

Áreas de risco por inundação na área da região urbana do município de Novo Hamburgo - Vale dos Sinos - RS

^{1*}Roberto Naime, ²Paulo Roberto Coutinho Marques de Almeida

¹*Departamento de Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia - PUCRS
Curso de Engenharia Industrial - Instituto de Ciências Exatas e
Tecnológicas - ICET / FEEVALE*

rnaime@feevale.br

²*Engenheiro Industrial Químico - Ênfase em Gerenciamento Ambiental -
ICET - FEEVALE*

almeida@feevale.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma metodologia utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento para análise ambiental de áreas urbanas e determinação de áreas de risco por alagamento no município de Novo Hamburgo, Estado do Rio Grande do Sul, utilizando imagens de satélite fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e arquivos de dados digitais da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo e utilizando critérios definidos pelos atendimentos de emergência da Defesa Civil.

Palavras-chave: sensoriamento, geoprocessamento, meio-ambiente

* Autor para correspondência: ICET/FEEVALE Rodovia RS 239, nº 2755 - Novo Hamburgo, RS - CEP 93352.000

Abstract

This work presents a methodology using remote sensing and geoprocessing for environmental analyses of urban areas, and determination of risk area by allayment in Novo Hamburgo town, Rio Grande do Sul state, using satellite images of Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) and files of digital data of the town of Novo Hamburgo, and using criteria defined by Civil Defense.

Keywords: remote sensing, geoprocessing, environmental

1. Introdução

Novo Hamburgo tem uma população aproximada de 250.000 habitantes e constitui o principal núcleo urbano da região coureiro-calçadista do Estado do Rio Grande do Sul.

O município sofreu um processo de crescimento descontrolado e sem planejamento nas últimas décadas, servindo de pólo para as migrações regionais e mesmo estaduais, e hoje apresenta vários problemas decorrentes do assentamento de populações de baixa renda, de forma desordenada, na periferia da cidade.

Em razão disto, torna-se muito apropriado à execução de um levantamento da situação ambiental e social destas populações e a determinação das áreas de risco por alagamento, de onde estão assentadas.

Por área de risco, entende-se a colocação de populações em regiões de elevada declividade, impróprias para urbanização e que podem sofrer instabilizações de natureza geotécnica em função de chuvas ou outras intempéries e assentamento de populações em áreas alagáveis, dentro do contexto de planícies de inundação aluviais.

Este trabalho identifica as áreas alagáveis do município onde se encontram populações assentadas e tem por objetivo executar mapas com base nas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. A possibilidade do cruzamento de informações e a determinação das áreas de risco por inundação auxiliará o planejamento urbano e regional, na definição de políticas

públicas e intervenções antrópicas que favoreçam a melhoria da qualidade de vida das populações.

As áreas de risco são obtidas cruzando mapas com o geoprocessamento das áreas ocupadas a partir de mapas de uso e ocupação do solo e mapas de altitude onde constam as áreas sujeitas a inundações.

2. Materiais e métodos

As imagens foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do satélite LANDSAT 7, com sua Resolução Temporal de 16 dias em 31/01/2003, e Resolução Espacial 30.00 x 30.00 e Resoluções Espectrais nas bandas 10, 20, 30, 40, 50, 61, 62, 70 e 80.

As imagens foram recortadas das imagens do INPE no retângulo envolvente com as seguintes coordenadas planas X_1 481827.820 com Y_1 6697487.590, no ponto Sudeste e X_2 507608.550 com Y_2 6722344.800, no ponto Nordeste.

Os processamentos de imagens foram executados com os softwares SPRING (Sistemas de Processamento de Imagens Georreferenciadas do INPE) e Idrisi for Windows da Universidade de Clark, conforme licença de uso adquirida pelo Centro Universitário FEEVALE. Os mapas planimétricos temáticos e plani-altimétricos foram obtidos junto ao Banco de Dados da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo. O mapa plani-altimétrico para definir as cotas de referência das áreas alagáveis e o fatiamento (geoprocessamento) foram feitos com base nestes dados, considerando as cotas altimétricas de risco fornecidas pela Defesa Civil do município de Novo Hamburgo.

A Modelagem Numérica do Terreno foi executada abaixo das cotas altimétricas determinadas pelas áreas de risco definidas.

3. Conceitos básicos

Sensoriamento Remoto (SR) é uma técnica de aquisição e análise das informações sobre as propriedades físico-químicas de objetos de interesse, ou fenômenos dinâmicos da superfície terrestre, com base nas interações da radi-

ação eletromagnética com os alvos e o meio-ambiente.

O processo de aquisição ou coleta de dados compreende uma fonte de radiação eletromagnética (**REM**), normalmente o Sol, e um dispositivo eletro-óptico-mecânico, denominado sensor. O sistema sensor capta a REM na forma de níveis discretos de energia refletidos e/ou emitidos pelos alvos, de maneira seletiva em relação ao comprimento de onda. O registro energético é convertido em sinal elétrico pelos detectores e, posteriormente amplificado por circuitos eletrônicos para serem transmitidos em uma determinada frequência às estações receptoras em Terra.

O produto gerado, do qual são extraídas as informações, pode ser de dois tipos: o tipo fotográfico (papel preto e branco ou colorido) e o tipo digital. A interpretação dos dados pode ser feita visualmente, ou através de rotinas computacionais que permitem, por exemplo, mediante classificações automáticas, supervisionadas ou não, elaborar mapas temáticos (Lahm e Naime, 2002).

Entre as muitas vantagens da utilização do SR como sistema de aquisição de dados, pode-se destacar: a capacidade de aquisição repetitiva e rápida de uma grande quantidade de informações; o recobrimento de grandes áreas; o baixo custo relativo; a alta resolução atualmente obtida a partir de diferentes tipos de sensores.

A visualização de uma imagem qualquer está diretamente relacionada com o poder de resolução da mesma (Moreira, 2003).

A resolução das imagens em sensoriamento remoto nada mais é do que uma relação entre grandezas. Quatro tipos de resoluções que definem espacialmente uma imagem digital são associadas a uma resolução temporal (Lahm e Naime, 2002).

Resolução Espacial: É o tamanho da célula mínima imageada no terreno. Em função da resolução espacial é que se podem distinguir os diferentes alvos na cena. A resolução espacial mede a menor separação entre os diferentes alvos numa área imageada. A célula mínima em uma imagem orbital é denominada de "pixel", que é a abreviatura na língua inglesa das palavras **P**ICTURE **E**LEMENT.

Resolução Espectral: É a dimensão do comprimento de onda utiliza-

do para compor a cena de estudo em relação ao espectro eletromagnético. Podem-se obter imagens em qualquer parte do espectro, por exemplo, no visível, no infravermelho, na região de microondas, na região de raios-X. A resolução espectral de um sensor será em função do número de comprimentos de onda que ele obtém em uma dada cena, sendo denominada de banda espectral.

Resolução Radiométrica: É referente ao brilho de uma imagem, sendo a quantidade de luz que poderá estar disponível em uma cena. Para a visualização, as imagens são geradas em tons de cinza. A visualização de imagens coloridas nada mais é do que um artifício utilizado tendo por base a teoria básica das cores.

Resolução Temporal: É referida com a época de aquisição das imagens.

4. Processamento de imagens

O trabalho de laboratório foi apoiado por imagens de satélite obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do satélite LANDSAT nas bandas 10, 20, 30, 40, 50, 62 e 70.

A seguir são apresentadas e comentadas as imagens brutas das bandas 30, 40 e 50 utilizadas no geoprocessamento (Figuras 1, 2 e 3).

A imagem de satélite do intervalo de radiação eletromagnética correspondente à banda 30 (Figura 1) apresenta como características a vegetação densa e uniforme, apresentando grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (exemplo: solo exposto, estradas e áreas urbanas).

Exibe ainda bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (exemplo: campo, cerrado e floresta), permitindo a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Possibilita ainda o mapeamento de drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal, sendo a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo a identificação de novos loteamentos e permitindo a identificação de áreas agrícolas (Rocha, 2000).

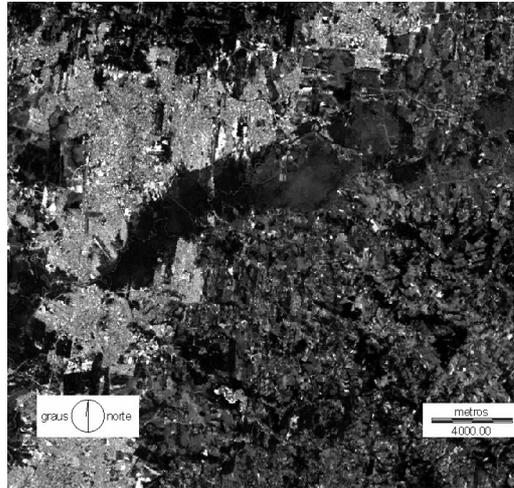


Figura 1. Imagem de satélite da Banda 30 da região do Vale do Rio dos Sinos, com correção radiométrica, na área das coordenadas já definidas (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE)

A imagem banda 40 (Figura 2) apresenta como características principais, a presença dos corpos de água, que absorvem muita energia nesta banda e ficam escuras permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. Possibilita a identificação de vegetação densa e uniforme que reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara.

Esta banda apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel) e apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. É utilizada para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais, servindo para separar e mapear áreas ocupadas com pinus e eucalipto, permitindo ainda a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (exemplo: aguapé) e a identificação de áreas agrícolas (Rocha, 2000).

A imagem correspondente ao intervalo de radiação eletromagnética que equivale à banda ou faixa espectral 50 (Figura 3) apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação,

causado por desequilíbrio hídrico, esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuvas antes da obtenção da cena pelo satélite (Rocha, 2000).

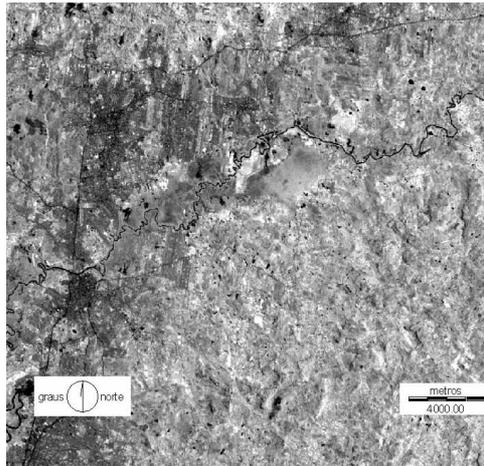


Figura 2. Imagem de satélite da Banda 40 da região do Vale do Rio dos Sinos, com correção radiométrica, na área das coordenadas já definidas (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE)

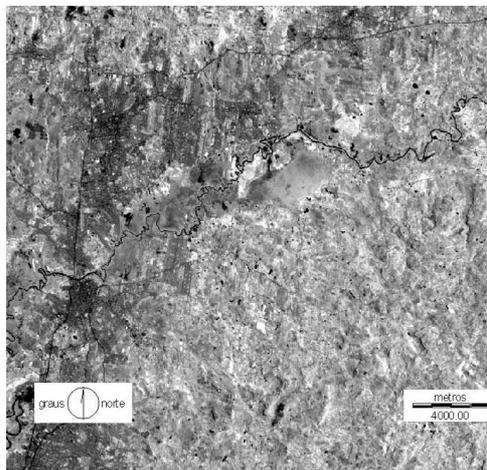


Figura 3. Imagem de satélite da Banda 50 da região do Vale do Rio dos Sinos, com correção radiométrica, na área das coordenadas já definidas (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE)

Utilizando as características já descritas para a obtenção de informações a partir de imagens brutas, nas quais foram executadas correções radiométrica, são feitas imagens falsa-cor, associando imagens para permitir as interpretações adequadas das características do meio físico.

Isto é realizado para facilitar a visualização das interpretações, pois o olho humano é capaz de diferenciar apenas 30 tons diferentes de tonalidades de cinza, enquanto é capaz de distinguir mais de 7 milhões de cores. Por isto são realizados quatro processamentos de imagens falsa-cor, apresentados a seguir, com as devidas interpretações.

Composição colorida falsa cor, sendo atribuída a cor vermelha para a banda 30 (30-Red), a cor verde para a faixa espectral 40 (40-Green) e na banda atribuída a cor azul (50 Blue), correspondendo a composição colorida 50b40g30r, de uso extensivo e comum para a visualização de alvos a partir de interpretação com diversas bandas de imagens de satélite. Nesta composição, a mancha urbana se encontra em cor magenta (cinza médio), enquanto as áreas inundáveis estão representadas em verde escuro (cinza escuro).

Na Figura 4 é apresentada a composição 50r40g30b. Nela é atribuída a cor vermelha para a banda 50, a cor verde para a banda 40 e a cor azul para a banda 30.

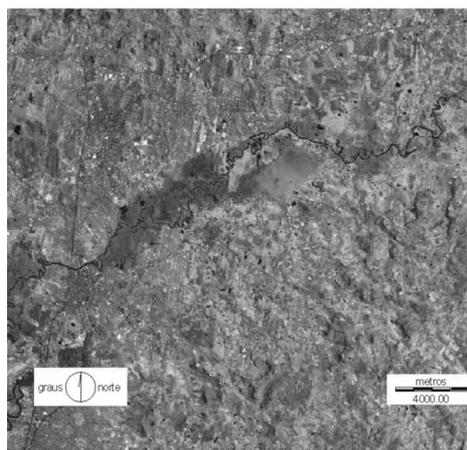


Figura 4. Composição colorida falsa-cor 50b40g30r

A composição permite uma visualização bastante eficiente das áreas urbanizadas passíveis de inundação, em cinza bem escuro (Figura 5).

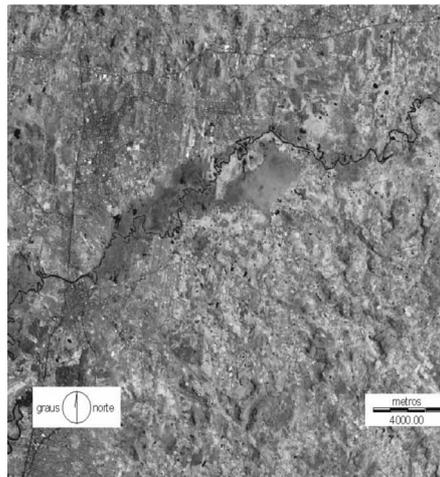


Figura 5. Composição colorida falsa-cor 50r40g30b da região estudada

Para determinação das áreas de riscos do município de Novo Hamburgo foram utilizados os mapas de banhado, mapa de mancha urbana, sendo posteriormente utilizada a técnica de filtragem para obtenção do mapa de risco por área alagável do município de Novo Hamburgo (Burrough e McDonnell, 1998) e cruzamento com informações de manchas urbanas obtidas nas imagens de satélite (Aronoff, 1998).

A Figura 6 mostra um mapa planimétrico dos bairros da cidade de Novo Hamburgo.

Na Figura 7 é apresentado um mapa temático representando os arruamentos mapeados da cidade de Novo Hamburgo.

As áreas de arruamento se estendem ao interior das áreas de riscos passíveis de alagamentos ou inundações no interior da mancha urbana do município de Novo Hamburgo, incluindo todos os bairros da cidade.

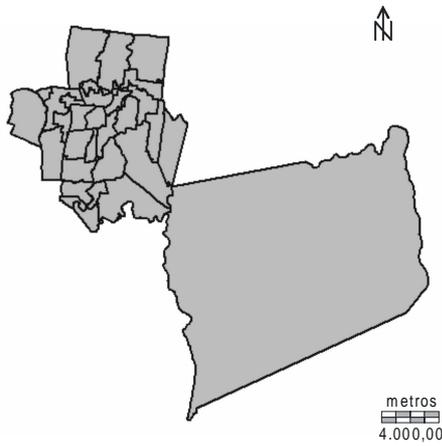


Figura 6. Mapa planimétrico dos bairros de Novo Hamburgo

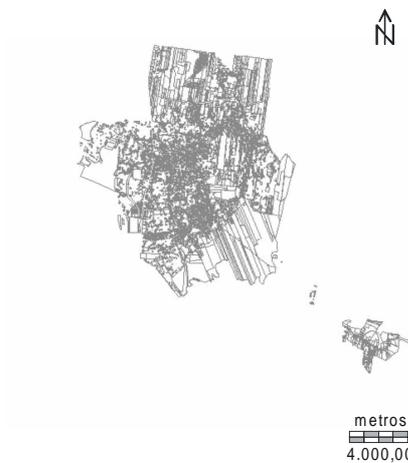


Figura 7. Mapa dos arruamentos da cidade de Novo Hamburgo

Na Figura 8 são apresentados os registros das quadras da cidade de Novo Hamburgo, conforme a última atualização cadastral feita pelo município, através de levantamento aerofotogramétrico com apoio de campo.

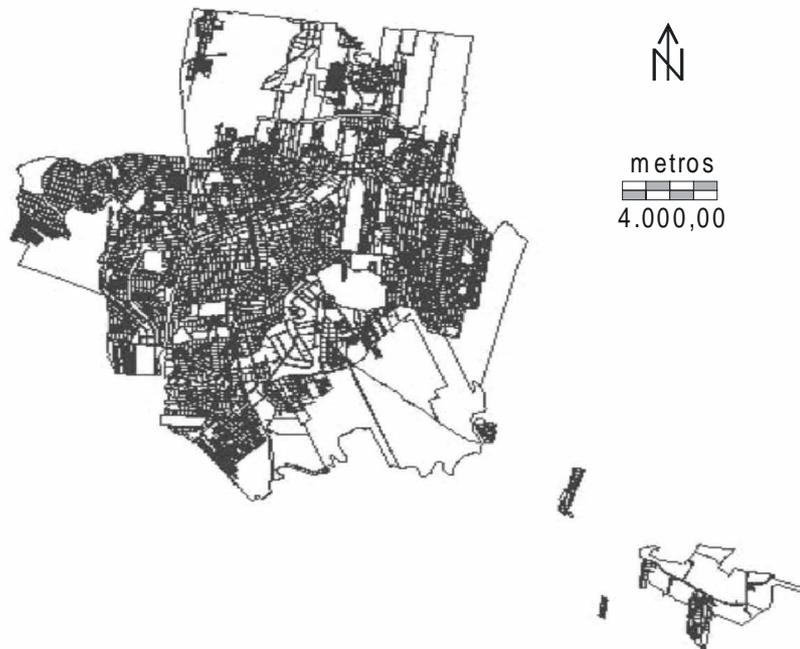


Figura 8. Mapa das quadras registradas da cidade de Novo Hamburgo

No cruzamento de dados exibidos na Figura 9, observa-se a extensão dos arruamentos em direção às áreas inundáveis ou alagáveis. Este mapa permite observar que os arruamentos se estendem para além das quadras da cidade, se infiltrando para o interior das áreas passíveis de alagamentos ou inundações, e facilitando as ocupações irregulares.

A figura 10 mostra o mapa temático de hidrografia, utilizado para a execução dos cruzamentos de informações que constituem o geoprocessamento.

Para a validação dos resultados, torna-se necessário comprovar que as informações obtidas das imagens de satélite e dos mapas temáticos planimétricos se encontram adequadamente georreferenciadas, e correspondem aos mesmos espaços físicos.

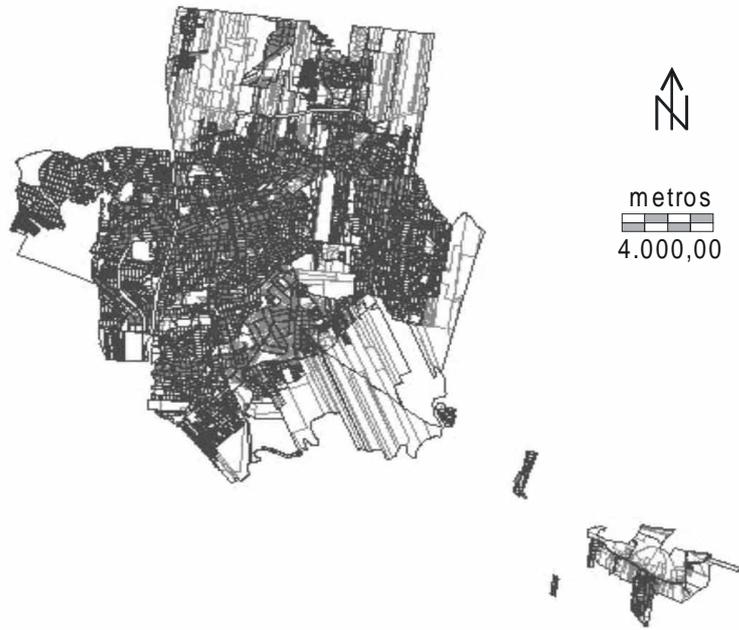


Figura 9. Mapas de cruzamento das informações de arruamentos e quadras do município de Novo Hamburgo

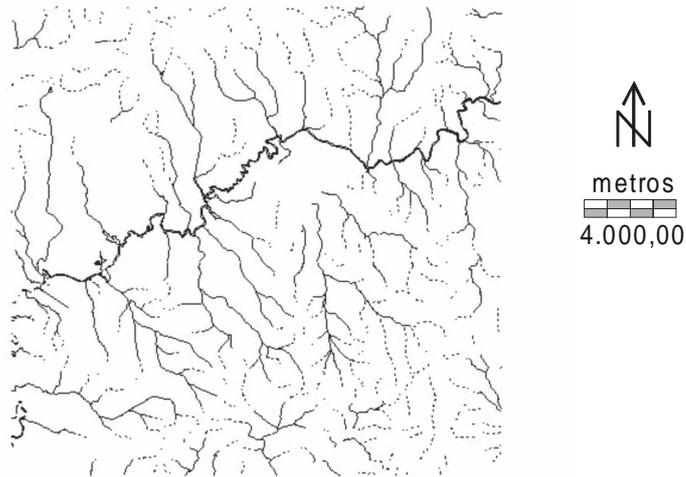


Figura 10. Mapa hidrográfico do município de Novo Hamburgo

Isto está plenamente demonstrado com o lançamento dos dados referentes ao mapa planimétrico temático hidrográfico sobre a composição colorida falsa-cor 70r50g30r (Figura 11).

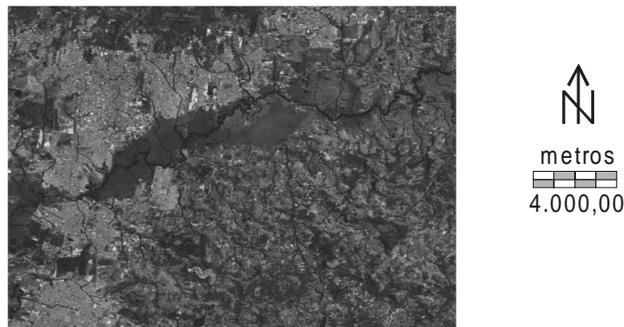


Figura 11. Mapa de validação do georreferenciamento das imagens de satélite com os mapas temáticos planimétricos obtidos junto à Prefeitura de Novo Hamburgo

Para determinação das cotas de alagamento na cidade de Novo Hamburgo, foram arbitradas 2 cotas altimétricas de referência a partir de informações obtidas junto à Defesa Civil da cidade de Novo Hamburgo.

A primeira cota de referência é 7,5m, abaixo da qual as áreas sempre sofrem inundação com geração de risco sobre as populações assentadas. O fatiamento utilizando estas duas curvas de nível definidas a partir de informações da Defesa Civil, está apresentado na Figura 12.

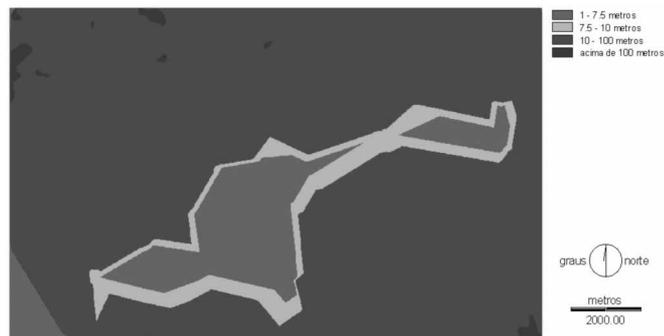


Figura 12. Mapa de fatiamento mostrando a área com cotas inferiores a 7,5m e 10,0m

A modelagem numérica do terreno (MNT) executada com base nestas curvas de nível é apresentada na Figura 13.

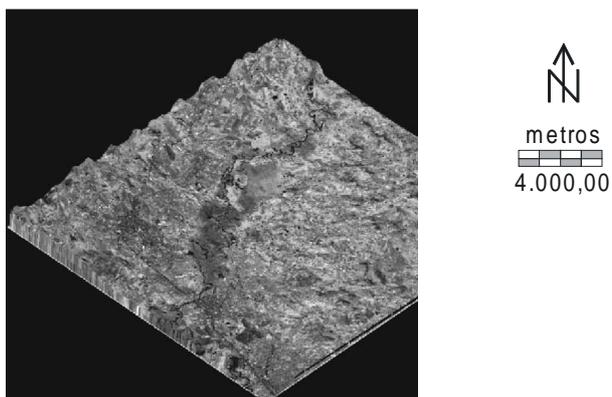


Figura 13. Colcha de imagem da composição colorida colocada sobre representação tridimensional da modelagem numérica do terreno (MNT)

Na Figura 14 é mostrado o fatiamento de intersecção entre a cota plani-altimétrica de 7,5m e as áreas urbanizadas. Desta forma é possível identificar as áreas passíveis de alagamento abaixo de 7,5m de altitude em relação ao nível do mar.

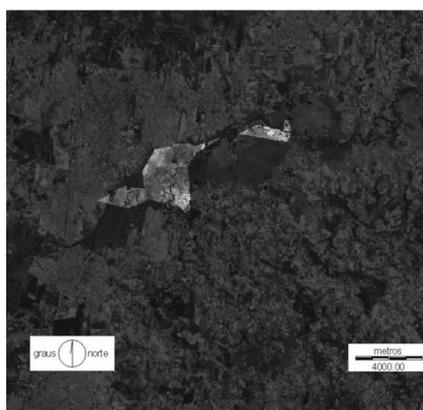


Figura 14. Mapa de Intersecção da zona urbanizada com fatiamento, determinando a área alagável abaixo de 7,5m

A seguir foi executada a intersecção com fatiamento para cotas abaixo de 10,0m, determinando a área alagável abaixo desta cota (Figura 15).

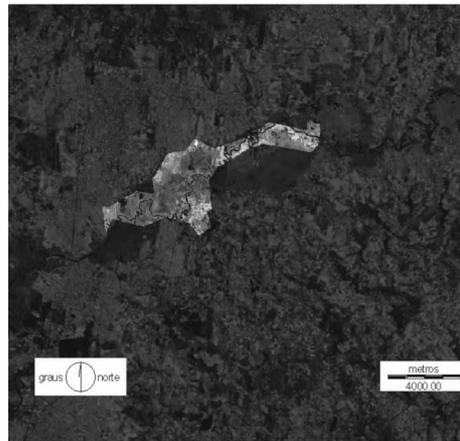


Figura 15. Mapa de Intersecção da zona urbana com fatiamento determinando a área alagável abaixo de 10,0m

Os mesmos fatiamentos foram executados sobre composições coloridas para facilitar a visualização das imagens e determinação das áreas de risco (Figura 16).

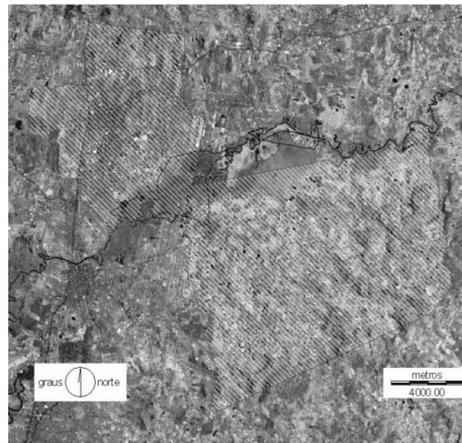


Figura 16. Composição colorida 5r4g3b mostrando a área de intersecção da urbanização com as cotas altimétricas inferiores a 7,5m, que configuram as áreas de risco por alagamento

A fotografia aérea exibe o extravasamento do Rio dos Sinos para as suas planícies aluviais adjacentes e reguladoras por precipitações pluviométricas registradas entre os dias 19 e 20 de julho de 2001 (Figura 17).



Figura 17. Fotografia aérea de alagamento do Arroio Pampa (Konarzewski, 2001)

5. Análise dos dados

O cruzamento de dados dos arquivos mostrando as áreas urbanizadas a partir das composições coloridas com imagens de satélite e os mapas altimétricos obtidos na Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, utilizando as cotas de referência de 7,5m e 10,0m, permite a clara determinação das áreas de risco por alagamento da cidade de Novo Hamburgo.

A grande vantagem do cruzamento das áreas urbanizada definidas pelas composições coloridas das imagens de satélite é a sua atualização, pois se tratam de imagens muito recentes, que correspondem à situação mais próxima da realidade atual, pois os registros dos sensores utilizados têm data de 31 de janeiro de 2.003.

Os dados cartográficos utilizados para determinação das curvas de nível do terreno, são as bases das folhas do Serviço Geográfico do Exército. Como se sabe, as curvas de nível não sofrem tantas modificações, sendo alte-

radas apenas por obras de terraplenagem localizadas (Cowen, 1988).

Desta forma, cruzando os dados de áreas urbanizadas atualizadas pelas imagens de satélite recentes, com os dados altimétricos, considerando referências de nível de 7,5 e 10,0m, fornecidas pela Defesa Civil, conforme os últimos registros de alagamentos. A cota de 7,5m de altitude corresponde ao alagamento máximo produzido pelo Rio dos Sinos e por isso foi utilizada.

A cota de 10,0m corresponde a um nível de segurança aceitável para o planejamento de futuras urbanizações ou de futuras obras de contenção, com uma margem de segurança que não coloque em risco as populações.

Estes critérios adotados podem ser alterados mediante uma argumentação mais sólida, mas correspondem a limiares que podem ser adotados adequadamente para o planejamento de intervenções públicas reguladoras do sistema de drenagem e capazes de proteger as populações afetadas pelas enchentes cíclicas e contínuas produzidas pelo extravasamento do Rio dos Sinos para as suas planícies aluviais adjacentes e reguladoras.

As planícies aluviais, desde os primórdios das civilizações tem sido ocupadas inadequadamente. Elas constituem reservas de contingenciamento que as bacias hidrográficas necessitam para o extravasamento em enchentes. Desde os tempos da civilização egípcia, quando as sociedades humanas passaram do estado nômade para a vida gregária, as planícies aluviais desempenham importante função na vida sócio-econômica das populações (Fiorenzano, 2002).

Os egípcios utilizavam a lama nutriente que resultava das enchentes do Rio Nilo, para utilizar os campos fertilizados para a agricultura. E tinham suas habitações permanentes situadas em encostas acima das cotas de extravasamento.

Nas sociedades atuais, e não apenas no caso brasileiro, induz as populações de baixa renda a realizarem uma ocupação não planejada destes locais, como forma de assentamento transitório ou permanente que reduza as pressões sociais sobre as áreas mais nobres do tecido urbano.

A ausência de soluções sócio-econômicas permanentes para a questão das populações de baixa renda não deve induzir a movimentação da sociedade e dos poderes públicos apenas em situações de emergência.

A postura reativa de ação apenas depois dos eventos catastróficos deve ser substituída por ações de planejamento e prevenção pró-ativas, que se antecipem às ocorrências naturais como forma de melhorar a qualidade de vida das populações assentadas nas áreas de risco por alagamento.

A utilização do geoprocessamento, cruzando informações de imagens de satélite recentes, através dos mapas de processamento de imagens, denominados composições coloridas falsa-cor, com dados planimétricos, obtidos e compilados a partir de Mapas do Serviço Geográfico do Exército, se mostra muito eficiente na determinação de áreas de risco por alagamento (Paiva et al., 2003).

A extensão deste trabalho para a utilização pelos órgãos públicos para determinação das áreas de risco por alagamento e para as ações de planejamento de assentamento de populações e recuperação e proteção de áreas degradadas pela colocação inadequada de aglomerados populacionais de baixa renda, certamente traria uma otimização sobre as atividades.

Além das limitações colocadas sobre a vida destas populações, ocorre também uma extensiva degradação das áreas, pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, que produzem assoreamento do leito do Rio dos Sinos e grande contaminação dos lençóis freáticos superficiais e subterrâneos.

Na observação das imagens de satélite brutas e com correção radiométrica, é possível observar os estados de degradação dos cursos de água pelos tons de cinza dos cursos de água. Colorações mais escuras representam cursos de água com menor degradação, enquanto tons de cinza mais claros representam, em geral, cursos de água com maior quantidade de sólidos em suspensão, de natureza diversa que caracterizam maior degradação ou menor qualidade da água.

O baixo custo e a grande resolução das imagens de satélite, aliados às facilidades operacionais e de interpretação possibilitadas pelo cruzamento de informações, fatiamento de imagens e outras técnicas de processamentos de imagens, tornam extremamente aconselhável à adoção de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento no planejamento urbano local e regional (INPE 2003).

A possibilidade de obtenção de imagens atualizadas e com baixo custo também é outro item importante e pode auxiliar na otimização dos procedimentos e no aumento da eficácia das políticas públicas e até mesmo intervenções privadas sobre os meios físico, biológico e sócio-econômico ou antrópico (INPE, 2002 e 2004).

A realização de mapas de uso e ocupação do território, conforme se denominam as composições coloridas falsa-cor, interpretadas com corretos controles de campo e georreferenciados com reambulações adequadas, constituem umas ferramentas de uso imprescindível nas ações de planejamento.

6. Conclusões

Os resultados aqui apresentados utilizaram dados atualizados de assentamentos urbanos a partir de imagens de satélite fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para o Centro Universitário FEEVALE, com arquivos de dados fornecidos pela Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo mostram-se satisfatórios na determinação das áreas de risco por alagamento na cidade de Novo Hamburgo.

Foram utilizados dados da Defesa Civil do município que indica a cota altimétrica de 7,5m para o extravasamento das águas do Rio dos Sinos nos episódios de enchentes, e a cota de segurança de 10,0m de altitude em relação ao nível do mar, para a cota considerada de segurança para determinação das áreas que necessitam de ações de remoção de populações assentadas ou obras de contenção.

O trabalho desenvolveu e demonstrou uma metodologia apropriada para determinação das áreas alagáveis por inundação utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento. O sensoriamento remoto identifica alvos na superfície terrestre conforme as características de albedo dos materiais, enquanto o geoprocessamento cruza e interpreta informações, produzindo mapas indicativos de várias naturezas.

Recomenda-se a continuidade e a extensão do trabalho, com a realização de mapas de risco da cidade de Novo Hamburgo nas encostas de eleva-

da declividade, cruzando os mapas altimétricos do terreno em Modelagens Numéricas executadas, com as manchas urbanas definidas por sensoriamento remoto em mapas de uso e ocupação do território.

A metodologia se mostra adequada e constitui uma contribuição às ações de planejamento urbano local e regional, inseridas nas ações de responsabilidade social e participação comunitária que caracterizam as atividades do Centro Universitário FEEVALE.

7. Referências bibliográficas

- ARONOFF, S. **Geographical Information Systems: A Management Perspective**. Ottawa: WDI Publications, 1998.
- BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- COWEN, D. J. GIS versus DBMS: what are the differences. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 54. p.1551-4, 1988.
- FIorenzANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- LAHM, R. A.; NAIME. R. **Noções Básicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. Apostila do curso de Pós-graduação em Gestão Ambiental. Porto Alegre: Pró-Reitoria de Extensão/PUCRS. 2002. 67p.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003.
- PAIVA, J. A.; LOPES, E. S. S.; YAMAGUCHI, F. Y. **Banco de Dados Geográficos; Divisão de Processamentos de Imagens** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE; 2003; 90p.
- INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tutorial de Introdução ao Spring**, São Paulo: São José dos Campos, 2002.
- _____. **Imagens**. São Paulo: São José dos Campos, 2003.
- _____. **Tutorial de Fundamentos de Geoprocessamento**. São Paulo: São José dos Campos, 2004.
- KONARZEWSKI, V. H. Defesa Civil - Corpo de Bombeiros de Novo Hamburgo-RS.
- ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000.

