variáveis elencadas que influenciam no aparecimento de deposições clandestinas de entulho foram analisadas por um grupo de especialistas no assunto. O objetivo do questionário aplicado foi identificar, hierarquizar e quantificar a intensidade com que cada variável interfere neste processo. Desta forma, foi possível compor os mapas que resultaram na representação dos aspectos analisados – reconhecer locais propensos à ocorrência de depósito clandestino de entulho e averiguar a acessibilidade dos equipamentos aos carroceiros - segundo a visão dos especialistas para este tema.

A elaboração e aplicação do questionário foi norteada por algumas particularidades que o método DELPHI apresenta, tais como: o uso de especialistas para responder às questões propostas, o anonimato dos participantes e a busca de um consenso para a questão abordada. Este método pode ser visto como uma tentativa de coletar a opinião de especialistas de maneira sistemática para a obtenção de resultados úteis a pesquisa.

organizadas em dois grupos. No primeiro agrupou-se: ocupação dos lotes, situação da frente dos lotes, ocorrência de obras, presença de vilas e favelas, áreas verdes, praças, hidrografia não canalizada e declividade do terreno. Estas variáveis, de acordo com os diferentes graus de influência, geraram o mapa de Propensão, cujo objetivo é identificar áreas propensas ao recebimento do entulho.

Já o segundo grupo de variáveis se destinou à construção do mapa de Atrito Ambiental. Como o objetivo deste mapa foi identificar as áreas que apresentam maior atrito no acesso dos carroceiros aos equipamentos, as informações que fazem parte do grupo foram: novamente a hidrografia não canalizada, declividade dos trechos das vias; tipo de vias; o tipo de pavimentação de vias.

Justifica-se o uso de especialistas por serem profundos conhecedores da realidade analisada garantindo assim à atribuição de valores muito próximos à verdade bem como conferindo credibilidade aos resultados obtidos. O anonimato é outra característica do método: os participantes têm conhecimento do corpo do grupo consultado, entretanto, não há nenhum tipo de comunicação entre eles. A aplicação do questionário é feita de forma individual para que se mantenha o anonimato das opiniões de cada participante. Tendo em vista o número de especialistas consultados, faz-se necessário traduzir os resultados obtidos em cada questionário para que se chegue a um consenso.

Foram atribuídos pesos às variáveis para hierarquizá-las. Logo em seguida, em uma escala de observação ainda mais detalhada, os participantes foram orientados a atribuir notas para todos os itens das legendas que compõem cada variável. É importante ressaltar que nesta segunda etapa cada variável foi analisada de maneira individual, desconsiderando a influência que as outras variáveis poderiam ter sobre ela. Tomemos como exemplo o caso dos lotes vagos: sabe-se que a probabilidade de um lote vago receber entulho clandestino é maior que a de um lote ocupado, principalmente se estiver sem muro. Neste caso, a frente do lote (presença ou ausência do muro) deve ser desconsiderada da análise, direcionada exclusivamente ao item lote vago, pois o cruzamento posterior das variáveis irá promover esta diferenciação.

Os resultados obtidos foram determinantes para a representação do comportamento de cada variável e dos seus respectivos componentes de legenda bem como para se chegar aos resultados almejados com os mapas propostos.

7 OS RESULTADOS

Foram três produtos cartográficos obtidos com a aplicação do geoprocessamento. O primeiro deles respondeu a pergunta: Quais as áreas propensas ao recebimento de entulho clandestino na regional Nordeste? A resposta pode ser encontrada na figura 2. De acordo com ela, foi possível identificar as áreas propensas ao recebimento de entulho clandestino sob o ponto de vista dos especialistas. A distribuição do grau de propensão ao recebimento do entulho foi feita em 5 classes: baixa, baixa a média, média, média a alta e alta propensão. As cores frias (azul claro e escuro) foram correlacionadas as baixas propensões e para as cores quentes (amarelo, laranja e vermelho) correlacionadas

as médias e altas propensões. O fundo de mapa aparece sem nenhuma interferência neste processo. As classes que apresentam menor importância são as de baixa e baixa a média propensão. Entretanto, não significa dizer que estas áreas não apresentem possibilidades ao aparecimento de deposições irregulares de entulho e, assim, serem ignoradas. Elas apresentam um menor risco quando comparadas com as de maior propensão, que por sua vez, necessitam de uma atenção maior. As áreas classificadas como média, estão em uma categoria de transição entre a baixa e a alta propensão. São, portanto, áreas que começam a apresentar uma maior preocupação quanto às ocorrências de deposição irregular dos resíduos da construção civil.

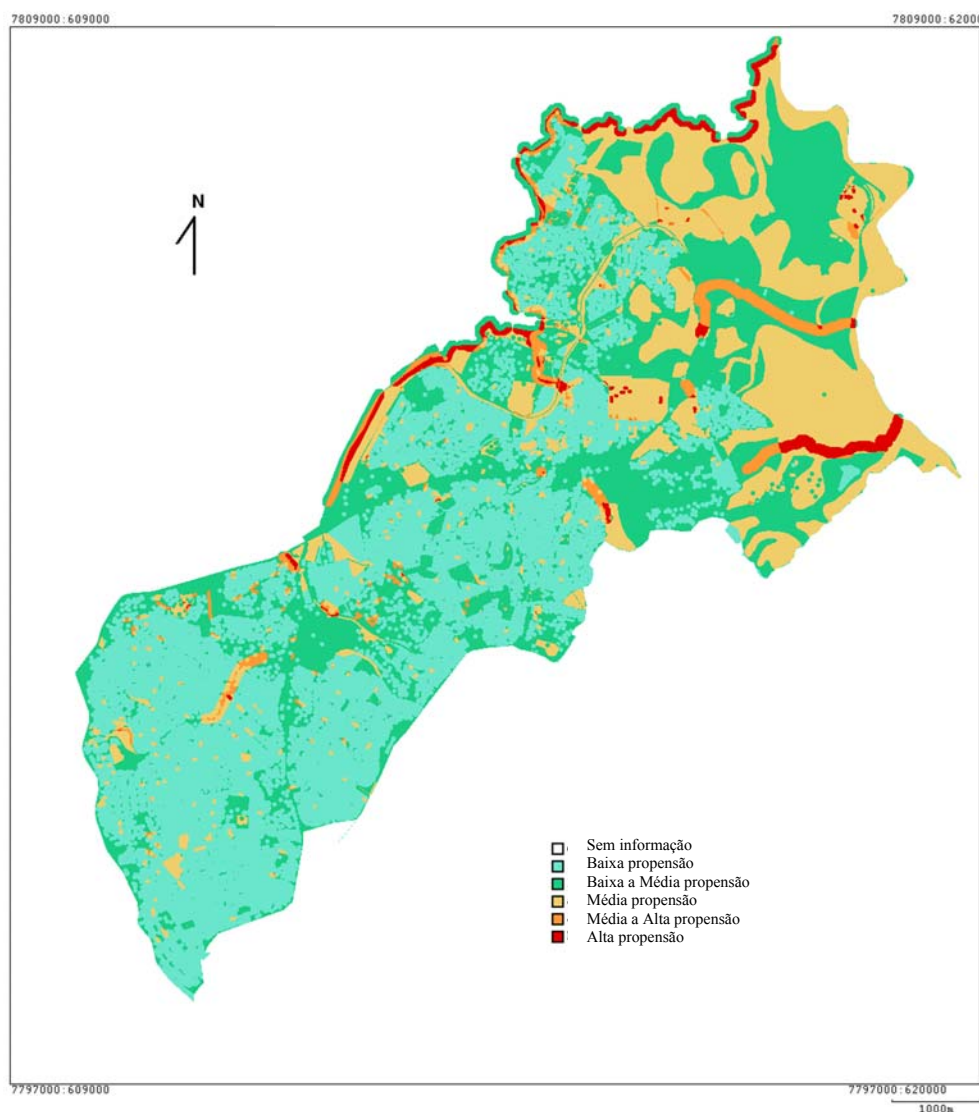


Figura 2: Mapa de Propensões

Segundo a figura 2, percebeu-se uma maior concentração de áreas com baixa e média a baixa

propensão (cerca de 88%). As áreas interpretadas com maior propensão (média a alta e alta) se reduzem a

menos que 1% do total da área analisada. As áreas que apresentaram risco a deposição irregular de entulho também se concentram em pequenos focos como, por exemplo, nas proximidades de vilas e favelas e Beira Linha. As áreas que apresentam alta propensão à deposição de entulho estão nas proximidades da URPV e da PRE Capitão Eduardo. Já as áreas de média propensão tiveram a representação de 11% e se exemplo, nas proximidades de vilas e favelas e Beira Linha. As áreas que apresentam alta propensão à deposição de entulho estão nas proximidades da URPV e da PRE Capitão Eduardo. Já as áreas de média propensão tiveram a representação de 11% e se concentram, principalmente, em vilas e favelas,

declividades altas do terreno e nas proximidades dos rios e córregos não canalizados.

O segundo produto cartográfico, figura 3, se voltou em identificar as áreas da regional nordeste que se apresentam como obstáculos físicos aos carroceiros impedindo que estes transportadores consigam realizar um percurso ótimo até as instalações. De acordo com ela, podem-se identificar as áreas que de alguma forma impedem ou atrapalham o percurso dos carroceiros já que estes fazem uso de um veículo de tração animal, frágil e com limitações físicas. As áreas que apresentam cores quentes (amarelo, laranja e vermelho) são as que merecem maior atenção já que apresentam impedância a estes transportadores.

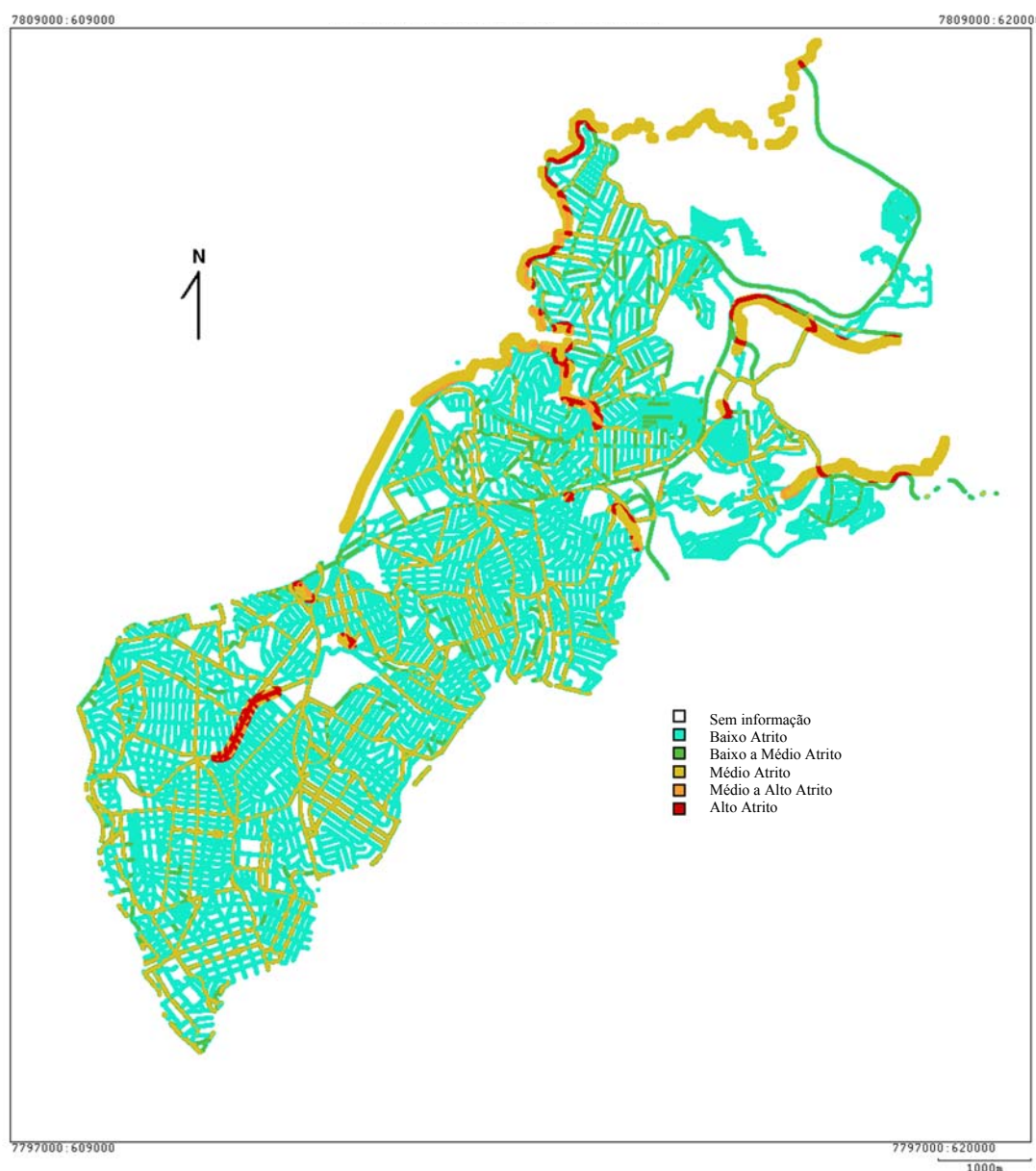


Figura 3: Mapa de Atrito Ambiental

O terceiro produto cartográfico, figura 4, contempla a terceira pergunta: qual é a área de influência das URPV e PRE na regional Nordeste? Elas de fato são acessíveis aos carroceiros? De acordo com este mapa, pode-se notar que a área de influência da URPV (verde) é menor quando comparada com as áreas de influências de todas as outras três PRE (vermelho, amarelo e azul). Este resultado sinaliza que as PRE são mais acessíveis aos carroceiros do que a URPV (instalação que foi criada para atender também a estes

transportadores). Significa que a URPV está mal localizada e tem sido de difícil acesso aos carroceiros. Esta hipótese pode ser comprovada quando se promove uma simulação, figura 5, deslocando a URPV para as proximidades das áreas de conflito (áreas críticas que não são totalmente contempladas pelas instalações). Uma vez deslocada a URPV, pode-se observar que sua área de influência aumenta (verde) de forma a atender o que prevê o programa.

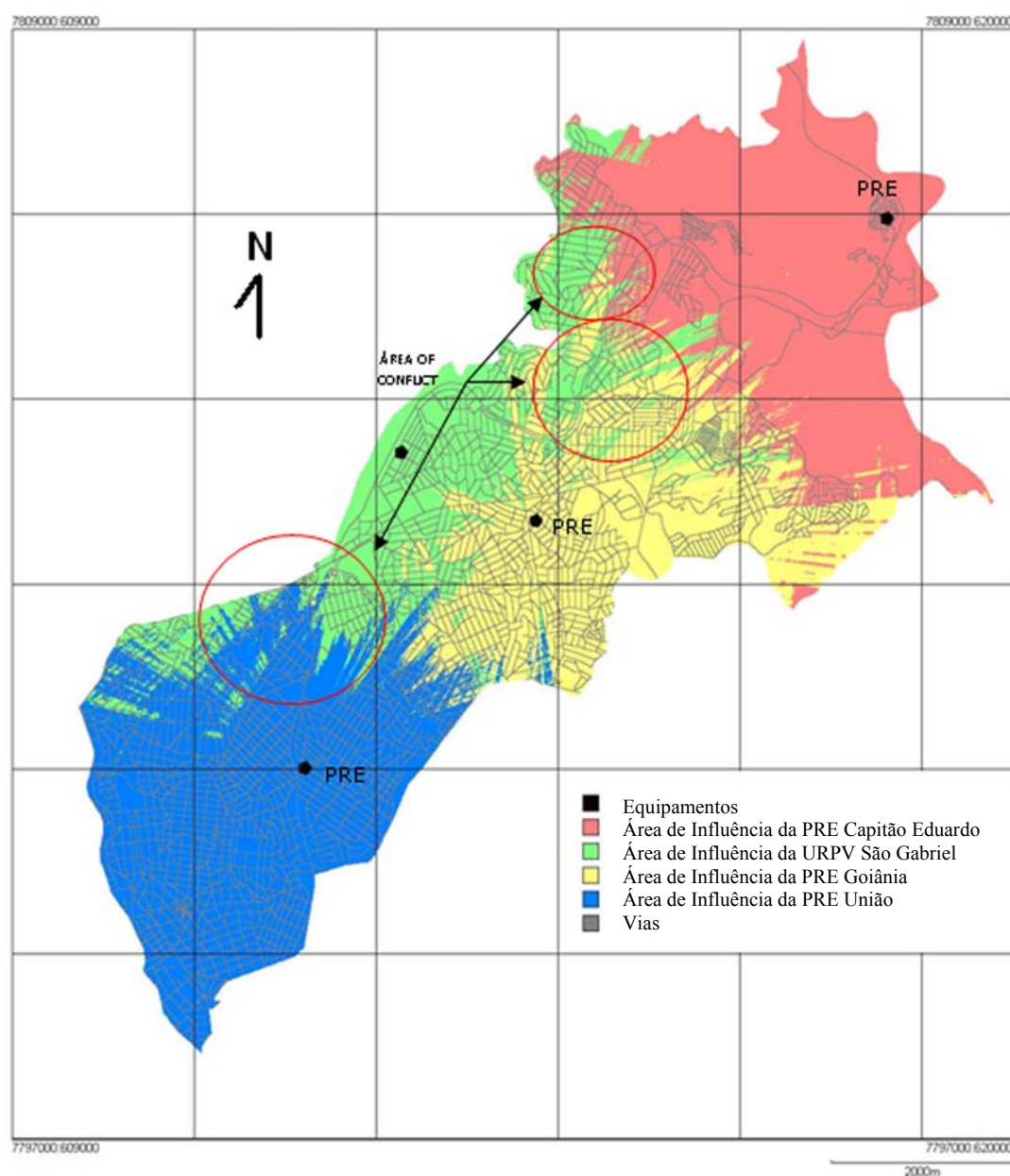


Figura 4: Mapa de Adequação às Instalações – Área de Influência dos Equipamentos

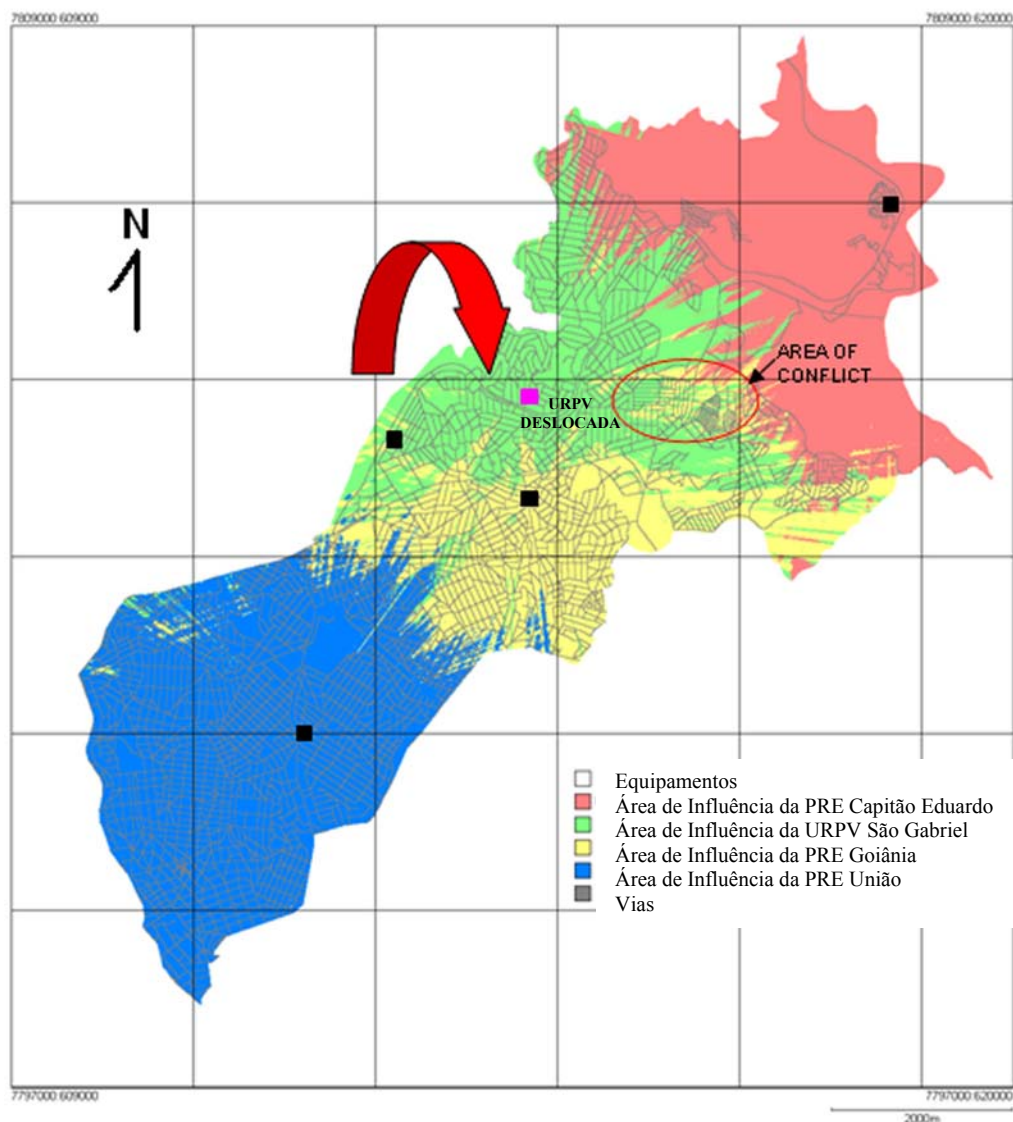


Figura 5: Mapa de Adequação às Instalações – Simulação

Para avaliar os resultados obtidos com os modelos de análise espacial, foram feitas validações, ou seja, todo o resultado encontrado foi submetido a uma conferência frente ao que realmente acontece na realidade. Desta forma, cruzou-se os pontos críticos de deposição clandestina com as áreas propensas encontradas: cerca de 60% das áreas de baixa a média propensão coincidiram com os pontos críticos mapeados. Este percentual e as classes que mostraram coincidência não demonstram um resultado satisfatório. alta propensão coincidiram com as áreas de risco. Trata-se de um resultado significativo e que merece atenção por parte dos gestores tendo em vista ao agravamento dos impactos ambientais que poderão ser causados dados os problemas de voçorocamento, inundação, etc.

Este fato pode ser explicado pela incompatibilidade de bases trabalhadas (em determinados momentos foram considerados pontos críticos e em outros deposições clandestinas de uma forma geral).

Além da validação, consultas também foram feitas de forma a identificar algumas possíveis relações das áreas propensas com outras variáveis. Testou-se o cruzamento de áreas de risco com o resultado obtido e dele observou-se que: mais de 50% das áreas de média a

E, por fim, a partir da última consulta feita, cruzamento entre tipo de lote (público ou privado) e áreas de propensão, constatou-se que não há nenhuma relação direta entre estas variáveis de forma que não se pode afirmar que o tipo de propriedade influencia no aparecimento de deposições clandestinas como, até então, se acreditava.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa revela um novo olhar, um novo ponto de vista sobre o gerenciamento do entulho na regional Nordeste até então não percebido: toda a infraestrutura planejada e ali instalada (URPVs) não cumpre o seu papel como deveria – receber o entulho gerado e reciclar. Apesar de conseguir atenuar a ocorrência de deposições clandestinas com a instalação das PREs (instalações alternativas), não maximiza a reciclagem. O reaproveitamento do material não é feito de maneira

satisfatória já que há uma polarização de recebimento de entulho pelas PREs (local onde não é feita triagem do material para a reciclagem) e que, conseqüentemente, é aterrado. Há, portanto, uma rede de infra-estrutura desconectada que não tem cumprido de maneira integral a sua proposta que visa a correção das deposições clandestinas de entulho e reciclagem. Esta é a comprovação da necessidade de se instalar um equipamento que viabilize o transbordo e a triagem dos resíduos que para lá são destinados para que, desta forma, torne possível reciclar o entulho gerado.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELO HORIZONTE. Resolução CONAMA nº307, 2000. Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acesso em maio/2006.

BELO HORIZONTE. Resolução CONAMA nº004, 1985. Disponível em <http://www.mma.gov.br>. Acesso em maio/2006.

BELO HORIZONTE. Lei nº7165 de 27 de agosto de 1996. Institui o plano diretor do município de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 1996^a. Disponível em <http://www.pbh.gov.br/procuradoria/index.htm>. Acesso em maio/2006.

BRASIL, Congresso. Senado. Resolução n.307, de 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em maio/2006

CINTRA, I. S. Estudo da Viabilidade de Tratamento dos Resíduos Sólidos Enviados à Estação Ecológica da UFMG In: 18º Congresso Nacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais do Congresso.**, 1997. p.360 - 370

MENDONÇA, Francisco. Geografia e Meio Ambiente. São Paulo, 1993.

MOURA, Ana Clara Mourão. Geoprocessamento na gestão e Planejamento Urbano. Belo Horizonte, 2005

RODRIGUES, Arlete Moysés. Produção e Consumo do e no Espaço – Problemática Ambiental Urbana. São Paulo, 1998.

SILVA, Paulo José. Políticas públicas e gestão ambiental: Um estudo das práticas de administração pública de resíduos da construção civil na cidade de Belo Horizonte. Lavras, 2005

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZAS URBANAS. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte – Período: 2000 – 2004

VIANNA, M.D.B.; VERONESE, G. Políticas ambientais empresariais. Revista da Administração Pública. Rio de Janeiro, 1992.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro, 2001

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. Geoprocessamento e Análise Ambiental. Aplicações. Rio de Janeiro, 2004