



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE/PRODEMA



INUNDAÇÕES URBANAS NO SEMIARIDO NORDESTINO: O CASO
DA CIDADE DE PAU DOS FERROS – RN.

FRANKLIN ROBERTO DA COSTA

2010
Natal – RN
Brasil

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FRANKLIN ROBERTO DA COSTA

**INUNDAÇÕES URBANAS NO SEMIARIDO NORDESTINO: O CASO
DA CIDADE DE PAU DOS FERROS – RN.**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: **Prof^a.Dr^a. Raquel Franco de Souza Lima**

2010

Natal – RN

Brasil

FRANKLIN ROBERTO DA COSTA

Dissertação submetida ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Raquel Franco de Souza Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)
Presidente*

Prof(a). Dr(a). Eduardo Rodrigues Viana de Lima
Universidade Federal da Paraíba (PRODEMA/UFPB)

Prof(a). Dr(a). Luis Antônio Cestaro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Setorial do Centro de Biociências

Costa, Franklin Roberto da.

Inundações urbanas no Semiárido Nordestino: o caso da cidade de Pau dos Ferros - RN. – Natal, RN, 2010.

86 f.

Orientadora: Raquel Franco de Souza Lima.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA.

1. Inundações – Dissertação. 2. Urbanização – Dissertação. 3. Bacia Hidrográfica – Dissertação. I. Lima, Raquel Franco de Souza. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB

CDU 556.166

DEDICATÓRIA

A Deus todo poderoso, que me guiou com paz, serenidade e alegria. Sem Ele nada é possível. E ao meu anjinho Gabriel (in memoriam) que iluminou minha vida e me deu forças para lutar. Deus está cuidando de você,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A minha família que luta dia a dia para vencer os desafios que a vida nos impõe.

A minha esposa Ana Paula, companheira de todas as horas. Sem você seria praticamente impossível.

A professora Doutora Raquel Franco de Souza Lima, por aceitar o desafio de orientar este trabalho.

Aos docentes do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/RN pelas disciplinas lecionadas. O conhecimento se dá por leituras apoiadas a boas orientações. Isto não faltou durante o tempo que estive matriculado no programa.

A Érica e Lana, secretárias do PRODEMA/RN. Sempre alegres e prestativas. Obrigado pela paciência.

Aos colegas de trabalho do Campus Avançado Professora Maria Elisa de Albuquerque Maia – CAMEAM/UERN pelas contribuições dadas a realização e liberação para finalizar a dissertação.

A todos os colegas do Programa de Pós graduação PRODEMA/UFRN, pelos momentos compartilhados, seja de preocupação ou de alegria; reitero minha amizade.

A Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN pela bolsa de capacitação docente disponibilizada para a realização deste trabalho.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para conclusão deste trabalho. Obrigado por tudo.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

FIGURA 01 – Área inundada no centro de Pau dos Ferros no ano de 2004.....	13
FIGURA 02: Organograma dos tipos de riscos ambientais existentes.....	18
FIGURA 03: Desastres ambientais ocorridos na América Latina no ano 2000.....	22
FIGURA 04 – Sedes municipais com decretação de SE (Situação de emergência) por enchentes em 2008	25
FIGURA 05 – Número de Municípios por Estado com ocorrência de enchentes em 2008.....	26
FIGURA 06 – Ocupação de áreas consideradas de risco de inundação.....	26
FIGURA 07 – Bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró.....	32
FIGURA 08 - Trecho do eixo norte do projeto de Integração da Bacia do São Francisco às Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.....	33
FIGURA 09 – Trecho IV do Eixo Norte da Integração do São Francisco.....	34
FIGURA 10 - Mapa de localização de Pau dos Ferros – RN.....	36
FIGURAS 11 E 12 - Precipitação máxima e mínima nos meses de março e novembro de 2008 no Rio Grande do Norte.....	38
FIGURA 13 - Precipitação média do ano de 2008 para o Rio Grande do Norte.....	38
FIGURA 14 - Temperatura média para o ano de 2008 no Rio Grande do Norte.....	39
FIGURAS 15 E 16 – Umidade relativa do ar no ano de 2008 para o Rio Grande do Norte.....	39
FIGURA 17 - Mapa Geológico de Pau dos Ferros – RN.....	41
FIGURA 18 - Mapa de solos em Pau dos Ferros – RN.....	42

CAPÍTULO 1

FIGURA 01 – Localização da área em estudo	55
FIGURA 02 – Média de pluviometria dos municípios localizados a montante da barragem de Pau dos Ferros, entre os anos de 1988 e 2008	57
FIGURA 03 – Carta da expansão urbana de Pau dos Ferros – RN (1987 – 2008). ..	61
FIGURA 04 – (a) Carta do percurso do rio Apodi e riacho Cajazeiras; os dois retângulos indicam as principais áreas afetadas pela cheia de fevereiro de 2004. Os pontos registrados em campo para identificar as áreas de cota máxima na cheia são representados por números; (b) 8 a 15: locais inundados no entorno do Açude 25 de Março; (c) 1 a 7: locais ribeirinhos inundados pelo Rio Apodi, incluindo o centro da cidade de Pau dos Ferros; a linha azul fina mostra o percurso do Rio Apodi no período seco; a área hachurada entre as linhas azuis grossas representa o percurso do rio no período chuvoso de 2004.....	62

CAPÍTULO 2.

FIGURA 01 – Sedes municipais com decretação de SE (Situação de emergência) por enchentes em 2008.....	74
--	----

FIGURA 02 – Carta de localização dos bairros da cidade de Pau dos Ferros.....	77
FIGURA 03 – Carta das áreas de risco de inundação (a) e carta imagem da altimetria (b) da cidade de Pau dos Ferros – RN.....	78

LISTA DE QUADROS

INTRODUÇÃO

QUADRO 1 – Conceitos de Ameaça e vulnerabilidade para construção do risco	16
QUADRO 2 – Principais conceitos utilizados na análise de risco conforme a <i>International Union of Geological Sciences - IUGS Working Group – Committee on Risk Assessment</i>	17
QUADRO 3 – Conceitos de acidente, evento, perigo e risco.....	17
QUADRO 4 – Setor de atividade, segundo o PIB setorial e total, na Região, 2002	36
QUADRO 5 – Nível educacional da População Jovem, 1991 e 2000.....	37

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Proporção (%) de população urbana segundo Região: 2000-2010.....	51
Tabela 2. Número de municípios (valor absoluto) por classe de população no Brasil 1970 – 2008.....	52
Tabela 3. Número de habitantes por município na Região Nordeste do Brasil em 2008	52
Tabela 4. Municípios da microrregião Pau dos Ferros - RN e a população residente, 2008. (valores percentual e absoluto) por classe de população no Brasil 1970 – 2008.....	53
Tabela 5. Média pluviométrica dos municípios a montante da barragem de Pau dos Ferros por meses, para o ano de 2004.....	58
Tabela 6. Organização das categorias utilizadas no trabalho	59
Tabela 7. Pontos e coordenadas GPS obtidos na cidade de Pau dos Ferros.....	59

CAPÍTULO 2.

Tabela 01: Organização das categorias utilizadas no trabalho.....	78
Tabela 02: Pontos com risco de inundação na cidade de Pau dos Ferros – RN	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1 Riscos – principais conceitos.....	14
1.2 Principais tipos de Riscos	18
1.2.1 Riscos Naturais	19
1.2.2 Riscos Tecnológicos	19
1.2.3 Riscos Sociais	20
1.3 Riscos ambientais x ocupação urbana: conflitos de interesses	21
1.4 Inundações – principais conceitos.....	23
1.4.1 Alguns trabalhos realizados no Brasil	27
1.5 Geotecnologias – principais conceitos.....	30
2 MATERIAIS E MÉTODOS	31
2.1 Bacia hidrográfica do Rio Apodi.....	31
2.2 Caracterização Geográfica da área de estudo	35
2.2.1 Clima	37
2.2.2 Vegetação	40
2.2.3 Geologia e Geomorfologia	40
2.2.4 Solos	42
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
CAPÍTULO 1. – Inundações X expansão urbana: um estudo preliminar na cidade de Pau dos Ferros – RN	48
RESUMO	49
ABSTRACT	49
1. INTRODUÇÃO	50
2. REVISÃO DE LITERATURA	51
2.1. Cidades pequenas: Algumas considerações	51
2.2 Riscos ambientais x ocupação urbana: conflitos de interesses	53
3 MATERIAIS E MÉTODOS	54
3.1. Área de Estudo.....	54
3.2. Pau dos Ferros x Inundações – o caso em 2004	56
3.3. Metodologia.....	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1. Expansão urbana no município de Pau dos Ferros (1987 – 2008)	60
4.2. Inundação X expansão urbana em Pau dos Ferros: principais resultados.....	61
5. CONCLUSÕES	63
6. AGRADECIMENTOS	64
7. REFERÊNCIAS	64

APÊNDICE I	67
<u>CAPÍTULO 2</u> – Riscos de inundações em cidades pequenas no semiárido nordestino: o caso da cidade de Pau dos Ferros – RN	71
RESUMO	72
ABSTRACT	72
1. INTRODUÇÃO	73
2. REFERENCIAL TEÓRICO	73
2.1. Inundações – Principais Conceitos.....	73
2.2 Alguns trabalhos realizados no Brasil.....	74
2.3. Geotecnologias – principais conceitos.....	75
3. ÁREA DE ESTUDO	76
3.1 Áreas inundáveis na cidade de Pau dos Ferros – RN.....	76
4. METODOLOGIA	77
5. RESULTADOS	78
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
AGRADECIMENTOS	79
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE II	82

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Apodi, particularmente no trecho que atravessa a cidade de Pau dos Ferros – RN, vem sofrendo ações antrópicas que interferem na dinâmica ambiental, modificando a paisagem local. O reflexo destas ações pode ser visto nas inundações que ocorrem nos períodos chuvosos (fevereiro a maio) praticamente todos os anos na cidade. É importante destacar que o Projeto de Integração das águas da Bacia do São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional perenizará o canal principal da Bacia do Rio Apodi, podendo gerar impactos ainda maiores na região. O presente trabalho buscou definir uma metodologia capaz de delimitar áreas susceptíveis a inundações em cidades do semiárido nordestino tendo como base a cidade de Pau dos Ferros – RN. A dissertação está dividida em introdução e dois capítulos. A introdução apresenta um referencial teórico baseado na discussão a respeito do conceito de risco, suas principais características e subdivisões; inundações; geotecnologias; a bacia hidrográfica do Rio Apodi; dados municipais de Pau dos Ferros – RN e o Projeto de Integração da Bacia do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional. O primeiro capítulo avalia o processo de expansão urbana entre 1987 e 2008, delimita as áreas de inundações e analisa a relação entre áreas inundáveis e crescimento urbano. O segundo capítulo identifica as áreas de risco de inundações na cidade de Pau dos Ferros. A metodologia utilizada baseou-se nas ferramentas do Sistema de Informações Geográficas – SIG a partir do software SPRING/INPE 5.1, além de pesquisa bibliográfica, imagens de satélite, fotografias aéreas e atividades em campo. Os resultados obtidos permitiram visualizar a rápida expansão da área urbana de Pau dos Ferros, que duplicou em um período de 22 anos. O adensamento populacional verifica-se com maior intensidade na porção centro-sul da cidade, em áreas inundáveis e não inundáveis (cap.01). Observou-se também que alguns bairros ao longo do Rio Apodi são susceptíveis a maiores ocorrências de inundações variando do grau mínimo ao máximo, enquanto que nos bairros próximos ao Riacho Cajazeiras as inundações ocorrerão em menor grau devido altimetria mais elevada e menor volume d'água. (cap.02). Espera-se que este trabalho contribua na elaboração da carta de risco de inundações municipal, subsidiando os gestores na implementação de políticas públicas voltadas para a amenização dos problemas relacionados a inundações urbanas em Pau dos Ferros – RN e sirva como modelo para mapeamento de outras cidades com características semelhantes a analisada neste trabalho.

Palavras chave: inundações, urbanização, risco, bacia hidrográfica.

ABSTRACT

The Apodi river basin, particularly within the snippet that crosses Pau dos Ferros - RN city, place anthropogenic actions that interfere in the dynamic environment by modifying the local landscape. The reflection of these actions can be seen in the floods that occur in rainy periods (February to may) virtually every year in the city. It is important to stress that the project of integration of the waters of the San Francisco basin with the northern basin of Northeastern will perennial the main channel of the river basin, and generate greater impacts in the region. This work sought to define a methodology able to delimit areas susceptible to flooding in cities of semiarid Northeast based on the Pau dos Ferros – RN city. The dissertation is divided into two chapters and introduction. The introduction presents a theoretical frame based on discussion of the concept of risk, their main characteristics and subdivisions; floods; geotechnologies; Apodi River basin; municipal data Pau dos Ferros – RN and design integration of Francisco basin with the northern basins Northeast. The first chapter evaluates the urban expansion process between 1987 and 2008, delimiting the flood areas and analyzes the relationship between urban growth and retention areas. The second chapter identifies the flood risk areas in the Pau dos Ferros city. The methodology used was based on tools of geographic information system GIS – from software SPRING/INPE 5.1, as well as bibliographical, satellite images, aerial photographs and field activities. The results obtained enabled view the rapid expansion of the urban area of Pau dos Ferros, which has doubled in a period of 22 years. The population density checks with greater intensity in South-central portion of the city, in flood areas and not flood (Cap. 01). It was noted also that some neighborhoods along the River Apodi are susceptible to more instances of flooding ranging from minimum to maximum, while in neighborhoods near the Riacho Cajazeiras floods occur to a lesser extent because of altimetry higher and lower water volume. (Cap. 02). It is expected that this work will help in the preparation of flood risk municipal map subsidising managers in implementing public policies targeted to the softening of urban flood-related issues in Pau dos Ferros – RN and serve as a model for mapping of other cities with similar characteristics analyzed in this work.

Keywords: floods, urbanization, risk, basin.

INTRODUÇÃO

O processo de ocupação das cidades começou próximo às margens dos rios. Este processo se deu pela necessidade de utilização do rio como fluxo de pessoas e mercadorias e pela proximidade das melhores terras agrícolas. Com o avanço tecnológico, a cidade passou a ser o espaço da produção econômica e social, seja pelo comércio ascendente, como também pelos serviços básicos, tais como saúde, educação e lazer. Neste caso, os impactos gerados por este avanço se refletiram (e ainda refletem) sobre a infra-estrutura urbana, ocasionando impactos sociais, econômicos e ambientais em função do uso inadequado do meio físico no qual se instalaram.

No caso das áreas ribeirinhas brasileiras, pode-se dizer que o processo de ocupação vem se realizando de forma contínua, tendo como justificativa a realização, com menor custo, da captação das águas para o consumo humano, como também para o escoamento dos resíduos produzidos pela indústria, comércio e residências. A ocupação dessas áreas também é ocasionada pelo processo de exclusão das classes mais baixas, que se vêem obrigadas a habitar em lugares insalubres, entre os quais os fundos de vales, e tem como consequência, o aumento dos casos de impactos ambientais urbanos.

Segundo Tucci (2004), a falta de um planejamento urbano pode ser considerada uma das responsáveis pelas inundações existentes atualmente, pois o planejamento só é realizado áreas ocupadas pela população de média e alta renda, enquanto que para as áreas de baixa renda e de periferia o processo se dá de forma irregular e/ou clandestina.

No município de Pau dos Ferros - RN a situação não é diferente. Localizado na parte oeste do Estado do Rio Grande do Norte, o município é considerado um dos Pólos Regionais do Estado, por agregar os principais serviços públicos prestados pelo Estado na Região denominada *Alto Oeste Potiguar*. A implantação destes serviços gerou como consequência, um processo de urbanização crescente e desordenado, fazendo com que o fluxo migratório também seguisse o mesmo caminho. O resultado foram construções em áreas inadequadas, como vale de rios, próximos à rede de energia e lugares insalubres, o que acarretou diversos impactos ambientais, além de perdas econômicas com certa frequência.

A inundação em Pau dos Ferros aparece, neste cenário, como um dos impactos decorrentes deste processo de ocupação desordenada, às margens do Rio Apodi e em um dos seus afluentes, o riacho Cajazeiras, os quais circundam a cidade de Pau dos Ferros, à leste e à oeste, respectivamente. Nos anos em que a precipitação é mais intensa na Região, durante os meses de fevereiro a maio, parte do centro urbano, assim como bairros periféricos, sofrem

com a inundação decorrida do transbordamento das águas do rio Apodi e seus afluentes. Como conseq encia, casas são invadidas pela água, parte da popula o fica desabrigada, e há dificuldade de acesso em determinados bairros, pelo alagamento das vias rodoviárias. (Figura 01)



Fonte: Ferreira, 2004.

Figura 01:  rea inundada no centro de Pau dos Ferros no ano de 2004.

O processo de inunda o em Pau dos Ferros pode vir a se agravar pela inser o das águas provenientes da Integra o da Bacia do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional. A conseq encia direta deste projeto será a pereniza o do Rio Apodi, modificando a realidade local nos setores econômicos, políticos, sociais e principalmente ambientais, uma vez que o rio principal da bacia, antes intermitente, terá um volume constante, tornando-se perene. A tendência será a expansão da área de inunda o a partir do aumento de volume, ocasionado pelas águas das chuvas.

Neste sentido, este trabalho teve como proposta a identifica o da expansão urbana e a análise das principais áreas de risco de inunda o na cidade de Pau dos Ferros, a partir da produ o de cartas temáticas criadas a partir do Sistema de Informa o Geográfica SPRING/INPE 5.1. Até onde se sabe, este trabalho   pioneiro na região do alto curso do Rio Apodi. Para tanto, foram realizadas atividades em campo e laboratório, assim como obten o de informa es com a popula o local, além de uma revisão bibliográfica a partir dos conceitos e metodologias aplicadas no cenário nacional e internacional.

A introdução traz uma revisão de literatura para embasar a discussão a respeito do que se propõe o trabalho, dando ênfase aos assuntos referentes ao conceito de risco, suas principais características e subdivisões; inundações; geotecnologias; a bacia hidrográfica do Rio Apodi; dados municipais de Pau dos Ferros – RN e a Integração da Bacia do São Francisco, enfatizando a parte do eixo norte do Projeto, que perenizará o Rio Apodi. Estes serviram de base para o referencial teórico dos capítulos elaborados no trabalho.

O capítulo 01, submetido a revista Ambiente e Água, trata da identificação das principais áreas inundáveis da cidade de Pau dos Ferros e a relação com seu processo de expansão urbana a partir do ano de 1987. Os resultados preliminares permitiram visualizar a rápida expansão da área urbana de Pau dos Ferros, que duplicou em um período de 22 anos. A expansão ocorreu em áreas periféricas anteriormente não ocupadas.

O maior adensamento populacional foi verificado na porção centro-sul da cidade, em áreas inundáveis e não inundáveis. A expansão urbana nos moldes atuais, sem planejamento adequado, pode ocasionar a ocupação indevida de áreas inundáveis. Este fato, associado à maior geração de resíduos, impermeabilização do solo e retirada de vegetação, são fatores que contribuem para a intensificação das cheias na área.

No capítulo 02, a ser submetido à revista Mercator, procurou-se analisar os diferentes níveis de risco de inundação na cidade de Pau dos Ferros, a partir de ferramentas do SIG SPRING 5.1. Foi utilizada a função mapa de distâncias para os vetores que representam a hidrografia e a função fatiamento para a altimetria obtida pela imagem SRTM, onde foram geradas isolinhas de 10 em 10 metros de altitude. Os resultados preliminares permitem visualizar que alguns bairros ao longo do Rio Apodi são susceptíveis a maiores ocorrências de inundações variando do grau mínimo ao máximo, enquanto que nos bairros próximos ao Riacho Cajazeiras as inundações ocorreram em menor grau devido as maiores altitudes e o menor volume d'água.

Acredita-se que esta identificação ajudará na construção da carta de risco de inundação municipal, subsidiando os gestores na implementação de políticas públicas voltadas para a amenização destes problemas.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Riscos – principais conceitos

A sociedade atual pode ser considerada uma sociedade de risco, já que a falta de cultura de segurança global, aliada à falta de direitos do cidadão, principalmente no que diz

respeito ao direito a uma vida digna, reflete nos riscos que a mesma apresenta ao longo dos tempos. Este risco, definido por Veyret (2007) como a percepção do perigo, está caracterizado pela catástrofe possível, onde a população ou o indivíduo são os agentes principais, já que são eles que percebem e sofrem seus efeitos.

Os riscos podem ser encontrados com formas e superfícies variáveis, em escalas espaciais e temporais distintas. Isto porque o espaço onde ocorrem as ameaças de danos (materiais e sociais) não é isolado. Eles podem ocorrer em lugares diferentes durante períodos distintos.

Encontram-se, na literatura, diversos conceitos de risco. Rocha (2005) define risco como *a combinação da frequência (número de ocorrências de um acidente por unidade de tempo) com a consequência (impacto de um acidente nas pessoas, no ambiente e na propriedade) de eventos indesejáveis, envolvendo algum tipo de perda.*

Dagnino e Carpi Junior (2007) afirmam que o risco *se apresenta em situações ou áreas em que existe a probabilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade, acaso ou azar de ocorrer algum tipo de ameaça, perigo, problema, impacto ou desastre.*

Castro et al. (2005) referem-se a risco a partir da probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não-determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana.

Já Amaro (2005) considera risco como a função entre a natureza do perigo, acessibilidade ou via de contato, características da população exposta (receptores), probabilidade de ocorrência e magnitude das consequências. O autor afirma que o conjunto destes componentes traz definições e interpretações diversas, fazendo com que se reconheça a incerteza dos riscos ligados ao futuro, pois se imagina que em algum período do tempo ele se revelará.

Neste caso, entende-se que o risco está relacionado ao tempo e espaço onde determinada ação, na maioria dos casos danosos, possam ocorrer, causando algum tipo de prejuízo ao homem. De acordo com Valle (2002), para que os riscos sejam analisados a contento, se faz necessária a incorporação de dois componentes: *a probabilidade de ocorrência e a gravidade dos danos potenciais.* Com estes componentes, torna-se possível avaliar um risco, já que com estas informações pode-se estimar a probabilidade de que o evento venha a ocorrer e a extensão dos danos que ele pode causar.

A extensão de danos que podem ser causados por um determinado risco pode ser avaliada em função da frequência com que ocorrem as situações de risco e da gravidade dos

efeitos resultantes e são classificados, de acordo com Valle (2002), em permanentes, freqüentes, esporádicos e raros.

Rocha (2005) acredita que o risco está ligado intrinsecamente entre a ameaça e a vulnerabilidade. Fato este que pode ser visto no quadro 01 desenvolvido pelo autor.

Quadro 01: Conceitos de ameaça e vulnerabilidade para construção do risco.

Ameaça	Vulnerabilidade	Risco
Fenômenos naturais	Grau de exposição e fragilidade, valor econômico	Probabilidade combinada entre os parâmetros anteriores
Probabilidade de que ocorra um evento, com espaço e tempo determinados, com intensidade suficiente para produzir danos.	Probabilidade em que a perda, a intensidade do evento e a fragilidade dos elementos expostos ocorram danos a: economia, a vida humana e ao ambiente.	

Fonte: Rocha (2005)

Muitos autores associam vulnerabilidade e ameaça para a determinação do nível de risco. Segundo Castro (2001), *o termo vulnerabilidade define a probabilidade de que uma comunidade exposta ao impacto de uma ameaça natural possa sofrer danos, segundo o grau de fragilidade de seus elementos (infra-estrutura, construções, atividades produtivas)*. Esses danos podem ser representados pelo impacto sobre o desenvolvimento, economia e sobre os meios que criam e melhoram a qualidade de vida.

As Nações Unidas (SOUZA, 2004) associam o conceito de risco à vulnerabilidade quando afirma que compreende a probabilidade de conseqüências danosas ou perdas esperadas, resultantes das interações entre perigos naturais ou induzidos e as condições de vulnerabilidade/capacidade de um determinado lugar. Neste pensamento, Souza (2004) conceitua vulnerabilidade como o grau de perda ou dano de um determinado elemento ou um conjunto de elementos em risco, resultante da ocorrência de um fenômeno natural de uma dada magnitude.

Valencio et al. (2003) conceituam vulnerabilidade a partir da combinação de alguns fatores, tais como: as condições em que se apresentam os assentamentos humanos; a conscientização existente sobre esses perigos; a infra-estrutura, as políticas e a administração pública; e as habilidades organizativas na gestão dos desastres.

A EIRD (2003) define vulnerabilidade como um processo acumulativo na qual se combinam ameaças com perdas humanas e no desenvolvimento e construção do nosso habitat.

Ribot (2002) acredita que para metodologias de trabalho que possuam como objetivo principal o desenvolvimento sustentável, a análise da vulnerabilidade define áreas de risco, determina quem é susceptível àquele risco e oferece explicações sobre como e por quê.

A conceituação acima afirma a importância da análise do risco para a busca de melhores condições de vida para a sociedade. Tal análise é realizada, segundo Augusto Filho (2001), a partir da conceituação dos termos apresentados no quadro 02 a seguir.

Quadro 02. Principais conceitos utilizados na análise de risco conforme a *International Union of Geological Sciences - IUGS Working Group - Committee on Risk Assessment*.

TERMO	DEFINIÇÃO
Risco (risk)	Uma medida da probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente. Risco é geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as conseqüências. Entretanto, a interpretação mais genérica de risco envolve a comparação da probabilidade e conseqüências, não utilizando o produto matemático entre estes dois termos para expressar os níveis de risco.
Perigo (hazard)	Uma condição com potencial de causar uma conseqüência desagradável. Alternativamente, o perigo é a probabilidade de um fenômeno particular ocorrer num dado período de tempo.
Elementos sob risco (elements at risk)	Significando a população, as edificações e as obras de engenharia, as atividades econômicas, os serviços públicos e a infra-estrutura na área potencialmente afetada pelos processos considerados.
Vulnerabilidade (vulnerability)	O grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada pelo processo considerado. Ela é expressa em uma escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Para propriedades, a perda será o valor da edificação; para pessoas, ela será a probabilidade de que uma vida seja perdida, em um determinado grupo humano que pode ser afetado pelo processo considerado.
Análise de risco (risk analysis)	O uso da informação disponível para estimar o risco para indivíduos ou populações, propriedades ou o ambiente. A análise de risco, geralmente, contém as seguintes etapas: definição do escopo, identificação do perigo e determinação do risco.

Fonte: Augusto Filho (2001)

Rocha (2005) entende que para haver uma análise de risco a contento, se faz necessário diagnosticar perigos potenciais, encontrar possíveis eventos acidentais e criar medidas de segurança para determinar frequência e conseqüência de eventos considerados acidentais. Para explicar melhor tal análise, o autor resolveu, a partir de Macedo e Augusto Filho (1998), conceituar os principais termos necessários para a análise do risco (Quadro 3).

Quadro 3: Conceitos de acidente, evento, perigo e risco.

ACIDENTE	Acontecimento calamitoso, em que foram registradas perdas sociais e prejuízos econômicos.
EVENTO	Acontecimento em que não foram registradas perdas sociais e prejuízos econômicos.
PERIGO	Ameaça potencial a pessoas ou bens
RISCO	Possibilidade de eventos perigosos produzirem conseqüências indesejáveis. É o perigo pressentido, melhor avaliado, isto é, uma perda potencial avaliada.

Fonte: Macedo e Augusto Filho (1998)

1.2 Principais tipos de Riscos

Sabe-se que existem riscos que afetam diretamente a sociedade e outros relacionados ao indivíduo. No segundo caso, entende-se que o risco está relacionado à segurança de vida em relação ao trabalho ou moradia. Para este trabalho, os riscos analisados têm como eixo principal aqueles relacionados a questões sociais.

Segundo Cerri e Amaral (1998), os riscos ambientais são considerados como a classe maior, sendo subdivididos em classes e subclasses, como pode ser visto na figura 02.

Para um melhor entendimento a respeito do organograma, cada subclasse será avaliado separadamente, explicando como cada risco complementa a questão do conceito geral de risco ambiental.

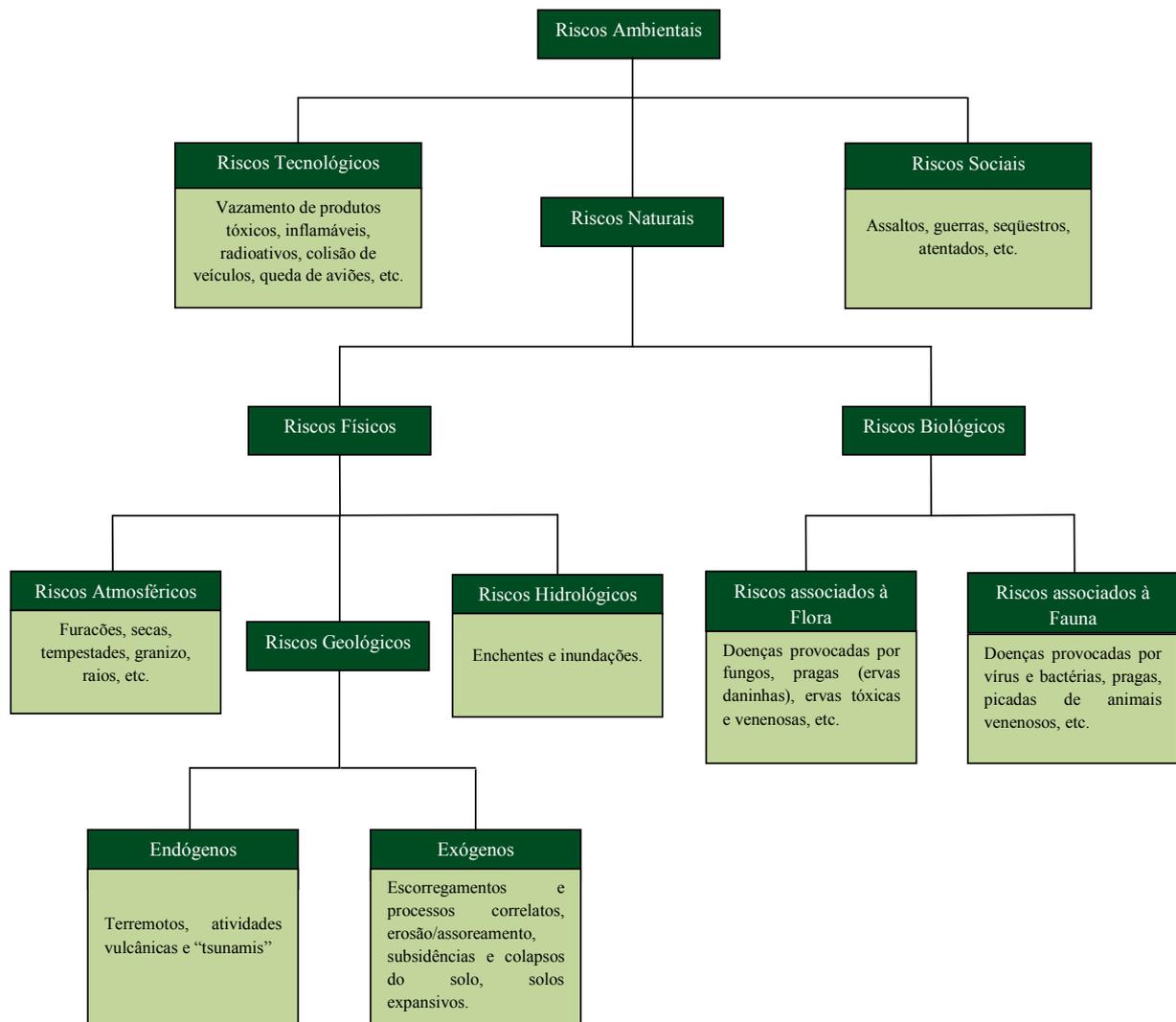


Figura 02: Organograma dos tipos de riscos ambientais existentes. (Cerri e Amaral, 1998)

1.2.1 Riscos Naturais

Os riscos naturais são aqueles onde não há uma relação direta com as ações humanas. Cerri e Amaral (1998) subdividem os riscos naturais em físicos e/ou biológicos. Neste caso, os riscos físicos estão ligados a riscos atmosféricos (furacões, secas, tempestades, granizos, raios, etc.); riscos geológicos endógenos (terremotos, atividades vulcânicas e tsunamis) e exógenos (escorregamentos e processos correlatos, erosão/assoreamento, subsidências e colapsos de solo, solos expansivos) e riscos hidrológicos (enchentes e inundações).

Já os riscos biológicos estão associados à flora (doenças provocadas por fungos, pragas, ervas tóxicas e venenosas) e a fauna (doenças provocadas por vírus e bactérias, pragas, picadas de animais venenosos, etc).

Veyret (2007) conceitua riscos naturais como *aqueles que são pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico*. Classifica tais riscos a partir da origem da possibilidade dos danos, sendo estes: litosféricos (terremotos, desmoronamento de solo e vulcões) e hidroclimáticos (ciclones, nevascas, secas e tempestades, chuvas de granizo).

Ambos os autores atestam que a proximidade das cidades nas regiões propícias a tais eventos ampliam o número de desastres naturais com prejuízos socioeconômicos e ambientais. Geralmente, as vias de acesso a cidades, casas localizadas no litoral (casas de veraneio e pescadores), em vales tectônicos e próximos a vulcões são os principais pontos passíveis de desastres do ponto de vista do risco natural.

1.2.2 Riscos Tecnológicos

Os riscos tecnológicos estão relacionados com riscos industriais e se caracterizam pelas atividades de armazenagem de produtos tóxicos, à produção e ao transporte de materiais perigosos. Segundo Veyret (2007), *corresponde à probabilidade de ocorrer um acontecimento fora do comum, temporalmente inesperado, ligado às disfuncionalidades de um sistema técnico complexo*. Pode-se citar como exemplo o caso de Cataguases/MG, onde uma represa de efluentes industriais se rompeu comprometendo o ecossistema aquático do rio Paraíba do Sul em março de 2003.

Outros autores, como Porto e Freitas (1997), acrescentam ao termo risco tecnológico a palavra ambiental, associando *riscos tecnológicos ambientais às novas tecnologias químicas, radioativas e geneticamente engenheiradas e seus perigos para a saúde*

e o meio ambiente. Neste caso, os autores demonstram a dinamização da análise científica dos riscos industriais, já que tal discussão é realizada num nível mais abrangente, envolvendo a tecnologia nas dimensões técnica, cognitiva, social, cultural e mesmo filosófica.

O risco tecnológico também é uma vertente trabalhada na área das Ciências Sociais. Freitas e Gomez (1997) afirmam que a análise de riscos tecnológicos não podem ser reduzidas às disciplinas das áreas tecnológica e biomédica, pois consideram os riscos tecnológicos como "experimentos" artificiais em larga escala social, proporcionando danos e dados não apenas sobre os sistemas tecnológicos e biológicos, mas também sobre os próprios processos sociais que conformam os riscos.

1.2.3 Riscos Sociais

Os riscos sociais estão relacionados, principalmente, à segregação, a fragmentação e a insegurança urbana, presentes nas sociedades globais atuais. Além da sociedade, fatores individuais também se relacionam a riscos sociais e não podem deixar de serem citados. No primeiro ponto, autores como Rocha (2005) e Veyret e Richemond (2007), afirmam que as altas taxas de violência ocorrem em quase todos os países do Ocidente. Estas taxas, como risco social, podem ser citadas a partir dos riscos de agressões, assaltos, guerras, entre outros.

Segundo Veyret e Richemond (2007), *a insegurança resulta de um sentimento de desigualdade ligado à ruptura dos elos sociais que por muito tempo foram estabelecidos mediante ajudas específicas ligadas às políticas locais*. Tal pensamento é entendido como um fator intrínseco à escala local de ação. Um exemplo seria a questão da marginalidade identificada em bairros específicos de determinados municípios brasileiros. Sabe-se que a droga é um fator de risco social iminente, uma vez que é responsável por uma cadeia de crimes (assaltos, assassinatos), envolvendo uma série de atores que agem direta e indiretamente nestes casos. O tráfico de drogas realizado em diversas cidades do país pode ser citado como um bom exemplo desta situação.

Quando se remete a fatores econômicos como risco social, um importante ponto a ser colocado diz respeito à gestão de reservas naturais, uma vez que a representação e a percepção que as populações mundiais tem sobre a necessidade de utilizar recursos renováveis (ou não) faz com que haja, em todo o mundo, inúmeros conflitos em torno de tais reservas, como por exemplo, o petróleo. Considerado matéria natural, o petróleo foi transformado em recurso quando um grupo social desenvolveu tecnologias de extração e uso em vários componentes, desde combustível a sacolas utilizadas para carregar compras de supermercados.

Outro exemplo brasileiro importante reside na transposição das águas do rio São Francisco. Os autores Bártholo Junior e Bursztyń (2005) indagam a questão político-social desta ação, questionando o uso efetivo das águas (decisão política sobre recursos naturais) e todos os riscos que as populações ribeirinhas estarão correndo, tais como a perda das terras para grandes empresas, a real utilização das águas (acesso e custos), a escolha dos produtos a serem produzidos em suas terras, subsídios governamentais e particulares, além dos fatores sócio-culturais, como perda da identidade local gerada pelo desenvolvimento desenfreado e as migrações intensas de outras regiões.

Nestes casos, o que está em jogo são benefícios políticos e ganhos econômicos de uma pequena parte da população, que abarca grande quantidade de recursos para investimentos em infra-estrutura urbana, enquanto grande parte da população se vê desprovida de serviços básicos necessários para uma qualidade de vida satisfatória.

As populações que habitam as periferias das grandes cidades brasileiras correm riscos inerentes aos aspectos *individuais* do risco social, provenientes da falta de acesso à rede de transportes públicos de qualidade, saneamento básico inadequado, moradia e, até mesmo, alimentação.

Para resolver estas questões básicas para uma vida com qualidade, projetos sociais públicos são medidas assistencialistas adotadas pelos governos atuais como forma de diminuir os riscos existentes para a faixa da população mais carente e mais susceptível, portanto, a riscos sociais iminentes. No entanto, entende-se que ainda se está longe de se alcançar o que seria ideal para a sociedade brasileira, quando se discute acesso a bens de consumo e serviços necessários ao bem estar social.

1.3 Riscos ambientais x ocupação urbana: conflitos de interesses.

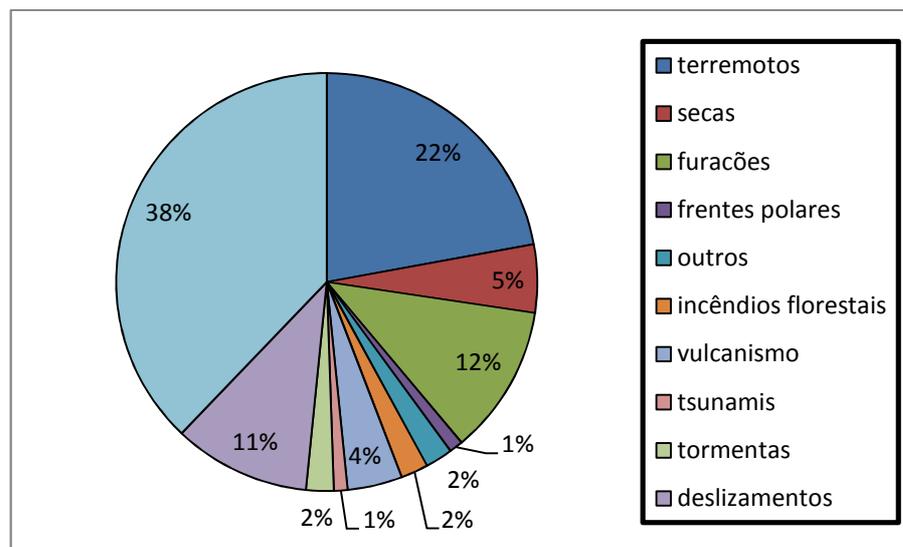
Os riscos ambientais estão associados aos riscos naturais e os riscos promovidos pela ação humana, principalmente a partir do uso e ocupação do território. Tal ocupação tem se tornado um fator de insustentabilidade, quando se relaciona ao processo de ocupação urbana nos moldes atuais, entre eles o caso brasileiro. Neste sentido, Nascimento e Mauro (2006) entendem que a urbanização não é *simplesmente o crescimento do número e tamanho da população das cidades e da população urbana, mas é também o predomínio de novos padrões do uso do espaço e das relações ambientais entre os seres humanos e seu entorno.*

A grande questão que envolve os riscos ambientais urbanos reside no fato de que há um processo de crescimento urbano desordenado, ocasionado principalmente pelas

políticas urbanas inadequadas – informalidade do padrão de urbanização, queda de investimentos em infra-estrutura, equipamentos urbanos e transporte público, aumento das enchentes, dificuldade na gestão dos resíduos sólidos, além dos impactos na poluição do ar e da saúde na população (JACOBI, 2002).

Segundo Jacobi (2002), *a dinâmica da urbanização pela expansão de áreas suburbanas produziu um ambiente segregado e altamente degradado, com efeitos muito graves sobre a qualidade de vida de sua população*. Caracterizado como parte da população de renda mais baixa, os riscos socioambientais estão mais susceptíveis para esta parcela da população, o que são justificados por locais insalubres e inaptos onde são construídas suas moradias. Exemplos destas formas irregulares de ocupação são caracterizados, por exemplo, nas encostas de morros, vales de rios e nas proximidades a fábricas de produtos químicos.

Na América Latina estudos foram desenvolvidos por diversos autores que através de dados quantitativos delinearão o perfil dos desastres ambientais ocorridos em todo o continente no ano 2000, como pode ser visto na figura 03.



Fonte: Rocha (2005).

Figura 03: Desastres ambientais ocorridos na América Latina no ano 2000.

Pode-se observar na figura 03 a grande quantidade de desastres vinculados à questão hídrica (excesso ou falta de água), como tsunamis, secas, tormentas, deslizamentos, e principalmente inundações, as quais perfazem 36% do valor total dos desastres na América Latina.

Em áreas urbanas entende-se que a falta de políticas públicas compatíveis com o intenso processo de urbanização e a falta de uma regularização e uso correto do solo, geram uma cidade *clandestina*, que implanta suas residências nas proximidades dos rios. Esta ocupação gerou (e vem gerando) a impermeabilização excessiva do solo urbano, aumentando assim o escoamento artificial e originando um número maior de áreas com enchentes, geralmente nas porções mais periféricas da cidade.

Outro fator que propicia o aumento dos riscos ambientais urbanos associados à questão hídrica está relacionado à emissão de resíduos sólidos, que impede e/ou dificulta o curso das águas, ocasionando o aumento no volume de água nos rios, acarretando inundações a jusante, áreas que anteriormente não sofriam tais impactos.

Neste caso, convém rever as políticas socioambientais adotadas e pensar na possibilidade de se construir propostas de políticas que dêem prioridade ao reordenamento urbano (uso do solo), visando com isso a diminuição das áreas de risco com possibilidades reais de desastres e, por conseguinte, minimizar os impactos ambientais causados pelo mau uso dos recursos naturais, ocorrência comum nas paisagens urbanas do país.

1.4 Inundações – principais conceitos

Dentro dos problemas ambientais existentes nos municípios brasileiros, a inundação aparece neste cenário como um dos mais estudados, por ser um dos mais ocorrentes nas cidades brasileiras. Segundo ISDR (2002), inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica.

Para Pereira e Silva (2007) a inundação se caracteriza pelo excesso do volume de água que não consegue ser drenado e ocupa a várzea inundável de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios, em função dos processos climáticos locais e regionais.

Segundo Rocha (1995), para que aconteça uma inundação é necessário haver uma cheia que provoque o transbordamento do leito normal, ou leito menor do rio. Este transbordamento (ou seja, inundação) ocorre a partir de condições meteorológicas e hidrológicas e seus impactos são classificados em naturais e artificiais (SILVA e BARBOSA, 2007).

As condições naturais são caracterizadas pelos condicionantes físicos que constituem uma bacia, tais como o relevo, o tipo de precipitação, a cobertura vegetal e a sua

capacidade de drenagem. Neste caso, a interferência humana não influi na ocorrência das inundações.

Nas condições artificiais, o homem é agente principal para a ocorrência de inundações, já que seus produtos (obras hidráulicas, desmatamento, uso agrícola, urbanização desordenada) geram como conseqüência o aumento da vazão máxima e do escoamento superficial, acelerando assim a ocorrência das inundações.

A combinação destes condicionantes (naturais e artificiais) é responsável pelas principais inundações no Brasil, principalmente nas áreas urbanas. Segundo Pereira e Silva (2007), elas ocorrem, principalmente, devido ao desmatamento, à pavimentação do solo, às construções, aos movimentos de terra, e aos aterros de reservatórios e de curso d'água, aumentando a freqüência e magnitude das enchentes, somado ao processo natural no qual o volume da água do rio transborda até o leito maior da planície de inundação, atingindo as habitações que ocupam áreas inapropriadas à ocupação humana.

A remoção do solo e/ou da cobertura vegetal, a emissão de resíduos sólidos e a impermeabilização das superfícies são responsáveis pelo aumento das vazões máximas dos canais e condutos que escoam as águas precipitadas nas cidades. O resultado direto destes fatores é o transbordamento das águas. A lavagem das ruas, o transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial realizados pelas águas do transbordamento deterioram a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

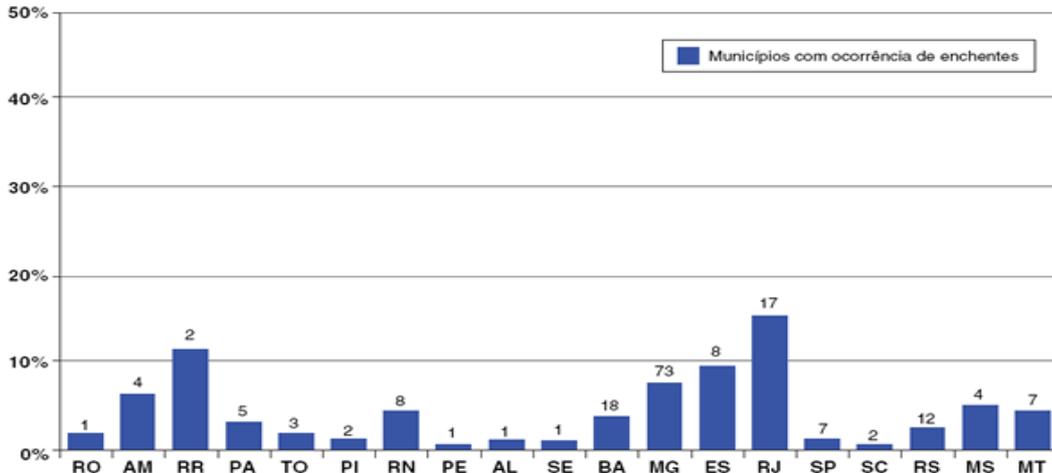
As cidades brasileiras encontram-se inseridas neste processo, uma vez que a forma de ocupação desordenada criou, ao longo de décadas, cenários de desastres ambientais e sociais que se repetem constantemente, sempre que ocorre uma precipitação mais intensa. De acordo com a Agência Nacional das Águas – ANA (2009), houve um número expressivo de municípios brasileiros que decretaram Situação de Emergência – SE para o ano de 2008, como pode ser visto na figura 04. O mapa representa apenas os municípios que declararam situação de emergência por causa das enchentes, não retratando a realidade das várias cidades brasileiras, que historicamente possuem seu processo de urbanização realizado nas proximidades dos rios. Tucci (2005) afirma que este processo é agravado nas regiões metropolitanas, pois estas deixaram de crescer nas cidades pólos, e se expandem nas periferias, nas proximidades das zonas ribeirinhas dos rios, tanto a montante quanto a jusante.



Fonte: ANA, 2009.

Figura 04: Sedes municipais com decretação de SE (Situação de Emergência) por enchentes em 2008.

Este fato pode ser comprovado na figura 05 (ANA, 2009) que demonstra a ocorrência de enchentes por municípios em todos os estados brasileiros no ano de 2008. Sobre as barras encontra-se o número de municípios por Estado da federação cuja defesa civil registrou a ocorrência de enchentes. No eixo y é mostrado o valor percentual dos municípios atingidos pelas enchentes, em seus respectivos Estados.

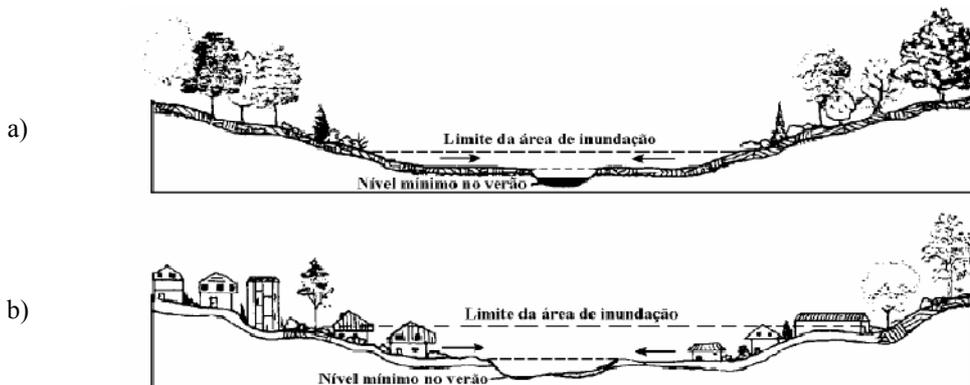


Fonte: ANA (2009).

Figura 05: Número de Municípios por Estado com ocorrência de enchentes em 2008.

Na Região Sudeste, os Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo foram os que apresentaram o maior número de municípios com ocorrência de enchentes. No Nordeste brasileiro, dois Estados merecem destaque. Rio Grande do Norte e Bahia que registraram um número considerável de municípios que foram atingidos por enchentes, (08 e 18 casos, respectivamente). Na Região Sul, o Estado do Rio Grande do Sul contabilizou 12 municípios com ocorrência de enchente. Nas demais regiões, o número de ocorrências de municípios por Estado foi menor ou não houve registro.

Um dos fatores que influenciam no aumento das inundações nas cidades brasileiras é a sua forma de ocupação. O processo de ocupação se dá de forma irregular, geralmente ocupando áreas susceptíveis às inundações. A figura 06 ilustra um exemplo deste processo.



Fonte: Tucci (2005)

Figura 06: Ocupação de áreas consideradas de risco de inundação antes (a) e após o processo de ocupação do solo (b).

Na parte superior da figura (a) observa-se o leito menor do rio encaixado no seu percurso natural (linha tracejada fina), sem mudanças na paisagem que ali se insere, com os componentes originais solo e vegetação intactos. A zona limite da área de inundação define o leito maior (linha tracejada grossa). No período de estiagem (verão) o nível da água atinge um mínimo, às vezes secando completamente (drenagem intermitente). As setas indicam o sentido do escoamento da água. A ocupação indevida em pontos próximos ao leito do rio gera uma série de alterações na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica. Após o processo de ocupação humana (b), uma série de alterações é observada na paisagem. Há um aumento da largura do leito menor do rio e uma diminuição do nível de água. Um dos fatores responsáveis pelo ocorrido é a impermeabilização do solo, que acarreta um aumento na recarga dos rios, aumentando o seu volume abruptamente; com isso, o rio ganha força para carrear sedimentos em maior quantidade e com granulometria maior; estes sedimentos são advindos do próprio leito menor e das vertentes do rio, através do processo de escavamento. A ausência de vegetação arbórea e arbustiva também contribui para o aumento do volume de água e sedimentos carreados para o rio, gerando o seu assoreamento.

Além disso, há uma modificação do limite da área inundada. A pavimentação das ruas contribui para a impermeabilização dos solos, o que origina um aumento na velocidade da água precipitada no ambiente urbano em direção às drenagens, contribuindo significativamente para o assoreamento destas. Como consequência, áreas que historicamente não registravam inundações sofrem com os transbordamentos dos rios, gerando assim, impactos danosos ao meio, agora mais fragilizado do ponto de vista ambiental. A população é afetada, principalmente, àquela que vive ou trabalha próxima às margens dos rios.

1.4.1 Alguns trabalhos realizados no Brasil

Os problemas ambientais relacionados a inundações no Brasil estão elencados, ao lado da seca e da poluição, como um dos assuntos mais abordados nos dias atuais. Na mídia e no meio acadêmico, as discussões sobre tal fenômeno aparecem em destaque, demonstrando os problemas que a falta de planejamento por parte das esferas políticas em todos os seus níveis (federal, estadual e municipal) geram para a sociedade, podendo-se destacar cenas de enchentes decorrentes, principalmente nas áreas urbanas, ocasionadas pelo assoreamento do leito dos rios, pela impermeabilização das áreas de infiltração na bacia de drenagem ou por fatores climáticos.

Nos meios de comunicação, a ênfase se dá nos prejuízos econômicos gerados pelo *avanço* das águas na cidade, assim como na contagem (em tempo real) das mortes e desabrigados ocasionadas direta ou indiretamente pelas inundações (enchentes) ocorridas. Na tragédia em Santa Catarina, no ano de 2008, foi criado um site pelo Governo do Estado (www.desastre.sc.gov.br) com o objetivo de repassar informações a respeito de tudo que envolveu as enchentes ocorridas no final do ano nos municípios catarinenses, desde a tragédia direta como também as doações e ações realizadas pelo Estado e pelos municípios atingidos.

No meio acadêmico, foram encontrados trabalhos com o tema inundação para várias cidades em todo o país, onde são colocados problemas equivalentes com diferentes enfoques, tais como: Pereira Filho et al. (2004), apresentam uma análise hidrometeorológica das enchentes na Região Metropolitana de São Paulo; Silveira e Kobiyama (2007) trabalharam o gerenciamento de inundações em Blumenau – SC a partir da busca de registros documentais de ocorrências de inundações neste município entre 1851 e 2007; Briguenti et al. (2007) procuraram analisar a ocorrência e a distribuição espacial dos riscos hidrogeomorfológicos em unidades geossistêmicas mapeadas na bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, Campinas/SP; Silva et al (2008) analisaram a variação temporal da precipitação na bacia do rio Mundaú (Alagoas e Pernambuco) e do Rio Paraíba (Paraíba) entre os anos de 1974 e 1983 para entender as anomalias relacionadas às precipitações que causaram inundações durante este período na região; Galdino e Silva (2006) procuraram avaliar a excepcionalidade ou não da inundação ocorrida em agosto de 1998 no trecho médio do rio Miranda no Pantanal Sul-Mato-Grossense, pois chuvas neste período (estiagem na região) causaram preocupações na população ali residente, como, por exemplo, inundação na área do gasoduto Brasil-Bolívia; Freitas Junior e Sales (2009) analisaram o comportamento das precipitações pluviométricas do município de Fortaleza – CE, entre os anos de 1974-1998; Collischonn e Rauber (2004) a partir de um estudo exploratório, procuraram mapear áreas inundáveis no município de Venâncio Aires, MG, em situações de cheia do arroio Castelhana, ocorrida entre os dias 08 e 09 de julho de 2003.

Observa-se que houve um avanço considerável nas pesquisas e discussões a respeito da avaliação de inundações em escala local, sendo o Estado de São Paulo aquele que possui a maior quantidade de estudos científicos no país. Percebe-se também que grande parte dos trabalhos levou em conta a relação espaço – tempo para entender como funciona a dinâmica das inundações e, a partir desta avaliação, procurar meios de amenizar os desastres que, porventura, possam ocorrer em períodos posteriores.

Outra característica intrínseca aos trabalhos existentes no país é a relação das inundações com a expansão das áreas urbanas, principalmente nas médias e grandes cidades brasileiras. Como os riscos ambientais (mais especificamente os riscos de inundação) estão relacionados ao binômio natureza-sociedade, o problema do avanço da urbanização sem critérios claros de ocupação, faz com que se amplie o número de cidades com riscos maiores de impactos relacionados à inundação.

Esta constatação é reforçada por Tucci e Bertoni (2003), que afirmam que o processo de urbanização tem gerado impactos que deterioram *a qualidade de vida da população, através do aumento da frequência e do nível das inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial.*

Um dos instrumentos utilizados para a detecção destes impactos está no uso de Geotecnologias, importante instrumento de auxílio à identificação espacial de fenômenos socioeconômicos e ambientais existentes na superfície terrestre. Existe atualmente, no cenário mundial, um número considerável de softwares destinados a tal função. E estes vêm sendo utilizados com frequência para os estudos relacionados à inundação no país.

Como exemplo de aplicação desta ferramenta cita-se a dissertação de mestrado de Enomoto (2004), que teve como objetivo a elaboração de mapas de inundação para a bacia do rio Palmital, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, nos municípios de Colombo e Pinhais. O autor utilizou o software Arc View para a confecção dos mapas.

Jesus (2007) analisa a viabilidade de aplicação de imagens do sensor CCD do satélite CBERS 2, associadas a dados SRTM e levantamentos altimétricos com GPS no desenvolvimento de um SIG para a simulação de manchas de inundação e permeabilidade do solo na área urbana da cidade de Jacobina-BA.

O agrupamento de dados também é marca inerente das geotecnologias, através da compilação de informações geográficas. Neves (2005) utilizou imagens de satélite JERS-1 na faixa de microondas do tipo SAR, para os anos de 1995 e 1996 para realizar análises conjuntamente com informações de saúde do banco de dados DATASUS em um sistema de informações geográficas. Como resultado observou-se relação significativa entre doenças hídricas e áreas inundáveis, caracterizadas por dados fluviométricos e mapeadas por sensoriamento remoto.

1.5 Geotecnologias – principais conceitos

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi parte importante das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; impedindo uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento da tecnologia da informação, tornou-se possível armazenar, representar, integrar e espacializar mapas e dados, abrindo espaço para o surgimento das ferramentas de geoprocessamento.

O termo Geoprocessamento representa o conjunto das técnicas para coleta (Cartografia, Sensoriamento Remoto, GPS, Topografia, levantamento de dados alfanuméricos, etc.), armazenamento (Banco de Dados - Orientados a Objetos, Relacional, Hierárquico, etc.), tratamento e análise (como Modelagem de Dados, Geoestatística, Aritmética Lógica, funções topológicas) e uso integrado de informações espaciais, em Sistema de Informação Geográfica – SIG.

Para Davis (2003), Geoprocessamento é uma disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica que influenciam de maneira crescente as áreas da Cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicação, energia, planejamento urbano e regional.

Já Câmara e Medeiros (1997), no tocante a sua aplicação, afirmam que o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, baseando-se em tecnologias de custo relativamente baixo, e atualmente tem se expandido de forma significativa a sua influência e aplicação na área de meio ambiente e análise de recursos naturais.

A Cartografia, a Topografia, o GPS (Sistema de Posicionamento Global) e o Sensoriamento Remoto são ciências e técnicas que se relacionam com o geoprocessamento. O Sensoriamento Remoto é uma disciplina científica que junta os conhecimentos e técnicas usadas para a observação, análise, interpretação e gestão do espaço terrestre utilizando-se de medidas adquiridas a partir de plataformas aéreas, espaciais, terrestres ou marítimas. Esta ciência permite a interpretação visual dos dados (fotografias aéreas e imagens orbitais) sob forma digital ou analógica buscando a identificação de feições impressas nessas imagens e a determinação de seu significado.

O GPS é um sistema destinado a obter coordenadas geográficas para identificação de eventos, sejam eles apenas uma localização pontual ou uma área. Para se obter tais pontos, há uma constelação de 24 satélites NAVSTAR, desenvolvidos pelo Departamento de Defesa dos EUA que transmitem sinais que podem ser decodificados por receptores especialmente

projetados para determinar, com precisão, pontos na superfície terrestre. Dependendo da acurácia do aparelho utilizado, podem-se obter poucos milímetros a metros de erro na precisão do ponto coletado.

Segundo Duque e Mendes (2006), o receptor GPS precisa de, pelo menos, quatro satélites para a obtenção de uma posição fixa tridimensional, mas é desejável que este rastreie mais satélites simultaneamente, pois a movimentação destes faz com que os mesmos possam sair da órbita necessária para a captação dos dados pelo receptor. A maioria dos receptores consegue captar sinais de 08 a 12 satélites ao mesmo tempo.

As informações adquiridas por ferramentas de sensoriamento remoto e GPS, assim como dados alfanuméricos e mapas vetoriais, são inseridas nos chamados Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Estes sistemas têm como característica o armazenamento e a geração de produtos que servem de base para a análise espacial de dados geográficos.

Segundo Rocha (2000), o SIG é capaz de coletar e processar dados espaciais obtidos por fontes diversas (GPS, mapas existentes, sensoriamento remoto); consegue armazenar, recuperar e corrigir os dados processados de uma forma eficiente e dinâmica; permite alterar a forma dos dados através de regras de agregação definidas pelo usuário, ou produzir estimativas de parâmetros e restrições para modelos de simulação (como a simulação de inundações) e gerar informações espaciais rápidas a partir de questionamentos sobre os dados e suas inter-relações e têm a capacidade para controlar a exibição e saída de dados em ambos os formatos (gráfico e tabular).

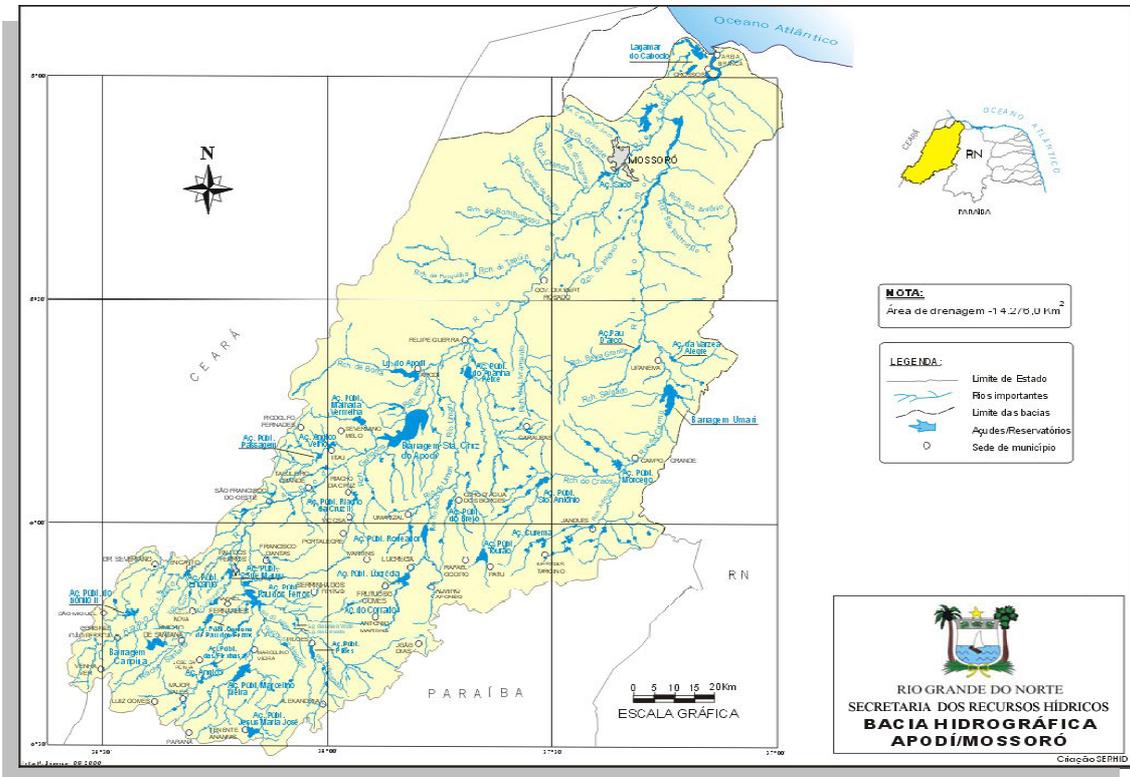
Dias et al. (2003) utilizam a ferramenta de Geoprocessamento para a construção de mapas temáticos relativos a áreas de inundação no Município de Volta Redonda – RJ, tendo como resultado a identificação e recomendação de procedimentos a serem adotados para distintas áreas, visando à ocupação ordenada do solo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Bacia hidrográfica do Rio Apodi

O Rio Apodi faz parte de uma das mais importantes bacias hidrográficas do Estado do Rio Grande do Norte, abrangendo, segundo SERHID (2000), uma área de 14.276 km² de superfície, correspondendo a cerca de 26,8% do território norterio-grandense. Esta bacia, localizada a oeste do Estado, limita-se ao sul com o Estado da Paraíba, a oeste com o Estado do Ceará, ao norte com o Oceano Atlântico e a leste com os municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Assú (ALMEIDA et al, 2006). Segundo Almeida et al

(2006), a Bacia Hidrográfica do Apodi engloba o total de 48 municípios, que possuem, ao todo, 579.211 habitantes, de acordo com o Censo Demográfico IBGE 2000 (Figura 07).



Fonte: SERHID (2000)

Figura 07: Bacia hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró.

A Bacia Hidrográfica do Rio Apodi está incluída no Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Este é *um empreendimento do Governo Federal, destinado à assegurar a oferta de água, em 2025, a cerca de 12 milhões de habitantes de pequenas, médias e grandes cidades da região semi-árida dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (BRASIL, 2007) (Figura 08).*

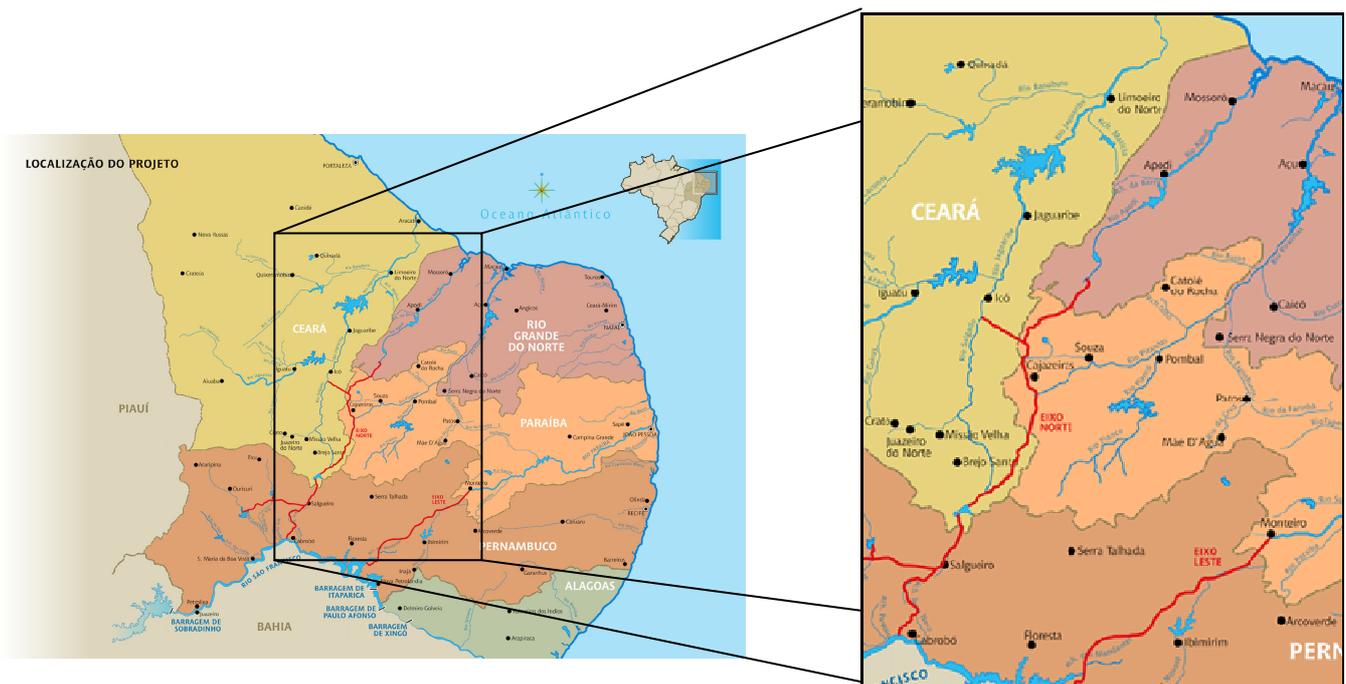
Cabe salientar, ainda, que, *a integração do rio São Francisco às bacias dos rios temporários do Semi-árido será possível com a retirada contínua de 26,4 m³/s de água, o equivalente a 1,4% da vazão garantida pela barragem de Sobradinho (1850 m³/s) no trecho do rio onde se dará a captação. Este montante hídrico será destinado ao consumo da população urbana de 390 municípios do Agreste e do Sertão dos quatro estados do Nordeste Setentrional. (BRASIL, 2007)*

O local de captação das águas para o abastecimento do Projeto em seu eixo norte localiza-se na margem esquerda do Rio São Francisco próximo a Cabrobró, no Estado de

Pernambuco, no trecho entre a barragem de Sobradinho e o reservatório de Itaparica (BRASIL, 2004).

As águas deste eixo terão como receptoras as Bacias do Jaguaribe (CE), Piranhas-Açu (PB e RN), Apodi (RN), Terra Nova (PE) e Brígida (PE), estes dois últimos afluentes do próprio Rio São Francisco. O objetivo principal é o de fornecer água para os grandes açudes existentes de Chapéu (PE), Entremontes (PE), Engenheiro Ávidos (PB), Pau dos Ferros (RN), Santa Cruz (RN), Armando Ribeiro Gonçalves (RN) e Castanhão (CE).

Para que isso ocorra, as águas sairão por uma linha adutora que se divide em 4 ramos, um dos quais dirige-se para a bacia do Rio Brígida, afluente do São Francisco, e os outros 3 abastecem respectivamente os Rios Jaguaribe, Apodi e Piranhas-Açu. Parte da adução é feita em calhas naturais de cursos d'água. Estão previstas duas pequenas centrais hidrelétricas junto aos reservatórios de Jati e Atalho, no Ceará, com, respectivamente, 40 MW e 12 MW de capacidade.



Fonte: BRASIL (2004)

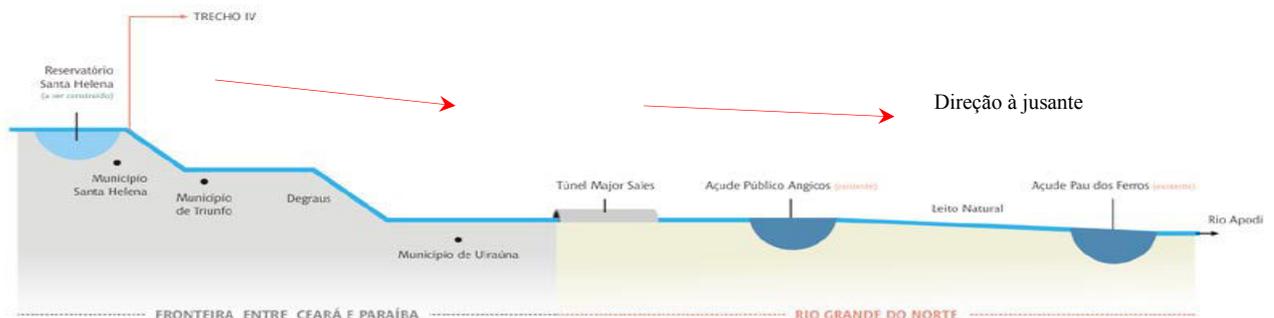
Figura 08: Trecho do eixo norte do projeto de Integração da Bacia do São Francisco às Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

Para uma melhor análise da realização desta transposição, o Eixo IV foi dividido em 5 trechos (I, II, III, IV e V), conforme pode ser visto na figura 09.

O trecho IV é a parte do eixo onde se insere a Bacia hidrográfica do Rio Apodi. Neste trecho, percebe-se que as águas virão de um reservatório a ser instalado no município

de Santa Helena – PB, que receberá o mesmo nome, e passará por gravidade por vários municípios da Paraíba e Ceará, tais como Triunfo e Uiraúna (PB) até chegar ao Estado do RN.

No município de Major Sales – RN será construído um túnel por onde fluirão, por gravidade, as águas da integração, chegando ao açude Angicos localizado no município de José da Penha, posteriormente chegando ao açude Pau dos Ferros. Após o açude em Pau dos Ferros, o rio segue em direção à Barragem de Santa Cruz e assim termina seu percurso desaguando na foz da bacia no litoral Potiguar (BRASIL, 2004).



Fonte: BRASIL (2004)

Figura 09: Trecho IV do Eixo Norte da Integração do São Francisco.

No Estudo de Impacto Ambiental realizado como processo de liberação das obras da Integração é indicada uma série de impactos positivos (11) e negativos (12), sendo os positivos ligados principalmente ao fator econômico, além da oferta hídrica para áreas urbanas e rurais, diminuindo o fenômeno da seca. Já os negativos relacionam-se a problemas sociais (referentes a tensões sociais, perdas de terras), além de questões de infraestrutura (mudança do regime fluvial e do comportamento hidrossedimentológico das drenagens receptoras, patrimônios culturais) e questões da fauna e flora (perda e fragmentação dos vegetais nativos e dos habitats dos animais da região e a invasão de espécies potencialmente nocivas ao homem) (BRASIL, 2004).

A realização desta integração é um dos fatores que motivaram entender o fenômeno da inundação em Pau dos Ferros, uma vez que a dinâmica fluvial neste município será modificada; o rio Apodi é caracterizado por ser intermitente, e com a Integração se tornará perene, mantendo uma regularidade no fluxo de suas águas.

2.2 Caracterização Geográfica da área de estudo

O município de Pau dos Ferros – RN está localizado na porção oeste do Estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente na Mesorregião Oeste Potiguar e Microrregião Pau dos Ferros. A população de 26.728 habitantes, segundo dados do IBGE para o ano de 2007 faz deste município um dos mais populosos da região, com uma densidade demográfica de aproximadamente 102 hab/km². Tem como coordenadas geográficas A: latitude 6° 14' 18" sul e longitude 38° 17' 44" oeste e B: latitude 5° 59' 00" Sul e longitude 38° 01' 26" Oeste. A área total do município é de 259,96 km², equivalente a 0,52% da superfície estadual e sua área urbana com aproximadamente 5,0 km² (Figura 10).

Sua posição geográfica em relação aos demais municípios da região, associado ao processo histórico de ocupação do solo, onde foram instalados os principais serviços públicos e comércios do Estado do RN, faz da cidade de Pau dos Ferros o pólo regional das atividades socioeconômicas da porção denominada “Alto Oeste Potiguar”, principalmente no setor terciário.

Este fator impulsionou também o setor secundário, comprovados a partir dos dados do Plano de Desenvolvimento da Região do Alto Oeste Potiguar que demonstram Pau dos Ferros com os maiores índices do Produto Interno Bruto nos setores Industrial e Terciário, como pode ser visto no quadro 04.

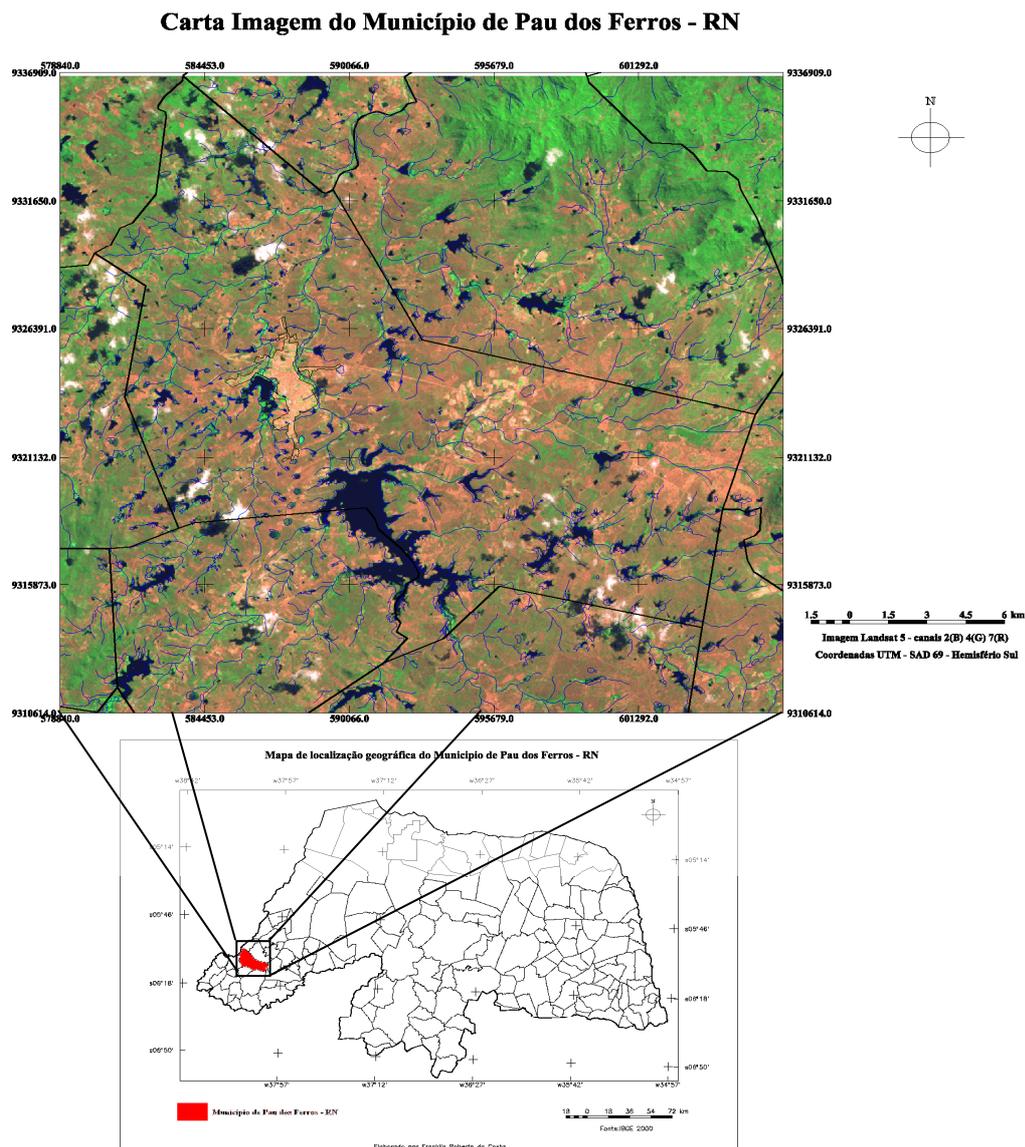


Figura 10: Mapa de localização de Pau dos Ferros – RN.

Quadro 4: Setor de atividade, segundo o PIB setorial e total, na Região do Alto Oeste Potiguar, 2002.

Setor de atividade	Município	
	< PIB	> PIB
Primário	Viçosa	Alexandria
Secundário	Riacho de Santana	Pau dos Ferros
Terciário	Francisco Dantas	Pau dos Ferros
Total	Francisco Dantas	Pau dos Ferros

Fonte: IBGE. Sistema de Recuperação Automática, 2005.

Tal impulso no setor terciário acarretou uma maior concentração da população na zona urbana do município, aumentando de 85,38% em 1991 para 90,12% no ano 2000. Em relação a estrutura etária, é possível destacar que a população (IBGE 2000) com 15 a 64 anos

é a predominante no município, totalizando 15.588 habitantes, seguido do menores de 15 anos (7.471 hab) e com 65 anos ou mais 1.699 habitantes.

A implantação dos hospitais do Estado (Maternidade e Hospital Regional) contribuiu para a diminuição da mortalidade infantil e para a melhoria da esperança de vida ao nascer. Na mortalidade infantil até 01 ano de idade, tinha-se em 1991, para cada 1.000 mil nascidos vivos, 62 mortes. Dados do ano 2000 demonstram uma diminuição na taxa de mortalidade de 48,38%, com apenas 32 mortes. Em relação à esperança de vida ao nascer, observa-se um aumento de 8,82 anos, passando de 61,28 anos em 1991, para 70,10 anos em 2000 (IBGE 2000).

Houve a redução na taxa de analfabetismo entre 1991 e 2000. Como conseqüência, há um aumento na freqüência escolar na idade entre 7 e 17 anos e nos anos de estudo, como pode ser visto no quadro 05.

Quadro 05 – Nível educacional da População Jovem, 1991 e 2000.

Faixa etária (anos)	Taxa de analfabetismo		% com menos de 4 anos de estudo		% com menos de 8 anos de estudo		% frequentando a escola	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
7 a 14	32,6	17,4	-	-	-	-	80,1	96,4
10 a 14	20,7	10,2	71,0	48,3	-	-	81,7	96,7
15 a 17	19,4	7,8	38,7	21,9	85,6	66,6	50,9	79,2
18 a 24	20,1	9,7	31,9	21,4	72,9	53,2	-	-

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.

Dentre os dados observados no quadro 05, vale destacar a queda da taxa de analfabetismo na faixa etária de 7 a 14 anos, que passa de 32,6% (considerado alto para esta faixa etária) para 17,4%. Isto ocorre porque o percentual de freqüência a escola aumentou substancialmente em todas as faixas etárias, em média 16% de freqüência em sala de aula.

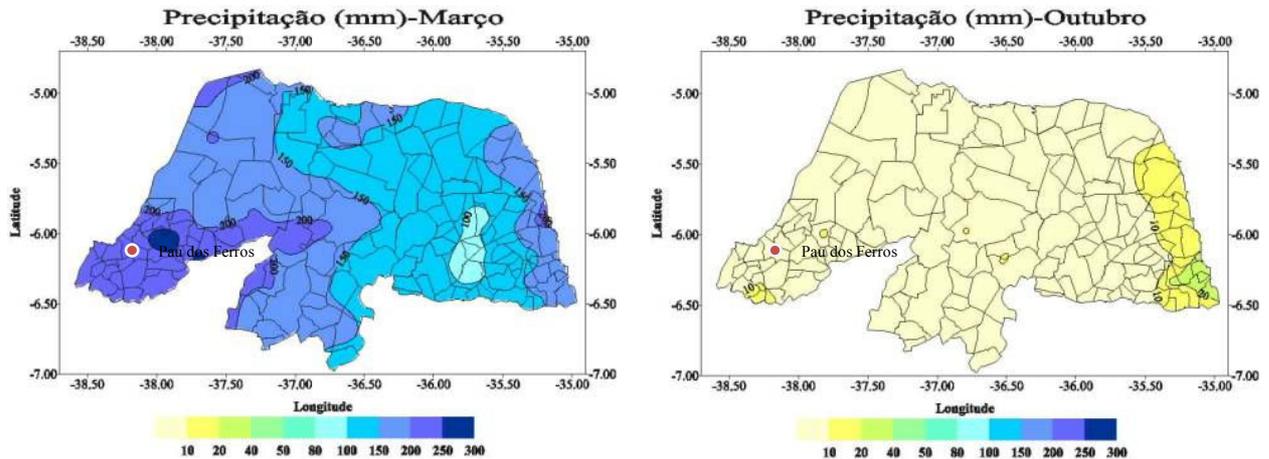
O município possui 6.301 domicílios permanentes, sendo 5.707 na área urbana e 594 na área rural. Destes, 5.597 são abastecidos através da rede geral de água, 352 através de poço ou nascente e 352 são abastecidos por outras fontes. 1.643 domicílios estão ligados à rede geral de esgotos e 4.770 têm coleta de lixo regular.

2.2.1. Clima

O município de Pau dos Ferros é caracterizado por um clima muito quente e semiárido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono. Segundo IDEMA (2009), a precipitação pluviométrica anual possui uma média de 721,3 mm sendo o período chuvoso entre os meses de fevereiro e junho.

Para se entender melhor as características climáticas do município de Pau dos Ferros, foram utilizados mapas do Estado produzidos pela Empresa Agropecuária do Rio Grande do Norte.

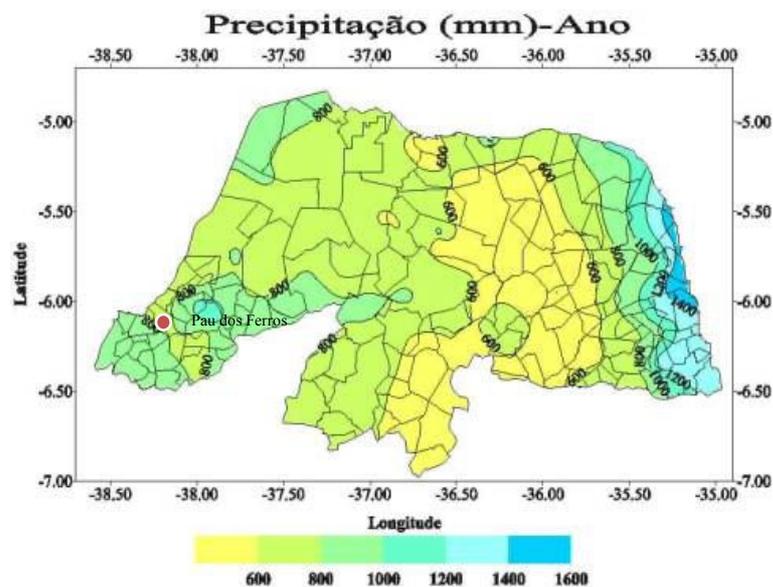
No ano de 2009, até o mês de junho, a precipitação total foi de 748,0 mm, ocorrendo um desvio de +26,7 mm em relação a média histórica (EMPARN, 2009). Ainda em relação à precipitação, março foi considerado o mês mais chuvoso em 2009, enquanto novembro aparece como o menos chuvoso (Figuras 11 e 12).



Fonte: EMPARN, 2009.

Figuras 11 e 12: Precipitação máxima e mínima nos meses de março e novembro de 2008 no Rio Grande do Norte.

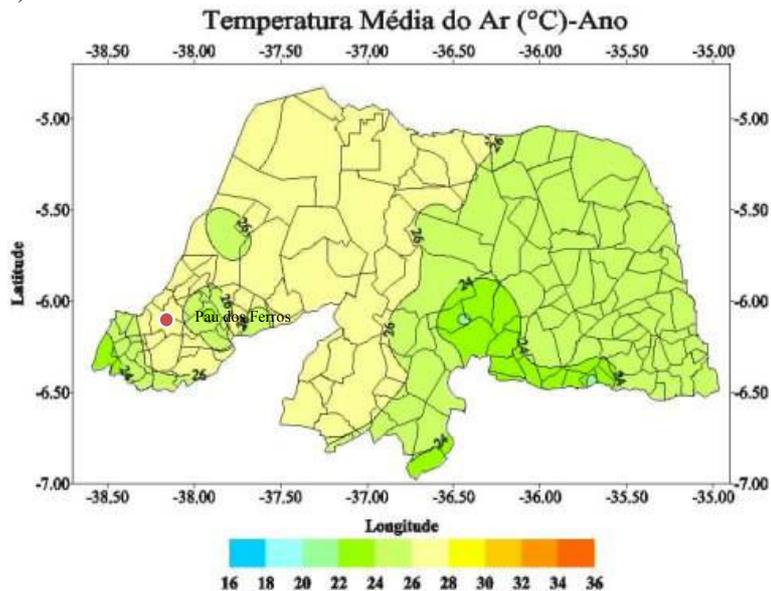
O acumulado da precipitação para o ano de 2008 manteve-se entre os 600 e 800 mm de chuvas anuais, muito abaixo do litoral potiguar, com um média acima dos 1.400 milímetros de chuvas no ano(Figura 13).



Fonte: EMPARN, 2009.

Figura 13: Precipitação média do ano de 2008 para o Rio Grande do Norte.

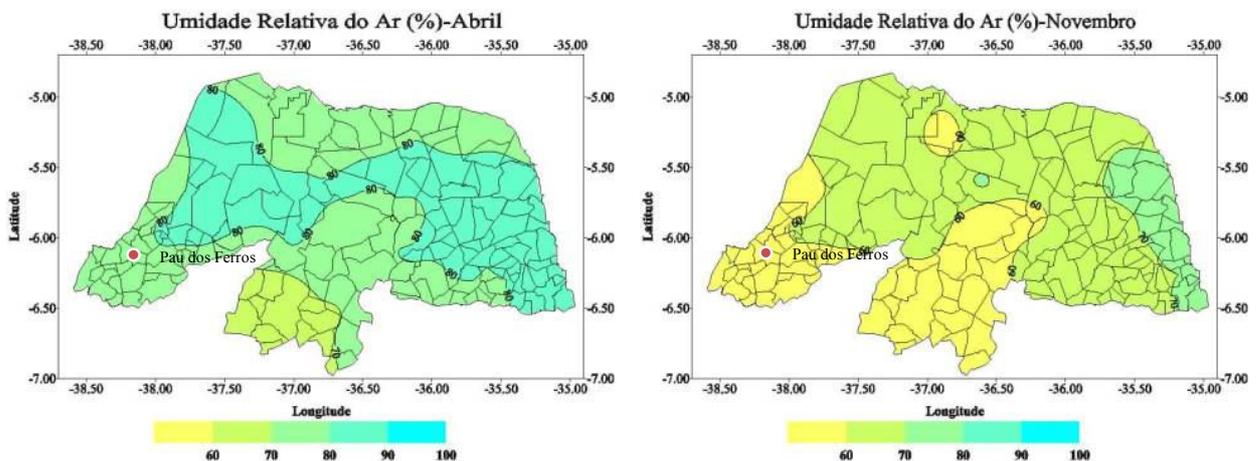
A Região do Alto Oeste Potiguar é caracterizada pelas maiores temperaturas do Estado, localizada na região semiárida nordestina. O município de Pau dos Ferros está localizado entre serras e este fato faz com que a cidade tenha uma temperatura média do ar ainda maior no período do verão. De acordo com a EMPARN (2009), a temperatura média do ar anual para o município é de 28,1° C, sendo a máxima de 36° C e a mínima de 21°C em 2008. (Figura 14)



Fonte: EMPARN, 2009.

Figura 14: Temperatura média para o ano de 2008 no Rio Grande do Norte.

Outra característica climática importante a ser analisada para Pau dos Ferros é a umidade relativa do ar que varia em torno de 66%. Desta média anual, o mês de abril é caracterizado como o mais úmido, com umidade relativa do ar entre 70 e 80%, enquanto que o mês de novembro não ultrapassa os 60%. (Figuras 15 e 16). (EMPARN, 2009)



Fonte: EMPARN, 2009.

Figuras 15 e 16: Umidade relativa do ar no ano de 2008 para o Rio Grande do Norte.

Analisando estas características climáticas em conjunto, percebe-se que o clima quente preponderante nesta porção do território potiguar, associado a escassez de água, dificulta a realização de atividades econômicas importantes para a região, como a agricultura e a pecuária.

2.2.2 Vegetação

O município de Pau dos Ferros está inserido no bioma caatinga e está associada ao sub-grupo caatinga hiperxerófila. A palavra caatinga, na língua indígena significa “mata branca/aberta”. De acordo com Fernandes (2007), a franca penetração da luz no interior de sua vegetação arbórea e caducifólia, faz com que haja um ambiente claro e ensolarado, contrastando com as condições sempre escuras das matas fechadas ou perenifólias. Isto pode explicar o significado dado pelos indígenas a terminologia caatinga.

Ainda segundo o autor, a caatinga se caracteriza por ser garranchenta e espinhosa, com florística mais homogênea e circunscrita, quase sempre, ao ambiente da Depressão Sertaneja, sobre embasamento cristalino.

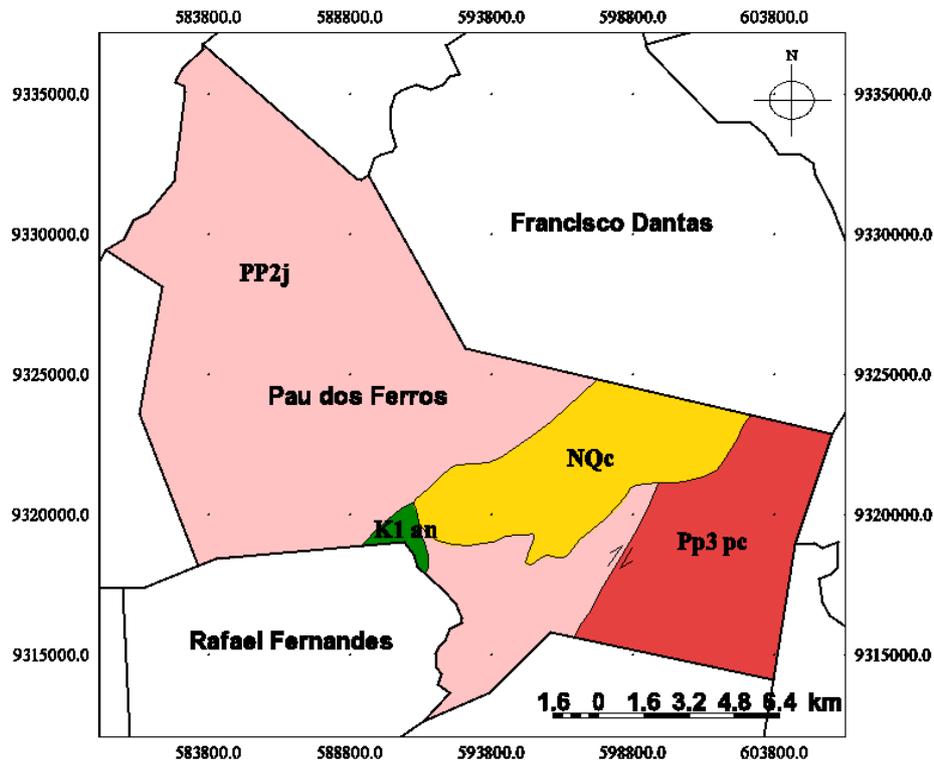
A formação caatinga preponderante no município é a hiperxerófila e se caracteriza em uma vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhadas. Entre outras espécies, destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro (IDEMA, 2003).

2.2.3 Geologia e geomorfologia

Segundo CPRM (2005), o município de Pau dos Ferros encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do Complexo Jaguaretama, das Suítes Poço da Cruz (PP3 pc) e Calcialcalina de Médio e Alto Potássio Itaporanga (NP3 2cm), da Formação Antenor Navarro (K1an) e pelos depósitos Colúvio-eluviais (NQc), como pode ser observado na figura 17.

Geomorfologicamente predominam formas tabulares de relevos, de topo plano, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales de fundo plano (IDEMA, 2009).

Carta geológica do Município de Pau dos Ferros - RN



Coordenadas UTM - SAD 69

Fonte: CPRM, 2005.

Adaptado por Franklin Roberto da Costa, 2010.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Cenozóico

NQc Depósitos colúvio-eluviais: sedimento arenoso, areno- argiloso e conglomerático.

Mesozóico

K1 an Formações Antenor Navarro (an): arenofino a grosso, siltito e argilito (leque aluvial e fluvial entrelaçado).

Paleoproterozóico

Pp3 pc Sulte Poço da Cruz augan gnaise granítico, leuco-ortognaise quartzo monzonítico a granito (1900 Ma U-Pb)

PP2J Complexo Jaguaretama: ortognaise migmatizado tonalítico a granodiorítico e granítico, migmatito, restos de supracrustais.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

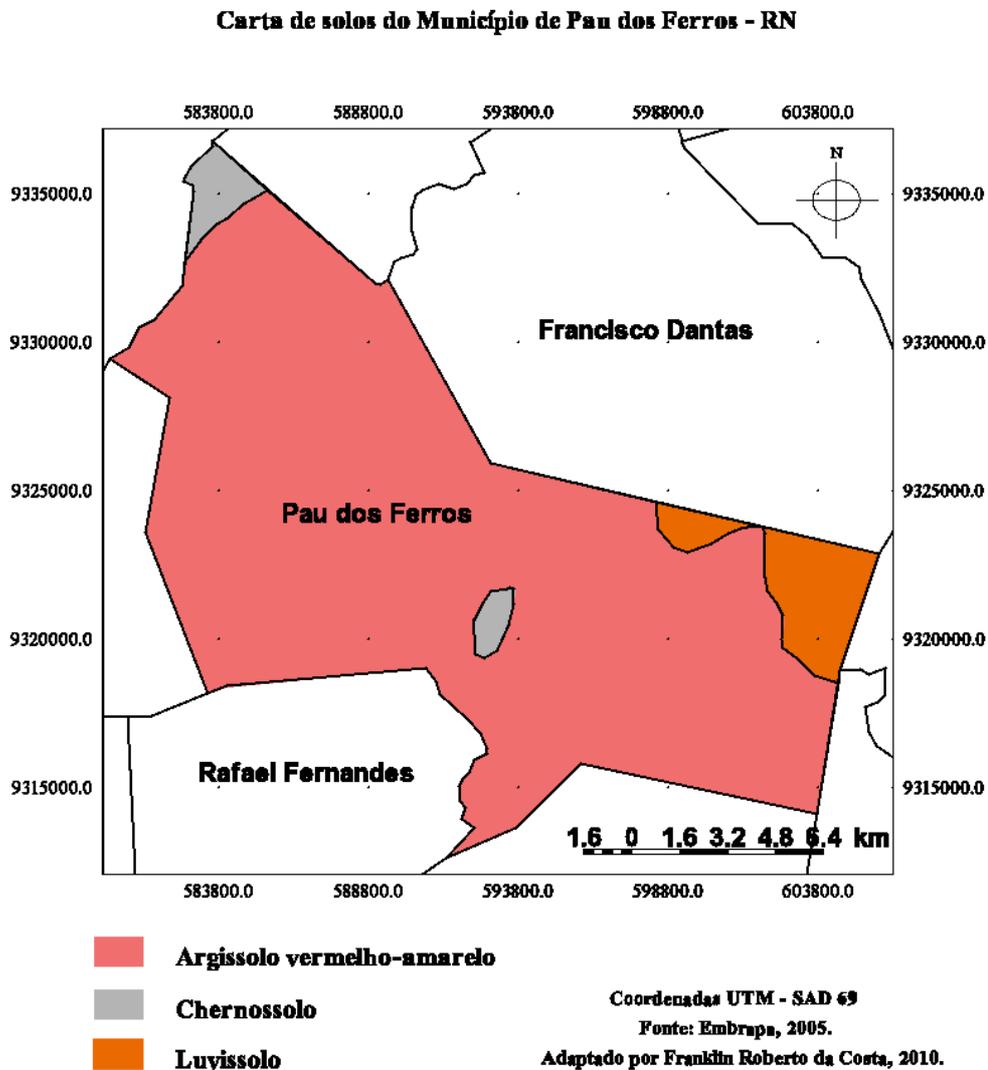
-  Contato geológico
-  Falha ou fratura
-  Falha ou Zona de Cisalhamento Transcorrente Central

Fonte: CPRM, 2005.

Figura 17: Mapa Geológico de Pau dos Ferros – RN.

2.2.4 Solos

De acordo com Embrapa (2005), o município de Pau dos Ferros é formado por três tipos de solos: (argissolo) vermelho-amarelo, bruno não cálcico (luvissolo) e rendizna (chernossolo), como pode ser visto na figura 18. Dentre eles o predominante é o podzóico vermelho-amarelo. Segundo o IDEMA (2009), este tipo de solo possui fertilidade alta, textura média e média cascalhenta, acentuadamente drenado, relevo suave. Em relação ao uso, o autor afirma que este tipo de solo é restrito a culturas resistentes à seca, recomendando o uso intensivo de práticas de controle de erosão.



Fonte: Adaptado do EMBRAPA, 2005.

Figura 18: Mapa de solos em Pau dos Ferros – RN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Disponível em <http://conjuntura.ana.gov.br>. Acesso em março 2009.
- ALMEIDA, S. A.; CUELLAR, M.D.Z.; AMORIM, R. F; COSTA, A. M.B. Caracterização das Bacias Hidrográficas dos Rios Apodi/Mossoró e Piranhas/Assú (RN): mapeamento do uso do solo através das imagens do satélite CBERS 2 e análise sócio-econômica. *Revista Fapern*. Natal, v.1, n.2, p.5-9, out./nov. 2006.
- AMARO, António. Consciência e cultura do risco nas organizações. In: **Revista Territorium**. Coimbra, n. 12, p. 5-9. 2005.
- AUGUSTO FILHO, O. . Cartas de risco de escorregamentos e planos de seguro no Brasil: um ensaio em Caraguatatuba (SP). In: **Revista Geotecnica** (Lisboa), Lisboa, v. 108, p. 197-214, 2006
- BARTHOLO Jr., Roberto; BURSZTYN, Marcel. **Amazônia sustentável: uma estratégia de desenvolvimento para Rondônia 2020**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1999.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**: consolidação dos estudos ambientais. Brasília: BRASIL, 2007. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/saofrancisco/>. Acesso em: 10 out. 2008.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**: relatório de impactos ambientais - RIMA. Brasília: BRASIL, 2004. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/saofrancisco/>. Acesso em: 10 out. 2008.
- BRIGUENTI, E.C.; CARPI JR. S.; DAGNINO, R.S. Identificação de riscos hidrogeomorfológicos em unidades geossistêmicas da bacia do ribeirão das Anhumas, Campinas/SP. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal. **Anais...**Natal: DGE/UFRN, 2007. 20p. (CD-ROM)
- CÂMARA,G.; MEDEIROS, J.S. Princípios Básicos do Geoprocessamento. In: Assad, E.; Sano, E.E.(eds.), **Sistema de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. Brasília, DF, EMBRAPA., 1998 (2a. edição, revista e ampliada).
- CASTRO, M.G. (org). **Cultivando Vida desarmando Violências: experiências em educação, cultura, lazer, esporte e cidadania com jovens em situação de pobreza**. Brasília: Unesco, 2001.
- CASTRO, S.M. Estratégias, políticas e práticas para reduzir o risco de perigos naturais e a vulnerabilidade. Disaster Preparedness Management. San Jose, Costa Rica: 2001. In: ROCHA, Geraldo César. **Riscos ambientais: análise e mapeamento em Minas Gerais**. Juiz de Fora – MG: Editora UFJF, 2005.

CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

COLLISCHONN, E.; RAUBER, A. Inundação x crescimento urbano – estudo de caso na cidade de Venâncio Aires. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p.288-296. (CD-ROM)

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Pau dos Ferros, estado do Rio Grande do Norte**. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DAGNINO, Ricardo de Sampaio ; CARPI JUNIOR, Salvador . Risco ambiental: conceitos e aplicações. In: **CLIMEP : Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, p. 50-87, 2007. ISSN/ISBN: 1980654X. Homepage: <http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/climatologia/article/view/1026/958>.

DAVIS JR., C. A., FONSECA, F. T. **Introdução aos Sistemas de Informações Geográficas**. [s.n]: Belo Horizonte, 2003.

DIAS, J. E.; GOES, M. H. D. B. e GOMES, O. V. D. O. Áreas de riscos de enchentes no município de Volta Redonda: uma aplicação por geoprocessamento. In: **Caminhos de Geografia**. Uberlândia - MG, v.2, n.10, p.013-025, set 2003.

DUQUE, R. C.; MENDES, C. L. **O planejamento turístico e a cartografia**. Campinas – SP: Editora Alínea, 2006. 92p.

EIRD - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. **Los desastres y su impacto: una aproximación a la realidad**. http://www.eird.org/esp/revista/no_13_2006/art5.htm.

ENOMOTO, C. F. **Método para elaboração de mapas de inundação**: estudo de caso para a Bacia do Palmital, Paraná. Curitiba: UFPR, 2004.132p. Dissertação (Mestrado), UFPR.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**: fundamentos fitogeográficos. Ceará: Edições UFC, 2007.

FERREIRA, G. Inundação em Pau dos Ferros. Disponível em: http://4.bp.blogspot.com/_Yg6WfOxKog4/Sa1s3TI7cUI/AAAAAAAAAww/ICSWB5YH54q4/s1600-h/Pau+dos+ferros+chuva.jpg. Acesso em maio 2009.

FREITAS C. M. de; GOMEZ C. M.: Análise de riscos tecnológicos na perspectiva das ciências sociais. In: **História, Ciências, Saúde**. Manguinhos, vol. III (3):485-504, Nov. 1996-Feb. 1997.

FREITAS JUNIOR, D.S. e SALES, M.C.L. Tendências de precipitação para a cidade de Fortaleza entre os anos 1974-1998. In: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina - *EGAL*, 2009, Montevideo. Anais ...Montevideo: Imprensa Gega, 2009. v. único. p. 1-12.

GALDINO, S.; SILVA, J. S.V. Análise da inundação de agosto de 1998 à jusante da cidade de Miranda – MS, no Pantanal. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. **Anais...**Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro, 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 67-76.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades** – Dados referentes ao município de Pau dos Ferros, 2007. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em maio de 2009.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. **Perfil do seu município**. Natal – RN. 2003. Disponível em: www.idema.rn.gov.br. Acesso em maio de 2009.

ISDR (INTERNACIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION). **Living with risk**. A Global review of disaster reduction initiatives. United Nations, Inter-Agency Secretariat. ISDR Secretariat. Preliminary Version. Geneva, Switzerland, 2002.384p.

JACOBI P. R.. O Brasil depois da Rio+10. In: **Revista do Departamento de Geografia**, Rio de Janeiro, vol. 15 (2002) 19–29.

JESUS, J. A. Simulação de inundações urbanas com imagens CBERS, DEM SRTM e levantamentos GPS – Estudo de caso na cidade de Jacobina, BA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: INPE, 2007, p. 929 – 937.

MACEDO, E. S.; AUGUSTO FILHO, O. . Gerenciamento de riscos geológicos: uma resenha da base técnica utilizada pela Divisão de Geologia do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. In: **Revista Universidade Guarulhos**, Guarulhos, v. 3, n. 6, p. 49-57, 1998.

NASCIMENTO, J.A.S.; MAURO, C.A. A sustentabilidade ambiental urbana a partir de uma perspectiva espacial: o caso das cidades da Amazônia brasileira. In: **Mercator** - Revista de Geografia da UFC. Fortaleza – CE, ano 05, n. 09. p. 113-121, 2006.

NEVES, K. B. L. **Avaliação da relação entre doenças hídricas e inundações por meio de imagens de radar Jers-1**: estudo de caso: Bacia do Rio Madeira, Rondônia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. 160p.

PEREIRA E SILVA, L. **Modelagem e geoprocessamento na identificação de áreas com risco de inundação e erosão na bacia do rio Cuiá**. João Pessoa, Paraíba: UFPB, 2007.118p. Dissertação (Mestrado), UFPB.

PEREIRA FILHO, A.J.; HALLAK, R.; BARROS, M.T.L.; aspectos socioeconômicos e hidrometeorológicos das enchentes na região metropolitana de São Paulo no período de 2000 a 2004. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p.633-642. (CD-ROM)

PORTO M. F. de S.; FREITAS C. M. de. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. In: **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 13(Supl. 2):59-72, 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v13s2/1364>. Pdf. Acesso em fev. 2009.

RIBOT, J.C.. Decentralized natural resource management: Nature and democratic decentralization in sub-Saharan Africa: **A summary report prepared for Symposium on Decentralization Local Governance**, 2002. Disponível em http://www.uncdf.org/english/local_governance/thematic_papers. Acesso em março de 2009.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: o autor, 2000. 220p.

ROCHA, Geraldo César. **Riscos ambientais: análise e mapeamento em Minas Gerais**. Juiz de Fora – MG: Editora UFJF, 2005.

ROCHA, JOÃO SOROMENHO, Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis. **Territorium**, revista de Geografia física aplicada no ordenamento do território e gestão de riscos naturais, 1995. p. 11-19.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE – SERHID. **Bacia hidrográfica do rio Apodi**, 2000. Disponível em: <http://www.serhid.rn.gov.br>. Acesso em mar. 2008.

SILVA, A. P. M.; BARBOSA, A. A. Validação da função mancha de inundação do SPRING. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5499-5505

SILVA, D.F.; SOUSA, F.A.S.; KAYANO, M.T. et al. Acompanhamento climático das bacias hidrográficas do rio Mundaú (AL e PE) e do rio Paraíba (PB). In: **Revista Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.3, p.079-093, set/dez 2008.

SILVEIRA, W.N.; KOBAYAMA, M. Histórico de inundação em Joinville/SC – Brasil, no período de 1851-2007. In XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007. 16p. (CD-ROM)

SOUZA, C.R.G. Risco a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 231-247. (CD-ROM)

SOUZA, Célia Regina de Gouveia. Riscos a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis GEDN/UDESC, 2004. P. 231-247, (CD-ROM)

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana e Controle de Inundação. In: **Ciência da Terra e meio ambiente**. São Leopoldo – RS: Editora da Unisinos. p 147 - 174. 1999.

_____; BERTONI, J.C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. 156p.

_____. Gerenciamento Integrado de Inundações Urbanas no Brasil. In: **Revista de Gestão da Água na América Latina**, Vol.1, nº1, jan/jun/2004.

_____. **Gestão das inundações urbanas**. Apostila para o curso de Gestão das inundações urbanas. Porto Alegre, 2005. 197p.

VALENCIO, N.F.L.S.; CAMPOS, P.F.C.; TRIVELIN, L.M. Gestão de desastres no Brasil: considerações acerca das políticas de emergência ante os perigos hidrometeorológicos. In: MARTINS, R.C.; VALENCIO, N.F.L.S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucionais**. São Paulo: RiMa, 2003.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade ambiental iso 14000**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2002.

VEYRET, Yvette & MESCHINET DE RICHEMOND, Nancy. O Risco, os riscos. In: VEYRET, Yvette (Org.) **Os Riscos – o Homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. (p. 23-79)

VEYRET, Yvette (Org.) **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. 320p

**Capítulo 1. Artigo a ser submetido para a Revista
PRODEMA**

**O texto apresentado segue estrutura e normas exigidas
pela revista, as quais encontram-se no Apêndice 1**

INUNDAÇÕES X EXPANSÃO URBANA NO SEMIARIDO NORDESTINO: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PAU DOS FERROS, RN, BRASIL

Franklin Roberto da Costa

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Departamento de Geografia

Mestre do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente –

PRODEMA/UFRN.

E-mail: franklincosta@uern.br.

Raquel Franco de Souza Lima

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Departamento de Geologia

Programa de pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFRN.

Doutora em Engenharia de Recursos Naturais pela Tohoku University, Japão

e-mail: raquel@geologia.ufrn.br

RESUMO

Este trabalho objetiva avaliar o processo de expansão urbana entre 1987 e 2008, delimitar as áreas de inundação e analisar a relação entre áreas inundáveis e a expansão urbana no semiárido nordestino, tendo a cidade de Pau dos Ferros como área de estudo. Para identificação da expansão urbana, foram utilizadas fotografias aéreas (1987) e imagem de satélite CBERS 2B (2008), no SIG SPRING 5.0. Para efeito de delimitação das áreas de inundação, foram considerados os dados do ano de 2004. Os resultados permitem visualizar a rápida expansão da área urbana de Pau dos Ferros, em áreas periféricas anteriormente não ocupadas, sendo maior na porção centro-sul da cidade. Este fato, associado à maior geração de resíduos, impermeabilização do solo e retirada de vegetação, são fatores que contribuem para a intensificação das cheias na área. Esta situação pode ser agravada pela Integração do São Francisco, que perenizará o rio principal da bacia.

Palavras chave: geotecnologias, transposição do Rio São Francisco, inundações

ABSTRACT

This work aims to assess the process of urban expansion between 1987 and 2008, define the areas of flood and examine the relationship between flood areas and urban growth. For identification of urban expansion, aerial photographs (1987) and satellite images CBERS 2B (2008) were used, incorporated in the GIS spring 5.0. For demarcation of flood areas data of 2004 were used. The results allow visualizing the rapid expansion of the urban area of Pau dos Ferros. The expansion occurs in peripheral areas previously not occupied, and is greater in south central portion of the town. This fact associated to the increasing generation of waste, soil sealing and removal of vegetation, are factors that contribute to the intensification of floods in the area. This situation may be aggravated by the integration of San Francisco River, that will become perennial the main river in the basin.

keywords: geotechnologies, São Francisco river transposition, floodings.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano observado nos dias atuais vem de um processo estruturado nas últimas décadas do século XX, principalmente em virtude das transformações ocorridas pela evolução do comércio internacional, aliado aos avanços tecnológicos dos meios de comunicação, demonstrando assim, uma área de atração para uma melhor qualidade de vida.

Ao se referir sobre urbanização ou desenvolvimento urbano, vem à mente as áreas metropolitanas. Elas são vistas, de acordo com Wanderley (2001), como *pólos do progresso e da civilização*, uma vez que estes [...] *grandes centros concentram as atividades econômicas dinâmicas e as oportunidades de acesso a bens e serviços de toda ordem, que atraem a população dos pequenos centros e das áreas rurais*.

No entanto, percebe-se que o homem do campo, ao chegar nestes centros urbanos, depara-se com uma realidade diferente daquela que fora almejada, uma vez que o conhecimento profissional em áreas que poderiam garantir uma melhor qualidade de vida está distante da sua realidade, restando-lhe apenas subempregos e submoradias (CARLOS, 2009; BRITO, 2006; FERREIRA, 2000; CUNHA, 2005).

A busca pela moradia própria incorre em um processo de ocupação, via de regra, desordenada e em áreas propícias a ocorrência de desastres naturais, como, por exemplo, as áreas ribeirinhas sujeitas a inundações, no período das cheias (HORA e GOMES, 2009).

No Brasil, o processo de ocupação desordenada vem se realizando segundo duas vertentes principais: *Por um lado, concentra grandes contingentes populacionais – em termos de tamanho absoluto – em um número reduzido de áreas metropolitanas e grandes cidades como Rio de Janeiro, São Paulo, outras áreas metropolitanas e capitais regionais e sub-regionais; e, por outro, alimenta o crescimento da população urbana de um número grande – e crescente – de cidades de diferentes tamanhos que se integram num complexo padrão de divisão territorial do trabalho social tanto entre o campo e a cidade como entre as cidades* (FARIA, 1984).

É notório que as metrópoles brasileiras viram seu processo de crescimento intensificado pelos avanços tecnológicos como modo de produção adotado e ratificado pelo capitalismo em todo o mundo. O reflexo deste processo foi o surgimento de cidades periféricas que herdaram problemas ambientais que ocorriam exclusivamente em cidades grandes, tais como escorregamentos, retirada da vegetação e inundações. O processo de ocupação destas novas cidades (pequenas e médias) segue os passos da forma desordenada de implantação da estrutura urbana das cidades consideradas maiores e hoje se tornaram vítimas dos fenômenos naturais decorrentes destas ações mal sucedidas.

O processo de inundação em Pau dos Ferros pode vir a se agravar pela inserção das águas provenientes da Integração da Bacia do São Francisco. A consequência direta deste projeto será a perenização do Rio Apodi, modificando a realidade local nos setores econômicos, políticos, sociais e principalmente ambientais, uma vez que o rio principal da bacia, antes intermitente, terá um volume constante, tornando-se perene. Com as chuvas, a tendência será a expansão das áreas de inundação deste rio.

Neste sentido, este trabalho tem como proposta a identificação das principais áreas de inundáveis na cidade de Pau dos Ferros, a partir da produção de cartas temáticas. Até onde se sabe, este trabalho é pioneiro na Região do alto curso do rio Apodi. Espera-se que esta identificação contribua na elaboração da carta de risco de inundação municipal, subsidiando os gestores na implementação de políticas públicas voltadas para a amenização dos problemas advindas das inundações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cidades pequenas: Algumas considerações

No Brasil, ainda não há um consenso em relação aos critérios para a identificação de cidades pequenas, sendo consideradas, em alguns casos, sinônimo de municípios pequenos. Isto porque não há um esclarecimento sobre a forma de análise, onde alguns autores levam em consideração o total da população do município; outros a população urbana e ainda tem aqueles que analisam apenas pela população da sede municipal.

Segundo Morais (2009), de acordo com o Decreto-Lei 311 de 1938, todas as 5.564 sedes municipais são conhecidas como cidades, *independente do tamanho do perímetro urbano, da quantidade de habitantes e da dinâmica territorial do desenvolvimento. A vigência dessa definição permite a configuração de um universo de cidades bastante diferenciado, que inclui desde aglomerações com cerca de 10 milhões de habitantes até núcleos com menos de 1.000 habitantes.*

Neste sentido, analisando a quantidade de municípios existentes no país e sua população, têm-se uma idéia da importância das cidades pequenas na avaliação da taxa de urbanização no Brasil, que segundo dados do IBGE em projeção, apresentam resultados que podem ser visto na tabela 1 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

De acordo com a tabela 1, observa-se uma projeção de crescimento da taxa de urbanização no Brasil, apresentando um aumento de 3,7% ao longo dos 07 anos, passando de 81,3% para 85% no ano de 2007. Este crescimento é causado pelo aumento percentual considerável das Regiões Norte e Nordeste, que, mesmo com as menores taxas percentuais de urbanização do país em 2007 (75,9 e 74,9), apresentaram um crescimento de 6,0 e 5,8% respectivamente. As outras Regiões tiveram aumentos percentuais menores que 5%, mostrando, portanto, um crescimento mais acelerado da urbanização nas Regiões Norte e Nordeste, em detrimento das demais.

Tabela 1. Proporção (%) de população urbana segundo a Região: 2000-2007

Região	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil	81,3	82,1	82,6	83,1	83,6	84,1	84,5	85,0
Reg. Norte	69,9	71,3	72,1	73,0	73,8	74,5	75,2	75,9
Reg. Nordeste	69,1	70,4	71,2	71,9	72,7	73,5	74,2	74,9
Reg. Sudeste	90,5	90,9	91,1	91,3	91,6	91,8	92,0	92,2
Reg. Sul	80,9	82,0	82,6	83,2	83,9	84,4	85,0	85,6
Reg. Centro-Oeste	86,7	87,5	87,9	88,4	88,8	89,2	89,6	90,0

Fonte: Adaptado de Ministério da Saúde (2008).

Outro dado importante, quando se analisam as cidades brasileiras, é a quantidade de municípios e sua população residente, pois, a partir de dados do IBGE (2009), é possível visualizar um aumento no número de municípios com mais de 50 mil habitantes em todo o país, como pode ser visto na tabela 2.

O quadro apresenta dados relevantes quando se leva em consideração as cidades com até 50 mil habitantes, onde diversos autores as classificam como cidades pequenas e/ou

médias, variando de acordo com a metodologia de análise (quantitativa ou qualitativa). Podem ser citados Santos (1979, 1989) e Moreira (2006).

Tabela 2. Número de municípios (valor absoluto) por classe de população no Brasil 1970 – 2008.

População	1970	1980	1991	2000	2008
De 0 a 20 mil	2.875	2.737	3.094	4.024	3.970
De 20 a 50 mil	826	872	926	958	1.026
De 50 a 100 mil	157	240	284	301	313
De 100 a 500 mil	83	124	162	193	220
Mais de 500 mil	11	18	25	31	35
Total	3.952	3.991	4.491	5.507	5 564

Fonte: Banco de Dados Agregados - SIDRA, IBGE, 2008. Grifo nosso.

Neste caso, percebe-se que a soma dos municípios com até 50.000 habitantes é igual a 4.996 dos 5.564 municípios existentes no país para o ano de 2008. Estes dados representam 89,79% dos municípios do país, refletindo assim a importância de analisar as cidades pequenas, já que destes valor percentual, 71,35% são cidades com menos de 20.000 habitantes e 18,44% são de cidades entre 20 e 50 mil habitantes.

A Região Nordeste brasileira é a que possui a maior quantidade de municípios com menos de 50.000 habitantes, totalizando 1.793 (IBGE, 2009). Destes, 429 são municípios com população entre 20 e 50.000 habitantes, onde se insere o município de Pau dos Ferros – RN (Tabela 3).

Tabela 3. Número de habitantes por município na Região Nordeste do Brasil em 2008.

Número de habitantes	Número de Municípios
Até 5 000	228
De 5 001 a 10 000	388
De 10 001 a 20 000	586
De 20 001 a 50 000	429
De 50 001 a 100 000	109
De 100 001 a 500 000	42
Mais de 500 000	11
Região Nordeste	1 793

Fonte: IBGE, 2009.

No Rio Grande do Norte, particularmente na Microrregião Pau dos Ferros, predominam municípios com menos de 20.000 habitantes, como pode ser visto na tabela 4.

Percebe-se que dentre os municípios pertencentes à Microrregião de Pau dos Ferros, apenas o município homônimo possui população acima de 20 mil habitantes. Isto porque a cidade de Pau dos Ferros agrega grande parte dos serviços públicos, além de serviços clínicos e hospitalares fornecidos por empresas privadas instaladas no local.

Tabela 4. Municípios da microrregião Pau dos Ferros - RN e a população residente, 2008. (valores percentual e absoluto) por classe de população no Brasil 1970 – 2008.

Municípios da Microrregião Pau dos Ferros	Nº de habitantes
Alexandria	13.729
Francisco Dantas	2.928
Itaú	5.758
José da Penha	5.982
Marcelino Vieira	8.112
Paraná	3.886
Pau dos Ferros	26.728
Pilões	3.381
Portalegre	6.855
Rafael Fernandes	4608
Riacho da Cruz	3025
Rodolfo Fernandes	4569
São Francisco do Oeste	3669
Severiano Melo	5671
Taboleiro Grande	2278
Tenente Ananias	9311
Viçosa	1769
Microrregião Pau dos Ferros	112.259

Fonte: IBGE, 2009.

A construção de novos prédios públicos valorizou a cidade como prestadora de serviços públicos e, concomitantemente, propiciou um incremento no comércio varejista e de atacado. O efeito direto deste incremento foi o aumento da população local, que migrou para cidade de Pau dos Ferros em busca de melhores condições de vida.

A consequência direta desta ocupação desordenada são impactos socioambientais que aparecem no dia a dia do cidadão paufferrense, tais como resíduos sólidos e líquidos lançados a céu aberto, poluição sonora e visual, além da falta de moradia para parte da população, que se vê obrigada a ocupar áreas indevidas, contribuindo para ocasionar um dos principais riscos ambientais existentes nos ambientes urbanos: as inundações.

2.2 Riscos ambientais x ocupação urbana: conflitos de interesses

Os riscos ambientais estão associados aos riscos naturais e aos riscos promovidos pela ação humana, principalmente a partir do uso e ocupação do território. No caso brasileiro, tal ocupação tem se tornado um fator de insustentabilidade, nos moldes atuais do processo de ocupação. Neste sentido, Nascimento e Mauro (2006) *entendem que a urbanização não é simplesmente o crescimento do número e tamanho da população das cidades e da população urbana, mas corresponde também ao predomínio de novos padrões do uso do espaço e das relações ambientais entre os seres humanos e seu entorno.*

A grande questão que envolve os riscos ambientais urbanos reside no fato de que há um processo de crescimento urbano desordenado, ocasionado principalmente pelas políticas urbanas inadequadas – informalidade do padrão de urbanização, queda de investimentos em infra-estrutura, equipamentos urbanos e transporte público, aumento das enchentes, dificuldade na gestão dos resíduos sólidos, além dos impactos na poluição do ar e da saúde da

população (JACOBI, 2002). Segundo este autor, a dinâmica da urbanização pela expansão de áreas suburbanas produziu um ambiente segregado e altamente degradado, com efeitos muito graves sobre a qualidade de vida de sua população. Os riscos socioambientais estão mais susceptíveis para a população de renda mais baixa, o que se justifica por locais insalubres e inaptos onde são construídas suas moradias. Exemplos destas formas irregulares de ocupação são caracterizados, por exemplo, nas encostas de morros, vales de rios e nas proximidades a fábricas de produtos químicos (JACOBI, 2002).

Em áreas urbanas, entende-se que a falta de políticas públicas compatíveis com o intenso processo de urbanização e a falta de uma regularização e do uso adequado do solo, geram uma cidade clandestina, com a construção de residências nas proximidades dos rios. Esta ocupação gera a impermeabilização do solo urbano, aumentando assim o escoamento superficial e originando um número maior de áreas sujeitas a enchentes.

Outro fator que propicia o aumento dos riscos ambientais urbanos associados à questão hídrica está relacionado à emissão de resíduos sólidos, que impede e/ou dificulta o curso das águas, ocasionando o aumento no volume de água nos rios, acarretando inundações à jusante destas emissões, em áreas que anteriormente não sofriam tais impactos.

Neste caso, convém rever as políticas socioambientais adotadas e pensar na possibilidade da construção de propostas de políticas que dêem prioridade ao reordenamento urbano (uso do solo), visando com isso a diminuição das áreas de risco com possibilidades reais de desastres e, por conseguinte, minimizando os impactos ambientais causados pelo uso inadequado dos recursos naturais, ocorrência comum nas paisagens urbanas do país.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Apodi é uma das mais importantes para o Estado, abrangendo, segundo SERHID (2000), uma área de 14.276 km² de superfície, correspondendo acerca de 26,8% do território norterio-grandense. Esta bacia, localizada a oeste do Estado, limita-se ao sul com o Estado da Paraíba, a oeste com o Estado do Ceará, ao norte com o Oceano Atlântico e a leste com os municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Assú (ALMEIDA et al, 2006). Segundo Almeida et al. (2006), a Bacia Hidrográfica do Apodi engloba o total de 48 municípios, que abrange o total de 579.211 habitantes, de acordo com o censo do IBGE 2000.

O município de Pau dos Ferros – RN, que faz parte desta bacia, possui uma população de 26.728 habitantes (IBGE, 2007), e está localizado na porção oeste potiguar, tendo como quadrante de coordenadas geográficas: latitude 01: 6° 14' 18" sul e longitude 01: 38° 17' 44" oeste e latitude 02: 5° 59' 00" sul e longitude 02: 38° 01' 26" oeste. A área total do município é de 259,96 km², equivalente a 0,52% da superfície estadual e a área urbana com aproximadamente 5,0 km² (Figura 01).

O município de Pau dos Ferros é caracterizado por um clima muito quente e semiárido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono. Segundo IDEMA (2009), a precipitação pluviométrica anual possui uma média de 721,3 mm sendo o período chuvoso entre os meses de fevereiro a junho. No ano de 2009, até o mês de junho, a precipitação média foi de 748,0 mm, ocorrendo um desvio de +26,7 mm (EMPARN, 2009). Ainda em relação à precipitação, de acordo com EMPARN (2009), março foi considerado o mês mais chuvoso em 2008, enquanto novembro aparece como o menos chuvoso. O acumulado do ano de 2008 manteve-se na média entre os 600 e 800 mm de chuvas anuais.

A temperatura média anual para o município é de 28,1° C, sendo a média da temperatura máxima 36° C e a média da temperatura mínima 21°C em 2008 (EMPARN, 2009).

Em relação a umidade relativa do ar, Pau dos Ferros possui um percentual em torno de 66%, sendo o mês de abril o mais úmido, com valor entre 70 e 80% e o de novembro o menos úmido, abaixo de 60%. (EMPARN, 2009)

A vegetação característica do município é a Caatinga Hiperxerófila - vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhadas. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro (BRASIL, 1981).

O município de Pau dos Ferros encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do Complexo Jaguaratama, das Suítes Poço da Cruz e Calcialcalina de Médio e Alto Potássio Itaporanga, da Formação Antenor Navarro (K1an) e pelos depósitos Colúvio-eluviais (CPRM, 2005).

Geomorfologicamente predominam formas tabulares de relevos, de topo plano, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales de fundo plano (BRASIL, 1981).

O município de Pau dos Ferros é formado por três tipos de solos: argissolo vermelho-amarelo, luvisolo e chernossolo. Dentre eles o predominante é o podzólico vermelho-amarelo. Segundo Brasil (1981), este tipo de solo possui fertilidade alta, textura média e média cascalhenta, acentuadamente drenado, relevo suave. Em relação ao uso, este tipo de solo é restrito a culturas resistentes a seca, recomendando o uso intensivo de práticas de controle de erosão.

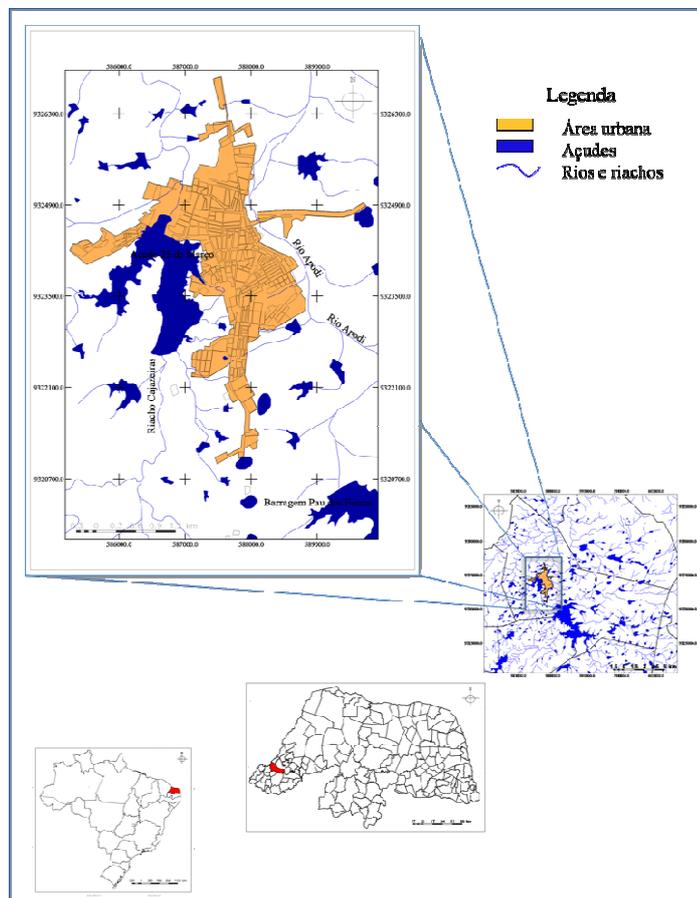


Figura 01. Localização da área em estudo.

3.2. Pau dos Ferros x Inundações – o caso em 2004

A cidade de Pau dos Ferros é conhecida como um dos centros regionais no Rio Grande do Norte, sendo responsável por parte dos serviços públicos oferecidos pelo Estado, além de serviços de saúde realizados por clínicas e farmácias privadas, especializadas nas mais diversas áreas de atuação.

Ao longo dos anos, foram construídos novos prédios públicos que aumentaram a importância da cidade como prestadora de serviços públicos e, concomitante, um incremento nos serviços do comércio varejista e de atacado. A consequência direta desta ação foi o crescimento urbano acelerado, ocasionando a ocupação indevida de áreas. Segundo Nascimento e Mauro (2006), a urbanização não é apenas o crescimento da cidade e o tamanho da população, mas a forma como esta se apropria do espaço e sua relação com o ambiente circunvizinho.

A cidade de Pau dos Ferros, assim como outros centros urbanos no país, ao longo da sua história, surgiu em áreas próximas aos rios, pela facilidade do uso da água para o consumo humano, assim como para eliminação dos resíduos produzidos pelos empreendimentos construídos no seu entorno.

O centro urbano foi edificado nas proximidades do rio principal da Bacia, o Apodi, e de seu afluente Riacho Cajazeiras. Como os rios são intermitentes, a necessidade de moradia fez com que as áreas ribeirinhas fossem ocupadas pela população ao longo dos anos, ocorrendo inundações durante e posteriormente ao período de chuvas, em função do transbordamento dos açudes que se encontram à montante da cidade (Açudes Pau dos Ferros e 25 de Março).

O resultado são edificações inundadas no período de cheia do rio, já que algumas destas estão inseridas no seu leito maior. Casas e lojas são tomadas pelas águas, ruas tornam-se intransitáveis, gerando perdas econômicas neste período do ano.

Para entender melhor a questão da inundação na cidade, nos primeiros dias de fevereiro de 2004, fortes chuvas ocorreram nas nascentes e no alto curso da Bacia, inundando parte do centro da cidade de Pau dos Ferros e os bairros de Riacho do Meio e São Geraldo. Nos primeiros 05 dias do mês foram registradas grandes precipitações pluviais, que totalizaram 99,8 mm apenas em Pau dos Ferros (EMPARN, 2009).

Registros destes acontecimentos são encontrados nos jornais locais, conforme reportagem do Jornal de Fato, de 05 de fevereiro (ARRUDA, 2004):

[...] “Para os comerciantes que trabalham na Rua Devenuto Fialho, localizada no centro da cidade, o dia de ontem foi de transtornos devido à inundação que ocorreu logo nas primeiras horas da manhã. O alagamento foi causado devido às chuvas que caíram terça-feira, 3, o que proporcionou a sangria da barragem de Pau dos Ferros com a lâmina de 1m30cm, suficiente para causar grandes prejuízos. Diversos comerciantes tiveram que proteger seus objetos e produtos para evitar perdas. Assim também agiram os moradores da região que já retiraram móveis e eletrodomésticos de suas casas. Muitos temem que o nível da água possa aumentar com a continuidade das chuvas. Segundo o técnico do Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS), Euzamar Marinho, o nível da água que inundou casas e pontos comerciais foi de meio metro e atingiu desde o Açougue Público até o Posto de Combustível Segundo Melo.”

Nos municípios localizados a montante de Pau dos Ferros, também houve grandes precipitações, como afirma o Engenheiro Fausto Magalhães, na mesma reportagem (ARRUDA, 2004):

[...]“O engenheiro e também técnico do DNOCS, Fausto Magalhães, diz que a inundação aconteceu devido às chuvas que caíram nas cidades de Major Sales (83 mm); José da Penha (52 mm); Luis Gomes (53 mm) e Riacho de Santana (50 mm). Fausto explica que os rios existentes nestes municípios após receberem as águas das chuvas deságuam na bacia do açude público de Pau dos Ferros, o que acarretou o aumento para 1m30cm. Ele diz que a situação dos moradores do Centro é instável e alerta que os moradores fiquem atentos, caso ocorra fortes chuvas, pois a situação tende a se agravar.”

Para ratificar esta afirmativa, buscou-se na EMPARN (2009) a média pluviométrica dos últimos 20 anos para os municípios localizados a montante de Pau dos Ferros e que influenciam diretamente na cheia do Rio Apodi durante o período chuvoso (Figura 02).

Na área de influência do Rio Apodi, desde a sua nascente, localizada no município de Luis Gomes, a Barragem de Pau dos Ferros, a média pluviométrica dos últimos 20 anos variou constantemente, indicando valores que oscilaram entre 270,22 mm em 1993 (média mais baixa do período), a 1204,75 mm anuais para o ano de 2004.

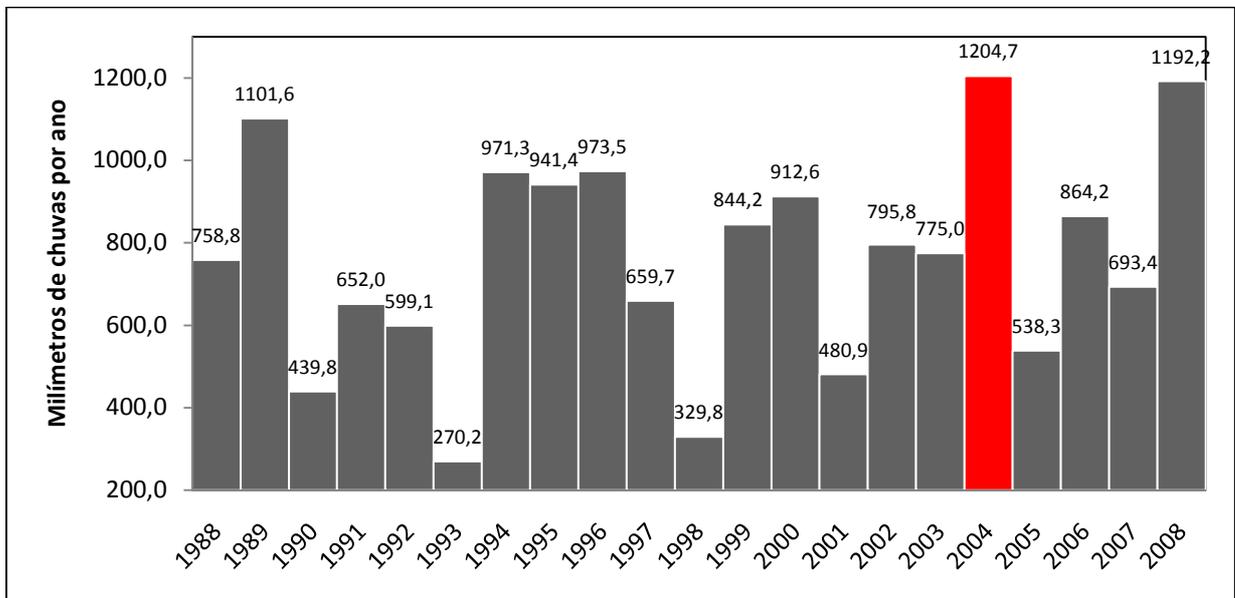


Figura 02: Média de pluviosidade dos municípios localizados a montante da barragem de Pau dos Ferros, entre os anos de 1988 e 2008.

Durante os 20 anos analisados, percebe-se que no ano de 2004, houve uma precipitação de 1.204,75 mm, equivalente a 63,24% maior que a média pluviométrica na área analisada que foi de 761,83 mm anuais. Além disso, a concentração das chuvas para o ano de 2004 se deu principalmente nos primeiros meses do ano, como pode ser visto no quadro 01.

Os dados por município demonstram que as chuvas ocorridas no ano de 2004 foram concentradas entre os meses de janeiro a abril. Pode-se destacar a média dos municípios de Luis Gomes e Marcelino Vieira, que apresentaram em um mês, valores equivalentes a média pluviométrica anual de alguns municípios da Região com 610,8 e 530,3 mm para o mês de janeiro, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5: Média pluviométrica dos municípios a montante da barragem de Pau dos Ferros por meses, para o ano de 2004.

Meses	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Média anual
Alexandria	350,9	249,9	127	137,5	27,3	92,3	23,3	0	0	0	0	0	1008,2
Pilões	422	216,7	124,6	92,6	42,1	100,3	13,2	0	0	0	0	0	1011,5
M. Vieira	530,3	243,9	145,2	61,2	57	104	0	0	0	0	0	0	1141,6
J. da Penha	440,9	247,1	136,3	99,4	42,2	98,2	11,7	0	0	0	0	0	1075,8
M. Sales	482	281	216,9	169,1	56,2	91,6	14,3	1	0	0	0	4,6	1316,7
Ten. Ananias	394,5	222,6	217	197,6	50	61,2	5,6	0	0	0	0	0	1148,5
Paraná	468,9	249,2	192,9	142,6	54,3	85,6	6,6	0,3	0	0	0	1,6	1202
Pau dos Ferros	385,7	276,6	241,2	123,2	59,6	71,4	34	6	0	0	0	27,4	1225,1
Luis Gomes	610,8	373,3	297,2	210,2	75,9	115,6	25,7	3	0	0	0	13,7	1725,4
R. de Santana	428	261,3	190,2	104,8	53,3	85,8	20,9	3	0	0	0	13,7	1161
S. dos Pintos	447	272,3	189,1	123,4	59,3	95,5	38,7	2	0	0	0	9,1	1236,4
Média mensal	451,0	263,1	188,9	132,9	52,5	91,0	17,6	1,4	0,0	0,0	0,0	6,4	1204,7

A média pluviométrica mensal mais elevada no ano de 2004 para os municípios se deu no mês de janeiro e chegou a 451,0 mm, acima da média anual para os anos de 1990, 1993 e 1998. E a soma da média das chuvas ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro (714,1 mm), aproxima-se da média encontrada para os 20 anos analisados (761,83 mm).

3.3. Metodologia

Os recursos básicos para a definição das áreas de inundação no presente trabalho foram as imagens do satélite CBERS 2B com instrumento imageador High Resolution Panchromatic Camera - HRC, que possui uma resolução espacial de 2,7 metros (obtida em 11 de outubro de 2008) e fotografias aéreas do município obtidas em agosto de 1987 com escala de imageamento 1:17.000, além da base cartográfica da Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – SERHID e pontos obtidos em campo via aparelho GPS. Estes dados foram trabalhados em laboratório com o software SPRING 5.0. Tal software possibilitou armazenar os dados obtidos, permitindo um reconhecimento suficiente das unidades geoambientais da área em estudo, além da realização do mosaico e georeferenciamento das fotografias aéreas. Associados de ao tratamento digital das imagens, os trabalhos de reconhecimento de campo em algumas áreas do Rio Apodi permitiram resolver problemas relacionados ao processo de identificação de objetos geográficos observados nas imagens.

A imagem de satélite refere-se à órbita ponto 149_A/107_2 do sensor HRC do satélite CBERS 2B. Utilizou-se o sistema de projeção UTM, datum horizontal SAD-69, meridiano central 39°, hemisfério sul, enquadrado no retângulo envolvente para georeferenciamento da base cartográfica da SERHID, com coordenadas planas X1: 577.332 e X2: 607.755 Y1:9.309.395 e Y2: 9.337.725

O uso dos dados de 1987 e 2008 teve a finalidade de analisar as transformações ocorridas no Rio Apodi – RN e no seu entorno, buscando visualizar as principais alterações decorrentes da ocupação urbana no município de Pau dos Ferros neste intervalo de tempo e as possíveis áreas de inundação.

O próximo passo foi organizar o Banco de Dados no software, a partir da construção do Projeto chamado Projeto Rio Apodi. A tabela 6 exemplifica esta organização.

Após a criação dos planos de informação, foi realizada a importação dos dados de altimetria, hidrografia, divisões municipais e limite da bacia, em formato *.SHP, que foram transformados em formato *.SPG para se tornar compatível com o software utilizado para o presente trabalho. Tais dados foram obtidos via Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH/RN.

Tabela 6. Organização das categorias utilizadas no trabalho

Categoria	Classes	Sub-categoria	Plano de Informação
Hidrografia	Cadastral	Hidrografia_cad	Açude 25 de março; Barragem Pau dos Ferros; Rios; Açudes
Altimetria	MNT	Mapa Altimetria	Amostras Grade retangular
Localidades	Cadastral	Limites	Limite municipal Pau dos Ferros Outras Localidades
Pontos GPS	Cadastral	Pontos GPS	Mapa pontos GPS
Imagem	Imagem	Imagem	CBERS 2B HRC 2008
		Imagem	Fotos aéreas 1987
Área urbana	Temático	Área urbana	Mapa da área urbana 1987
		Área urbana	Mapa da área urbana 2008

Após a importação dos vetores, o próximo passo foi a importação das imagens. A imagem do satélite CBERS era ortoretificada. Neste caso foram utilizados poucos pontos de controle para o georreferenciamento da imagem, a partir da base vetorial já instalada.

As fotografias aéreas foram digitalizadas para posterior georreferenciamento. Foram necessários mais pontos de controle para que as fotografias pudessem ser inseridas no SPRING com as coordenadas compatíveis com os demais produtos já presentes no projeto. Utilizou-se a imagem do satélite CBERS como base cartográfica, já que na análise visual percebeu-se uma maior facilidade de identificação dos objetos existentes no município.

Com as imagens inseridas no software SPRING 5.0, deu-se início ao processo de identificação da área urbana nos anos de 1987 e 2008. A vetorização da área urbana de 1987 foi realizada a partir das fotografias aéreas mosaicadas no Projeto, sendo possível identificar toda a área urbana no período, desde a área central da cidade (mais antiga) como a periferia.

A área urbana de Pau dos Ferros no ano de 2008 foi vetorizada a partir da imagem CBERS 2B, com resolução 2,7 metros. A cobertura por nuvens de uma pequena parte da cidade dificultou sua identificação. A solução para este problema foi a identificação em campo, tendo como ferramenta de auxílio o Sistema de Posicionamento Global – GPS. Os pontos obtidos da Barragem ao centro da cidade podem ser observados na tabela 7.

Tabela 7. Pontos e coordenadas GPS obtidos na cidade de Pau dos Ferros

Pontos GPS	X	Y	Identificação do ponto
Ponto 1	588.538	9.324.384	Ponte São Geraldo
Ponto 2	588.128	9.324.758	Bairro S. Geraldo (casas)
Ponto 3	588.183	9.324.680	Passagem molhada (escoamento das casas)
Ponto 4	588.876	9.324.996	Bueiro saída da cidade p/ Mossoró
Ponto 5	588.021	9.325.486	Na cidade (parte central)
Ponto 6	588.301	9.325.846	Leito menor (sem construções)
Ponto 7	588.086	9.325.134	Leito menor (curtume)
Ponto 8	588.046	9.324.938	Leito menor (esgoto lançado no rio)
Ponto 9	589.993	9.320.592	Parede da Barragem
Ponto 10	589.924	9.320.986	Desmatamento
Ponto 11	589.434	9.321.132	Retirada de sedimentos p/ trator

Ponto 12	589.361	9.321.192	Poço Governo do Estado
Ponto 13	589.354	9.321.314	Cerca em leito menor
Ponto 14	589.627	9.321.092	Sedimentos (assoreamento)
Ponto 15	590.023	9.321.012	Rio Apodi
Ponto 16	589.472	9.321.130	Corpo d'água em leito menor
Ponto 17	589.572	9.321.134	Meandro assoreado
Ponto 18	589.939	9.321.058	Corpo d'água em leito menor
Ponto 19	590.052	9.320.960	Pista caminhão corpo d'água
Ponto 20	590.030	9.320.804	Corpo d'água em leito menor
Ponto 21	588.100	9.324.664	Passagem molhada
Ponto 22	590.007	9321.006	Rio Apodi
Ponto 23	589.899	9.321.040	Rio Apodi
Ponto 24	588.544	9.324.404	Rio Apodi
Ponto 25	588.126	9.324.756	Rio Apodi
Ponto 26	588.064	9.324.598	Rio Apodi
Ponto 27	588.005	9.324.712	Rio Apodi
Ponto 28	586.322	9.324.496	Açude 25 de março
Ponto 29	586.872	9.324.418	Açude 25 de março
Ponto 30	586.776	9.324.440	Açude 25 de março
Ponto 31	586.788	9.324.540	Açude 25 de março
Ponto 32	587.160	9.324.192	Açude 25 de março

Estas informações permitiram complementar o processo de vetorização da área urbana de Pau dos Ferros para o período atual (ano 2008).

Além da área urbana, foram realizadas correções e melhorias na vetorização referente à hidrografia municipal, porque os dados obtidos via SEMARH estavam desatualizados e não havia uma topologia definida para os corpos de água vetorizados. Foi necessário criar uma topologia para o percurso do rio, que servisse de base para o mapeamento e identificação dos pontos indicados como inundáveis na cidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Expansão urbana no município de Pau dos Ferros (1987 – 2008)

A área urbana de Pau dos Ferros está localizada entre os rios Apodi e o riacho Cajazeiras, o qual abastece o açude mais antigo do município (25 de março), construído em 1919. Dados do IBGE demonstram que a população do município em 1991 era de 20.827 habitantes, sendo 17.782 na área urbana, equivalente a 85,38% da população total. Já no censo de 2000 foram cadastrados 24.758 habitantes, sendo 22.311 moradores da área urbana, o que elevou a taxa de urbanização para 90,12%. Isso demonstra um aumento percentual de 5,55%, em apenas 10 anos. Esse aumento da população teve como consequência a ampliação da área urbana, passando de 2,26 km² em área urbana no ano de 1987, para 4,85 km² no ano de 2008, como pode ser visto na figura 3, obtida a partir das fotografias aéreas de 1987 e da imagem de satélite de 2008.

No intervalo temporal entre 1987 e 2008, percebe-se uma duplicação da área urbana na cidade de Pau dos Ferros, com expansão em todas as direções, principalmente nas porções sul, norte e noroeste da cidade. Na porção noroeste surgem alguns bairros, como o Paraíso, nas proximidades do norte do açude 25 de março. Já ao sul da cidade, a leste do açude, um grande empresário local contribuiu significativamente para expansão urbana, ao construir uma expressiva quantidade de casas no bairro Nações Unidas.

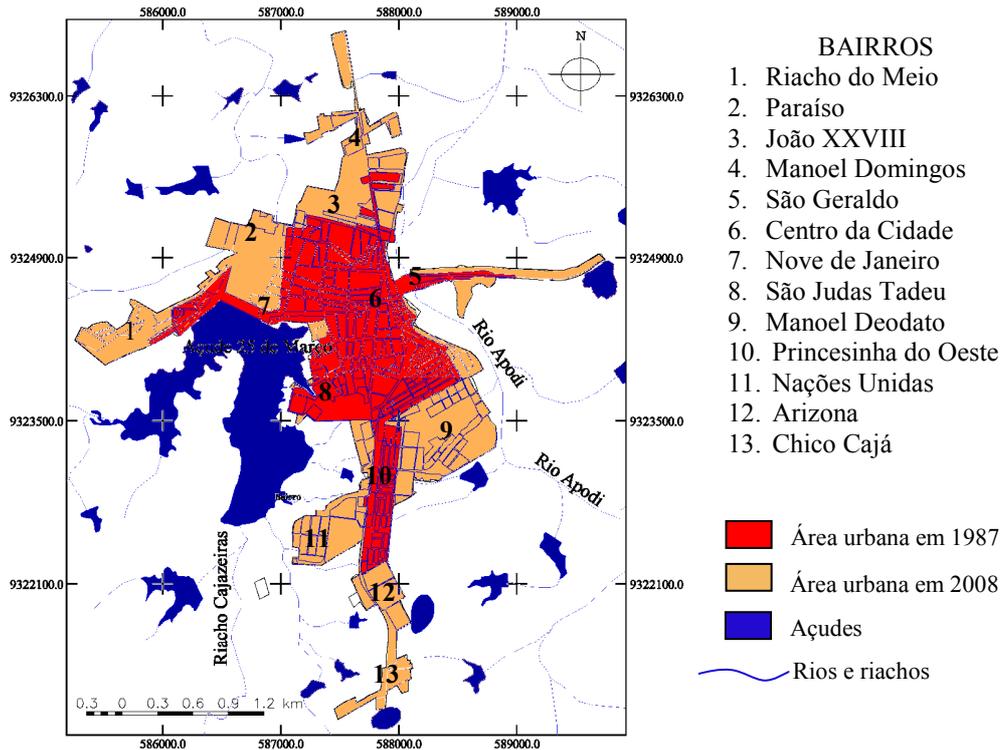


Figura 3. Carta da expansão urbana de Pau dos Ferros – RN (1987 – 2008).

A porção leste é a que demonstrou o menor crescimento, onde apenas algumas residências foram construídas entre 1987 e 2008. Isso pode ser explicado pelo fato desta área estar localizada em um ponto distante do centro da cidade, sendo o terreno de geomorfologia irregular um fator limitante para a construção de casas. Há uma dificuldade adicional no deslocamento desta área da cidade para a sua parte central no período chuvoso, pois a via de acesso usual fica coberta pelas águas do Rio Apodi (passagem molhada).

As porções sul e sudeste também foram áreas que apresentaram crescimento significativo, a partir da expansão dos bairros Princesinha do Oeste, Arizona e o mais recente Chico Cajá, motivados pelo surgimento de prédios públicos, como o Campus Avançado da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, o Hospital Regional do Estado e o Instituto Federal de Educação Tecnológica – IFET/RN, além da construção de residências e lojas comerciais e de serviços nas suas proximidades. Estes bairros são responsáveis pelo maior adensamento populacional entre 1987 e 2008.

4.2. Inundação x expansão urbana em Pau dos Ferros: principais resultados

A partir de reportagens sobre as inundações encontradas em anos distintos na imprensa escrita, além de consultas informais a moradores e lojistas, juntamente com a análise da imagem de satélite e das fotografias áreas trabalhadas no Software SPRING 5.0, foi possível definir o curso principal do rio Apodi com a delimitação dos pontos passíveis de inundação. Esta representação pode ser vista na figura 4.

Além da delimitação do percurso do rio nos períodos de cheia, cada ponto assinalado na figura identifica locais na cidade que tiveram algum problema relacionado à inundação com a elevação do nível das águas durante o ano de 2004.

Verifica-se que áreas que sofreram inundações estão localizadas onde já existiam residências e comércios locais em 1987 (Pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Esta área, por estar mais próxima ao centro, sofreu um adensamento populacional que propiciou um aumento no número de famílias e proprietários de comércios, principalmente feirantes que desenvolvem suas atividades neste local aos sábados. O mercado público também funciona nesta área.

Durante o período da cheia, as lojas, feira e mercado público são invadidos pelas águas do rio Apodi.

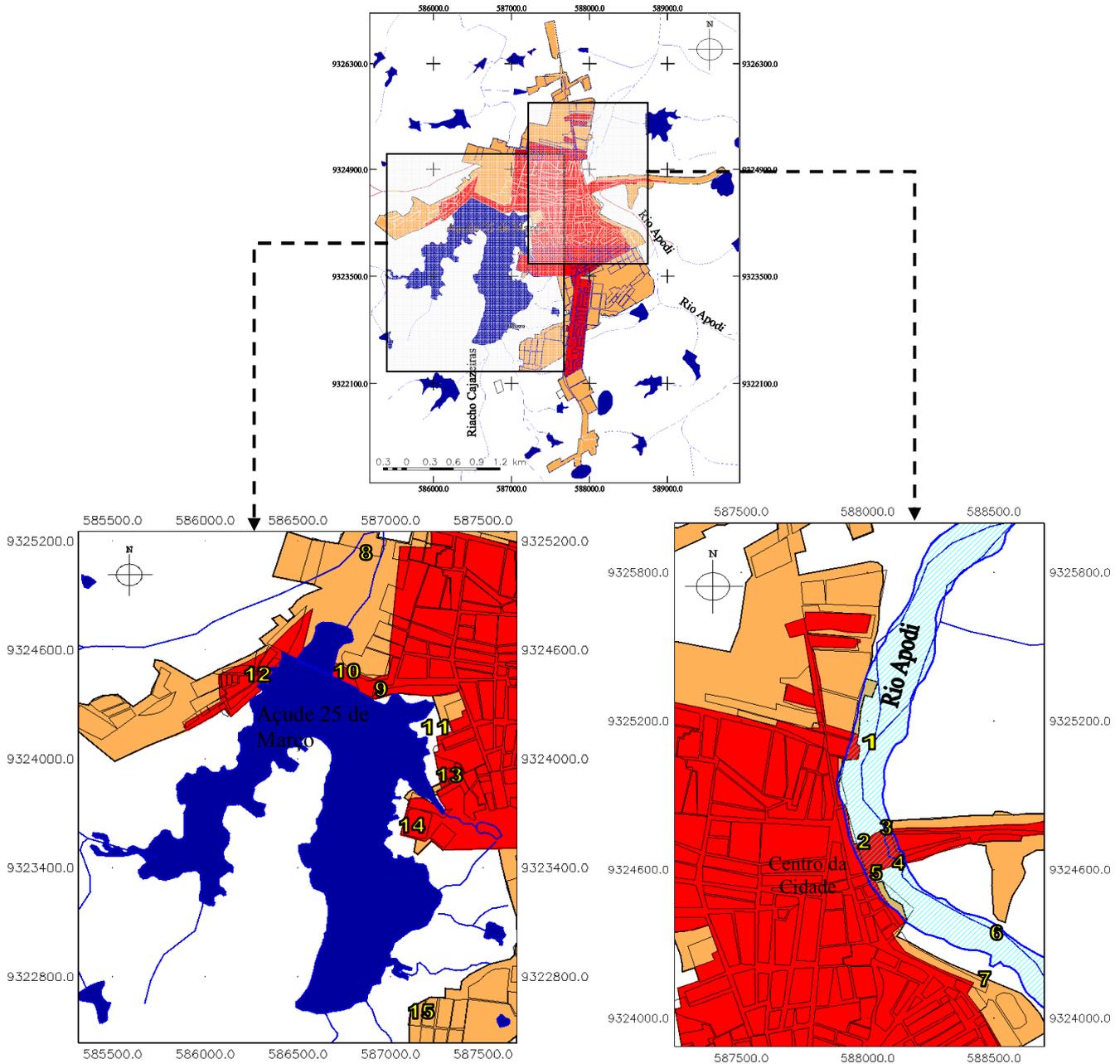


Figura 04. (a) Carta do percurso do rio Apodi e riacho Cajazeiras; os dois retângulos indicam as principais áreas afetadas pela cheia de fevereiro de 2004. Os pontos registrados em campo para identificar as áreas de cota máxima na cheia são representados por números; (b) 8 a 15: locais inundados no entorno do Açude 25 de Março; (c) 1 a 7: locais ribeirinhos inundados pelo Rio Apodi, incluindo o centro da cidade de Pau dos Ferros; a linha azul fina mostra o percurso do Rio Apodi no período seco; a área hachurada entre as linhas azuis grossas representa o percurso do rio no período chuvoso de 2004.

Outra área de inundação, ainda no centro, localiza-se nas proximidades da prefeitura (ponto 7). Neste caso, as águas pluviais descem por gravidade para o leito do rio; a velocidade e o volume das águas aumentam e estas não conseguem seguir seu curso natural pela deficiência na rede de drenagem ali existente, inundando conseqüentemente toda a área próxima ao rio.

Os pontos 8, 9, 10 e 11 estão localizados na parte oeste da área urbana e são atingidos pelas águas advindas do riacho Cajazeiras, afluente do Rio Apodi, a qual foi represada para a construção do Açude 25 de Março. Este açude, ao completar a capacidade máxima de armazenamento, despeja o excedente pelo curso natural do riacho, preenchendo seus leitos menor e maior, até se encontrar com o Rio Apodi, mais a jusante da cidade. O problema reside no fato de que, ao longo dos tempos, parte do leito maior do rio foi ocupado a jusante dos açudes e seus moradores acabam sofrendo com a “invasão” das águas em suas residências, gerando prejuízos materiais.

Os pontos 12, 13, 14 e 15 estão localizados no entorno do açude 25 de Março e são inundados por seu transbordamento, mesmo com o muro de contenção de águas construído pela prefeitura há aproximadamente 10 anos. Nestes pontos, as águas pluviais descem por gravidade para o açude, mas não conseguem escoar pelo leito maior do rio, por problemas com a drenagem das águas pluviais e o transbordamento da água do açude.

Explicam-se estas inundações pela forma irregular de ocupação das margens do Rio Apodi e do Riacho Cajazeiras, por parte da população. Fatores como a impermeabilização do solo, aliado a retirada da vegetação nativa e a emissão de resíduos clandestinos tem gerado como conseqüência a inundação e alagamento de diversas residências construídas nas proximidades dos rios. Isto provavelmente ocorre em função do aumento do volume e da velocidade de escoamento da água, advinda dos bairros a montante, através das vias públicas e galerias pluviais, dos afluentes do Rio Apodi, e do próprio rio. O aporte hídrico das fontes citadas, acrescido do volume proveniente do transbordamento da Barragem de Pau dos Ferros acarreta um transbordamento maior, com conseqüente aumento das áreas alagadas, atingindo locais anteriormente não inundados, como ocorrido no início de fevereiro de 2004.

5. CONCLUSÕES

A contribuição principal deste trabalho foi a identificação dos pontos de inundação em Pau dos Ferros – RN, a partir dos rios que fazem parte Bacia Hidrográfica do Rio Apodi e a sua relação com a expansão urbana municipal. A metodologia utilizada permitiu a visualização dos locais atingidos na área central da cidade de Pau dos Ferros, no início do mês de fevereiro de 2004.

A expansão urbana desordenada ao longo dos últimos 22 anos tem sido responsável pelo aumento e concentração do escoamento de águas pluviais durante o período chuvoso, principalmente pela deficiência de uma drenagem urbana com capacidade para permitir o fluxo das águas para o seu curso natural, sem causar maiores impactos e problemas à população.

Os resultados deste estudo permitiram visualizar a rápida expansão da área urbana de Pau dos Ferros, que duplicou em um período de 22 anos. A expansão ocorre em áreas periféricas anteriormente não ocupadas e é maior na porção centro-sul da cidade, em áreas inundáveis e não inundáveis. Nos moldes atuais, sem planejamento adequado, a esta pode ocasionar a ocupação inadequada de áreas inundáveis. Este fato, associado à maior geração de resíduos sólidos, impermeabilização do solo e retirada de vegetação, são fatores que contribuem para a intensificação das cheias na área. A situação pode ser agravada pela Integração do São Francisco, que perenizará o rio principal da bacia, a partir do eixo norte do Projeto.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, pela bolsa de incentivo à capacitação docente oferecida para a realização do Mestrado em Natal – RN, aos membros do Núcleo de Estudos Geoambientais e Cartográficos da UERN – Campus Pau dos Ferros, pelo auxílio na coleta de dados e informações e ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFRN.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. A.; CUELLAR, M.D.Z.; AMORIM, R. F; COSTA, A. M.B. Caracterização das Bacias Hidrográficas dos Rios Apodi/Mossoró e Piranhas/Assú (RN): mapeamento do uso do solo através das imagens do satélite CBERS 2 e análise sócio-econômica. **Revista Fapern**. Natal, v.1, n.2, p.5-9, out./nov. 2006.

ARRUDA, R. Centro de Pau dos Ferros volta a ser alagado por fortes chuvas. **Jornal de Fato**, Rio Grande do Norte, 13 fev. 2004. Caderno interior do RN.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria geral. Projeto Radambrasil. 1981. **Folhas SB. 24/25** – Jaguaribe/Natal. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro (Levantamento de Recursos Naturais, 23).

BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. **Revista Estudos Avançados**. São Paulo, v. 20, n. 57, 2006.

CARLOS, A. F. A. A metrópole de São Paulo no contexto da urbanização contemporânea. **Revista Estudos Avançados**. São Paulo, v. 23, n. 66, 2009.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Pau dos Ferros, Estado do Rio Grande do Norte**. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CUNHA, José Marcos Pinto da. Migração e urbanização no Brasil: alguns desafios metodológicos para análise. **Revista São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, v. 19, n. 4, 2005.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE – EMPARN. **Dados de precipitação do RN**. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacaoemparn/arquivos/meteorologia/precipitacao.asp>. Acesso em março 2009.

FARIA, V. E. Desenvolvimento, urbanização e mudanças na estrutura do emprego: a experiência brasileira dos últimos 30 anos. IN: ALMEIDA, Maria Hermínia T. de (org). **Sociedade e política no Brasil pós-64**. 2. Ed. São Paulo, Brasiliense, 1984. p. 118-163.

FERREIRA, J. S. W. Globalização e urbanização subdesenvolvida. **Revista São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, v. 14, n. 4, 2000.

HORA, Silmara Borges da; GOMES, Ronaldo Lima. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Revista Sociedade e Natureza** (Online), Uberlândia, v. 21, n. 2, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades – Dados referentes ao município de Pau dos Ferros**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em maio de 2009.

_____. **Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2008**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2008/default.shtm>. Acesso em ago/2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades – Dados referentes ao município de Pau dos Ferros, 2007**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em maio de 2009.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. **Perfil do seu município**. Natal – RN. 2003. Disponível em: www.idema.rn.gov.br. Acesso em maio de 2009.

JACOBI P. R.. O Brasil depois da Rio+10. In: **Revista do Departamento de Geografia**, Rio de Janeiro, vol. 15 (2002) 19–29.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. IDB 2008 Brasil – Indicadores e dados básicos para a saúde. **Periódico anual de circulação dirigida ao setor Saúde, da Rede Interagencial de Informações para a Saúde (Ripsa)**. Rio de Janeiro: Editora MS, 2008.

MORAIS, I. R. D. ; DANTAS, E. M.. Urbanização e rede urbana: nas entrelinhas do fenômeno urbano, a pequena cidade. In: **12 Encuentro de geógrafos de América Latina**, 2009, Montevideo. EGAL 2009 - Programa On Line, 2009.

MOREIRA, João Carlos. **Geografia Geral e do Brasil**. São Paulo: Moderna, 2006.

NASCIMENTO, J.A.S.; MAURO, C.A. A sustentabilidade ambiental urbana a partir de uma perspectiva espacial: o caso das cidades da Amazônia brasileira. In: **Mercator - Revista de Geografia da UFC**. Fortaleza – CE, ano 05, n. 09. p. 113-121, 2006.

SANTOS, Milton. **Espaço e sociedade**: ensaios. Petrópolis - RJ: Vozes, 1979.

_____. **Manual de geografia urbana**. São Paulo: Hucitec, 1989.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE – SERHID. **Bacia hidrográfica do rio apodi**. Disponível em: www.serhid.rn.gov.br. Acesso em ago. 2007.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos, São Paulo: INPE, 2004. Disponível em:

<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/downloads/SRTM/publicacao.pdf>. Acesso em julho de 2009.

WANDERLEY, M. de N. B. **Urbanização e Ruralidade**: Relação entre a pequena cidade e o mundo rural e estudos preliminar sobre os pequenos municípios em Pernambuco. Recife: UFPE. 2001. Disponível em <http://www.fundaj.gov.br/observanordeste/obed001f.html>. Acesso em: jun/09.

APÊNDICE 01

Diretrizes para Autores

Os trabalhos para publicação nos periódicos da REDE - Revista Eletrônica do ProdeMA deverão ser inéditos na íntegra e sua publicação não deve estar pendente em outro local. Uma vez aceito o artigo considera-se licenciado para a REDE com exclusividade para o veículo digital, pelo prazo de duração dos direitos patrimoniais do autor.

Os artigos deverão ter um mínimo de 15 e um máximo de 20 laudas, incluindo resumo e referências.

Os ensaios deverão ter no máximo 10 laudas.

Poderão participar até três autores por artigo ou ensaio.

Não pode haver qualquer identificação do(s) autor(es) no(s) artigo(s) enviado(s).

Os artigos deverão ser encaminhados com as seguintes características:

Formato do artigo - Folha: A4

- Editor de texto: Word for Windows, versão 98 ou superior - Margens: esquerda e superior de 3 cm; direita e inferior de 2 cm
- Fonte: Times New Roman, tamanho 12 - Parágrafo: 1,25 cm
- Espaçamento: simples - Alinhamento: justificado
- Número de páginas: mínimo de 15 e máximo de 20 laudas - A minuta do artigo deve ter, no máximo, 2MB.

Primeira página

- Título, em maiúsculas e negrito (português e inglês) e centralizado - Resumo em português, com cerca de 150 palavras, justificado, espaço simples e seguido, logo abaixo, de três palavras-chaves
- Abstract, com cerca de 150 palavras, justificado e seguido, logo abaixo, de três key words

Conteúdo dos artigos

- Introdução - Objetivos
- Revisão de literatura - Metodologia
- Resultados e discussões - Considerações finais
- Referências

Referências: constar apenas o que foi citado no corpo do texto. As referências completas deverão ser apresentadas em ordem alfabética, de acordo com as normas da ABNT (NBR 6023, 2002), seguindo o padrão AUTOR (DATA), no final de todo o texto com o título de Referências.

Notas: mínimas e apresentadas ao final do texto, numeradas seqüencialmente.

Ilustrações: serão consideradas ilustrações os mapas, esquemas, fluxogramas, fotografias, gráficos, mapas, organogramas, plantas e quadros, que devem ser numeradas consecutivamente e inseridas no texto com a extensão ".jpg", resolução mínima de 300 "dpi" e nitidez das características de interesse. Os títulos das figuras devem ser colocados na parte inferior, com a primeira palavra em maiúsculas, seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismo arábico, do respectivo título e fonte. Ex.: Figura 1: Mapa de Fortaleza.

Tabelas: as tabelas apresentam informações tratadas estatisticamente, conforme IBGE (1993). O Título situa-se na parte superior da tabela, seguida de seu número de ordem de ocorrência e fonte, na parte inferior. Sua posição deve constar no próprio texto e estar referenciada.

Agradecimentos: poderão ser mencionados no final do artigo.

Fórmulas: as fórmulas deverão ser numeradas e inseridas ao longo do texto. Os artigos podem ser enviados em português, espanhol e inglês.

Os trabalhos que não se enquadrarem nessas normas não serão avaliados.

A seleção dos trabalhos para divulgação na Revista é de competência do Conselho Editorial da Revista.

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao Editor".
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word ou OpenOffice (desde que não ultrapassem 2MB).
3. URLs para as referências foram informadas quando necessário.
4. O texto está em espaço simples; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento, como anexos.

5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
6. A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação Cega por Pares](#).

Declaração de Direito Autoral

A revista REDE se reserva o direito de efetuar, nos originais, alterações de ordem normativa, ortográfica e gramatical com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando o estilo dos autores.

Os trabalhos publicados passam a ser propriedade da revista Rede.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

**Capítulo 2. Artigo a ser submetido para a Revista
BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA**

**O texto apresentado segue estrutura e normas exigidas
pela revista, as quais encontram-se no Apêndice 2**

CARTA DE RISCO DE INUNDAÇÃO A PARTIR DE IMAGENS SRTM NA ÁREA URBANA DE PAU DOS FERROS - RN

Flood Risk Map from SRTM Images in Urban Area of Pau dos Ferros – RN/Brazil

Prof. Me. Franklin Roberto da Costa¹
Prof.^a Dr.^a Raquel Franco de Souza Lima²

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte¹
Departamento de Geografia
E-mail: franklincosta@uern.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte²
Departamento de Geologia – PRODEMA/UFRN
E-mail: raquel@geologia.ufrn.br

RESUMO

Drenagens da bacia do Rio Apodi atravessam a área urbana da cidade de Pau dos Ferros, RN e são responsáveis por inundações durante o período chuvoso, em áreas indevidamente ocupadas. O ineficiente sistema da drenagem urbana, aliado ao processo de perenização do rio pelo projeto de integração da Bacia do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional poderão contribuir para a ampliação das áreas de inundação na cidade de Pau dos Ferros - RN. Este trabalho objetiva identificar estas áreas de risco na cidade de Pau dos Ferros. Para o mapeamento, utilizou-se imagem do sensor HRC do satélite CBERS 2B e imagem SRTM. As áreas de risco de inundação foram demarcadas mediante fatiamento de 20 em 20 metros da imagem SRTM, utilizando o SIG SPRING 5.1. Os resultados permitem visualizar que alguns bairros ao longo do Rio Apodi estão susceptíveis a ocorrências de inundações de baixo a alto grau, enquanto que nos bairros próximos ao Riacho Cajazeiras as inundações serão de baixo grau devido à altimetria mais elevada e o menor volume d'água.

Palavras chaves: cidade, transposição do Rio São Francisco, inundações

ABSTRACT

Drainages of the Apodi River basin cross the urban area of Pau dos Ferros City – RN and are responsible for floods during the rainy season, in unduly occupied areas. The inefficient system of urban drainage, allied to the perennial process of this river by the integration project from San Francisco River basin with the Brazilian northern Northeast basins may enlarge the flood areas. This work aims to identify flood risk areas in the Pau dos Ferros city. Sensor HRC image of CBERS 2B satellite of 2008 and Shuttle Radar Topography Mission image were used for mapping. Then, the flood risk areas were delimited by isolines extraction tool for slicing generation every 20 meters obtained from image Shuttle Radar Topography Mission in SPRING 5.1 GIS. The results allow visualizing that some neighborhoods along the Apodi River are susceptible to more flooding events from low to high grade, while in neighborhoods of the Cajazeiras rivulet the floods will be of low grade because of the higher altimetry and less water volume.

Keywords: City, transposition of the São Francisco River, floodings.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação das cidades começou próximo às margens dos rios. Este processo se deu pela necessidade de utilização do rio como fluxo de pessoas e mercadorias e pela proximidade das melhores terras agrícolas. Com o avanço tecnológico, a cidade passou a ser o espaço da produção econômica e social, seja pelo comércio ascendente, como também pelos serviços básicos, tais como saúde, educação e lazer. Neste caso, os reflexos gerados por este avanço refletiram (e ainda refletem) sobre a infra-estrutura urbana, ocasionando impactos sociais, econômicos e ambientais em função do uso inadequado do meio físico na qual se instalaram. (SATHLER, 2009; PEDRON, 2006; GROSTEIN, 2001)

No caso das áreas ribeirinhas brasileiras, pode-se dizer que o processo de ocupação vem se realizando de forma contínua, tendo como justificativa a realização, com custo menor, da captação das águas para o consumo humano, como também para o escoamento dos resíduos produzidos pelas indústrias, comércios e residências (ZHOURI e OLIVEIRA, 2006; ANTUNES e BARROS, 2009; GONÇALVES, 2007)

Segundo Tucci (2004), a falta de um planejamento urbano coerente com as normas de ocupação do solo pode ser considerada um dos responsáveis pelas inundações existentes atualmente, pois este planejamento vem sendo realizado no Brasil apenas nas partes das cidades ocupadas pela população de média e alta renda, enquanto que nas áreas com população de baixa renda e de periferia o processo de ocupação se dá de forma irregular ou clandestina.

No município de Pau dos Ferros - RN a situação não é diferente. Localizado na parte oeste do Estado do Rio Grande do Norte, o município é considerado um dos Pólos Regionais do Estado, por agregar os principais serviços públicos prestados pelo Estado na Região denominada Alto Oeste Potiguar. A implantação destes serviços gerou como consequência, um processo de urbanização crescente e desordenado, fazendo com que o fluxo migratório seguisse o caminho em busca de uma melhor qualidade de vida na cidade.

A inundações em Pau dos Ferros aparece neste cenário como um dos impactos decorrentes deste processo de ocupação indevida, às margens do Rio Apodi e em um dos seus afluentes, o riacho Cajazeiras, os quais circundam a cidade de Pau dos Ferros, à leste e à oeste respectivamente. Todos os anos, durante o período chuvoso na Região, nos meses de fevereiro a maio, parte do centro urbano, assim como bairros periféricos sofrem com a inundações decorrida do transbordamento das águas do rio Apodi e do seu afluente Cajazeiras, a partir do transbordamento do açude 25 de Março. Como consequência, casas são invadidas pela água, parte da população fica desabrigada, e há dificuldade de acesso em determinados bairros, pelo alagamento das vias rodoviárias.

Tendo em vista que as áreas de inundações não estão plenamente definidas, o presente trabalho objetiva

avaliar os riscos de inundações na cidade de Pau dos Ferros, localizado na Região Oeste Potiguar. O município será contemplado pela integração da Bacia Hidrográfica do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (Integração da Bacia do São Francisco) e terá como resultado a perenização do Rio Apodi que, atualmente, mesmo sendo intermitente, é responsável pelas inundações no centro urbano de Pau dos Ferros decorrentes das chuvas na região. Entende-se que há a possibilidade de aumento nas áreas inundáveis na cidade a partir da implantação do projeto de integração das bacias.

Para mensurar os riscos de inundações na cidade foram produzidos mapas temáticos com uso do Sistema de Informação Geográfica – SIG/ Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING 5.1, além de pesquisa de campo e utilização de imagens de satélite. Espera-se que a metodologia adotada possa ser aplicada em outras cidades com características semelhantes a área em estudo e que sirva também como ferramenta de auxílio para a gestão urbana e ambiental da cidade de Pau dos Ferros – RN.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Inundações – Principais Conceitos

Dentro dos problemas ambientais existentes nos municípios brasileiros, a inundações aparece neste cenário como um dos mais estudados, por ser um dos mais ocorrentes nas cidades brasileiras. Segundo ISDR (2002), inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica.

Para Pereira e Silva (2007) a inundações se caracteriza pelo excesso do volume de água que não consegue ser drenado e ocupa a várzea inundável de acordo com a topografia das áreas próximas aos rios, em função dos processos climáticos locais e regionais.

Segundo Rocha (1995), para que aconteça uma inundações é necessário haver uma cheia que provoque o transbordamento do leito normal, ou leito menor do rio. Este transbordamento (ou seja, inundações) ocorre a partir de condições meteorológicas e hidrológicas e seus impactos são classificados em naturais e artificiais (SILVA e BARBOSA, 2007).

As condições naturais são caracterizadas pelos condicionantes físicos que constituem uma bacia, tais como o relevo, o tipo de precipitação, a cobertura vegetal e a sua capacidade de drenagem. Neste caso, a interferência humana não influi na ocorrência das inundações.

Nas condições artificiais, o homem é agente principal para a ocorrência de inundações, já que seus produtos (obras hidráulicas, desmatamento, uso agrícola, urbanização desordenada) geram como consequência o aumento da vazão máxima e do escoamento superficial, acelerando assim a ocorrência das inundações.

A combinação destes condicionantes (naturais e artificiais) é responsável pelas principais inundações no Brasil, principalmente nas áreas urbanas. Segundo Pereira e Silva (2007), elas ocorrem, principalmente, devido ao desmatamento, à pavimentação do solo, às construções, aos movimentos de terra, e aos aterros de reservatórios e de curso d'água, aumentando a frequência e magnitude das enchentes, somado ao processo natural no qual o volume da água do rio transborda até o leito maior da planície de inundação, atingindo as habitações que ocupam áreas inapropriadas à ocupação humana.

A remoção do solo e/ou da cobertura vegetal, a emissão de resíduos sólidos e a impermeabilização das superfícies são responsáveis pelo aumento das vazões máximas dos canais e condutos que escoam as águas precipitadas nas cidades. O resultado direto destes fatores é o transbordamento das águas. A lavagem das ruas, o transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial realizados pelas águas do transbordamento deterioram a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

As cidades brasileiras encontram-se inseridas neste processo, uma vez que a forma de ocupação desordenada criou, ao longo de décadas, cenários de desastres ambientais e sociais que se repetem constantemente, sempre que ocorre uma precipitação mais intensa. De acordo com a Agência Nacional das Águas – ANA (2009), houve um número expressivo de municípios brasileiros que decretaram Situação de Emergência – SE para o ano de 2008, como pode ser visto na figura 01. O mapa representa apenas os municípios que declararam situação de emergência por causa das enchentes, não retratando a realidade das várias cidades brasileiras, que historicamente possuem seu processo de urbanização realizado nas proximidades dos rios.



Fig. 01: Sedes municipais com decretação de SE (Situação de emergência) por enchentes em 2008. Fonte: ANA, 2009.

Tucci (2005) afirma que este processo é

agravado nas regiões metropolitanas, pois estas deixaram de crescer nas cidades pólos, e se expandem nas periferias, nas proximidades das zonas ribeirinhas dos rios, tanto a montante quanto a jusante.

Um dos fatores que influenciam no aumento das inundações nas cidades brasileiras é a sua forma de ocupação, pois seu processo se dá de forma irregular, geralmente ocupando áreas suscetíveis às inundações.

2.2 Alguns trabalhos realizados no Brasil

Os problemas ambientais relacionados a inundações no Brasil estão elencados, ao lado da seca e da poluição, como um dos assuntos mais abordados nos dias atuais. Na mídia e no meio acadêmico, as discussões sobre tal fenômeno aparecem em destaque, demonstrando os problemas que a falta de planejamento por parte das esferas políticas em todos os seus níveis (federal, estadual e municipal) geram para a sociedade, podendo-se destacar cenas de enchentes decorrentes, principalmente nas áreas urbanas, ocasionadas pelo assoreamento do leito dos rios, pela impermeabilização das áreas de infiltração na bacia de drenagem ou por fatores climáticos.

Nos meios de comunicação, a ênfase se dá nos prejuízos econômicos gerados pelo avanço das águas na cidade, assim como na contagem (em tempo real) das mortes e desabrigados ocasionadas direta ou indiretamente pelas inundações (enchentes) ocorridas. Na tragédia em Santa Catarina, no ano de 2008, foi criado um site pelo Governo do Estado (www.desastre.sc.gov.br) com o objetivo de repassar informações a respeito de tudo que envolveu as enchentes ocorridas no final do ano nos municípios catarinenses, desde a tragédia direta como também as doações e ações realizadas pelo Estado e pelos municípios atingidos.

No meio acadêmico, foram encontrados trabalhos com o tema inundações para várias cidades em todo o país, onde são colocados problemas equivalentes com diferentes enfoques, tais como: Pereira Filho et al. (2004), apresentam uma análise hidrometeorológica das enchentes na Região Metropolitana de São Paulo; Silveira e Kobiyama (2007) trabalharam o gerenciamento de inundações em Blumenau – SC a partir da busca de registros documentais de ocorrências de inundações neste município entre 1851 e 2007; Briguenti et al. (2007) procuraram analisar a ocorrência e a distribuição espacial dos riscos hidrogeomorfológicos em unidades geossistêmicas mapeadas na bacia hidrográfica do ribeirão das Anhumas, Campinas/SP; Silva et al (2008) analisaram a variação temporal da precipitação na bacia do rio Mundaú (Alagoas e Pernambuco) e do Rio Paraíba (Paraíba) entre os anos de 1974 e 1983 para entender as anomalias relacionadas às precipitações que causaram inundações durante este período na região.

Houve um avanço considerável nas pesquisas e discussões a respeito da avaliação de inundações em escala local, sendo o Estado de São Paulo aquele que

possui a maior quantidade de estudos científicos no país. Percebe-se também que grande parte dos trabalhos levou em conta a relação espaço – tempo para entender como funciona a dinâmica das inundações e, a partir desta avaliação, procurar meios de amenizar os desastres que, porventura, possam ocorrer em períodos posteriores.

Outra característica intrínseca aos trabalhos existentes no país é a relação das inundações com a expansão das áreas urbanas, principalmente nas médias e grandes cidades brasileiras. Como os riscos ambientais (mais especificamente os riscos de inundação) estão relacionados ao binômio natureza-sociedade, o problema do avanço da urbanização sem critérios claros de ocupação, faz com que se amplie o número de cidades com riscos maiores de impactos relacionados à inundação.

Esta constatação é reforçada por Tucci e Bertoni (2003), que afirmam que o processo de urbanização tem gerado impactos que deterioram a qualidade de vida da população, através do aumento da frequência e do nível das inundações, redução da qualidade de água e aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial.

Um dos instrumentos utilizados para a detecção destes impactos está no uso de Geotecnologias, importante instrumento de auxílio à identificação espacial de fenômenos socioeconômicos e ambientais existentes na superfície terrestre. Existe atualmente, no cenário mundial, um número considerável de softwares destinados a tal função. E estes vêm sendo utilizados com frequência para os estudos relacionados à inundação no país.

Como exemplo de aplicação desta ferramenta cita-se a dissertação de mestrado de Enomoto (2004), que teve como objetivo a elaboração de mapas de inundação para a bacia do rio Palmital, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, nos municípios de Colombo e Pinhais. O autor utilizou o software Arc View para a confecção dos mapas.

Jesus (2007) analisa a viabilidade de aplicação de imagens do sensor CCD do satélite CBERS 2, associadas a dados SRTM e levantamentos altimétricos com GPS no desenvolvimento de um SIG para a simulação de manchas de inundação e permeabilidade do solo na área urbana da cidade de Jacobina-BA.

O agrupamento de dados também é marca inerente das geotecnologias, através da compilação de informações geográficas. Neves (2005) utilizou imagens de satélite JERS-1 na faixa de microondas do tipo SAR, para os anos de 1995 e 1996 para realizar análises conjuntamente com informações de saúde do banco de dados DATASUS em um sistema de informações geográficas. Como resultado observou-se relação significativa entre doenças hídricas e áreas inundáveis, caracterizadas por dados fluviométricos e mapeadas por sensoriamento remoto.

2.3. Geotecnologias – principais conceitos

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, propriedades, animais e plantas sempre foi parte importante das sociedades organizadas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel; impedindo uma análise que combinasse diversos mapas e dados. Com o desenvolvimento da tecnologia da informação, tornou-se possível armazenar, representar, integrar e espacializar mapas e dados, abrindo espaço para o surgimento das ferramentas de geoprocessamento.

O termo Geoprocessamento representa o conjunto das técnicas para coleta (Cartografia, Sensoriamento Remoto, GPS, Topografia, levantamento de dados alfanuméricos, etc.), armazenamento (Banco de Dados - Orientados a Objetos, Relacional, Hierárquico, etc.), tratamento e análise (como Modelagem de Dados, Geoestatística, Aritmética Lógica, funções topológicas) e uso integrado de informações espaciais, em Sistema de Informação Geográfica – SIG.

Para Davis e Fonseca (2003), Geoprocessamento é uma disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica que influenciam de maneira crescente as áreas da Cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicação, energia, planejamento urbano e regional.

Já Câmara e Medeiros (1997), no tocante a sua aplicação, afirmam que o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, baseando-se em tecnologias de custo relativamente baixo, e atualmente tem se expandido de forma significativa a sua influência e aplicação na área de meio ambiente e análise de recursos naturais.

A Cartografia, a Topografia, o GPS (Sistema de Posicionamento Global) e o Sensoriamento Remoto são ciências e técnicas que se relacionam com o geoprocessamento. O Sensoriamento Remoto é uma disciplina científica que junta os conhecimentos e técnicas usadas para a observação, análise, interpretação e gestão do espaço terrestre utilizando-se de medidas adquiridas a partir de plataformas aéreas, espaciais, terrestres ou marítimas. Esta ciência permite a interpretação visual dos dados (fotografias aéreas e imagens orbitais) sob forma digital ou analógica buscando a identificação de feições impressas nessas imagens e a determinação de seu significado.

O GPS é um sistema destinado a obter coordenadas geográficas para identificação de eventos, sejam eles apenas uma localização pontual ou uma área. Para se obter tais pontos, há uma constelação de 24 satélites NAVSTAR, desenvolvidos pelo Departamento de Defesa dos EUA que transmitem sinais que podem ser decodificados por receptores especialmente projetados para determinar, com precisão, pontos na superfície terrestre. Dependendo da acurácia do aparelho utilizado, podem-se obter poucos milímetros a metros de erro na precisão do ponto coletado.

Segundo Duque e Mendes (2006), o receptor GPS precisa de, pelo menos, quatro satélites para a obtenção de uma posição fixa tridimensional, mas é desejável que este rastreie mais satélites simultaneamente, pois a movimentação destes faz com que os mesmos possam sair da órbita necessária para a captação dos dados pelo receptor. A maioria dos receptores consegue captar sinais de 08 a 12 satélites ao mesmo tempo.

As informações adquiridas por ferramentas de sensoriamento remoto e GPS, assim como dados alfanuméricos e mapas vetoriais, são inseridas nos chamados Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Estes sistemas têm como característica o armazenamento e a geração de produtos que servem de base para a análise espacial de dados geográficos.

Segundo Rocha (2000), o SIG é capaz de coletar e processar dados espaciais obtidos por fontes diversas (GPS, mapas existentes, sensoriamento remoto); consegue armazenar, recuperar e corrigir os dados processados de uma forma eficiente e dinâmica; permite alterar a forma dos dados através de regras de agregação definidas pelo usuário, ou produzir estimativas de parâmetros e restrições para modelos de simulação (como a simulação de inundações) e gerar informações espaciais rápidas a partir de questionamentos sobre os dados e suas inter-relações e têm a capacidade para controlar a exibição e saída de dados em ambos os formatos (gráfico e tabular).

Dias et al. (2003) utilizam a ferramenta de Geoprocessamento para a construção de mapas temáticos relativos a áreas de inundação no Município de Volta Redonda – RJ, tendo como resultado a identificação e recomendação de procedimentos a serem adotados para distintas áreas, visando à ocupação ordenada do solo.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na Região denominada Alto Oeste Potiguar, e tem como característica principal ser o pólo regional dos principais serviços públicos e privados disponíveis para atender aos demais municípios pertencentes à região. Está inserida na sua totalidade na Bacia Hidrográfica do Rio Apodi, que será um dos rios contemplados com as águas da integração do rio São Francisco, a partir do eixo norte do projeto, que já se encontra em andamento.

O rio Apodi é o responsável pelo abastecimento de várias cidades da Região, e no caso especial da cidade de Pau dos Ferros, tem a barragem homônima à cidade como seu principal reservatório das águas represadas nos períodos chuvosos.

Além do rio Apodi, o seu afluente, riacho Cajazeiras, é responsável em abastecer outro importante corpo de água, o açude 25 de Março

O município de Pau dos Ferros é caracterizado por um clima muito quente e semiárido, com estação chuvosa atrasando-se para o outono. Segundo IDEMA (2009), a pluviometria anual é de aproximadamente 720

mm, onde o período chuvoso aparece entre os meses de fevereiro a junho.

Em relação à temperatura anual, o município apresenta uma média de 28,1°C, sendo a máxima de 36°C e a mínima de 21°C. Já a umidade do ar no município está na média de 66%, sendo o mês de abril o mais úmido, variando entre 70 e 80%, e o mês de novembro o menos úmido, apresentando menos de 60% (EMPARN, 2009).

A vegetação característica do município é a Caatinga Hiperxerófila - vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e de baixa densidade. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro. (IDEMA, 2009)

O município de Pau dos Ferros encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos do Complexo Jaguaratama, das Suítes Poço da Cruz (PP3 pc) e Calcicalcina de Médio e Alto Potássio Itaporanga (NP3 2cm), da Formação Antenor Navarro (K1an) e pelos depósitos Colúvio-eluviais (NQc) (CPRM, 2005).

Geomorfologicamente predominam formas tabulares de relevos, de topo plano, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales de fundo plano (IDEMA, 2009).

O município de Pau dos Ferros é formado por três tipos de solos: argissolo vermelho-amarelo, luvisolo e chernossolo (CPRM, 2005). Dentre eles o predominante é o argissolo vermelho-amarelo. Segundo o IDEMA (2009), este tipo de solo possui fertilidade alta, textura média e média cascalhenta, acentuadamente drenado, relevo suave. Em relação ao uso, este tipo de solo é restrito a culturas resistentes à seca, recomendando o uso intensivo de práticas de controle de erosão.

3.1. Áreas inundáveis na cidade de Pau dos Ferros – RN

Historicamente, a cidade de Pau dos Ferros instalou-se próximo ao leito maior do rio Apodi, motivado por facilidades de transporte, uso da água para consumo e disposição de resíduos, assim como pela diminuição da sensação térmica de calor, uma vez que a cidade se encontra inserida na Região Semiárida Nordestina.

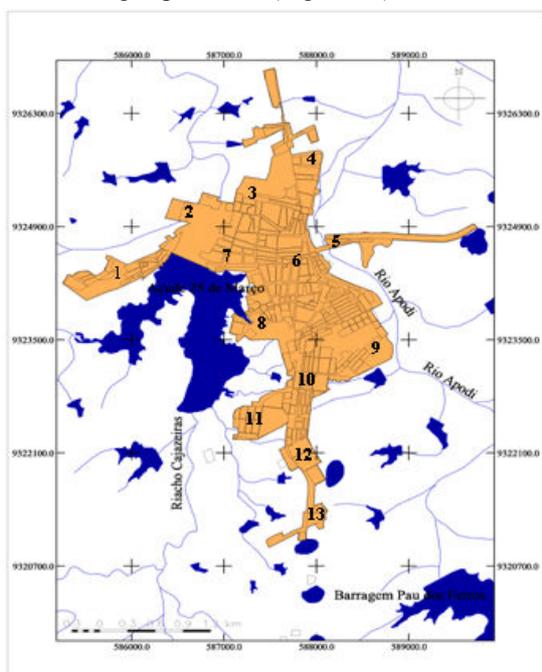
O resultado deste processo de ocupação mostra que, diferente de algumas cidades brasileiras, Pau dos Ferros tem como alvo das inundações, não apenas a classe menos favorecida, mas também comerciantes, prefeitura e até algumas residências da classe média da cidade.

No período chuvoso, que geralmente ocorre nos períodos de janeiro a maio, alguns pontos da cidade inundam pela deficiência da drenagem urbana, assim como pela forma de ocupação historicamente realizada na cidade. O resultado são residências e pontos comerciais inundados, além da dificuldade de acesso a diversas partes da cidade. Tais impactos geram perdas

econômicas, além de prejudicar a realização de serviços que se encontram especificamente na área urbana central.

Pode-se dividir os bairros adjacentes aos corpos d'água que percorrem a cidade no sentido sul-norte(Cajazeiras e Apodi) (Figura 02). Além do centro da cidade, os bairros São Geraldo e Manoel Deodato sofrem com as águas advindas da cheia do rio Apodi, que tem seu volume aumentado a partir do transbordamento das águas da Barragem Pau dos Ferros, a montante da cidade.

Já pelo Riacho Cajazeiras, os bairros atingidos são Riacho do Meio, Nove de Janeiro, Paraíso e o São Judas Tadeu. Destes, os bairros Riacho do Meio e São Judas Tadeu são atingidos pelo transbordamento das águas do Açude 25 de Março nas porções oeste e leste, respectivamente; enquanto que os bairros Paraíso e Nove de Janeiro são afetados pelo transbordamento das águas do Açude na sua parte norte, onde deságua maior volume de água pós cheia (Figura 02).



- | | |
|--------------------------|----------------|
| 01. Riacho do Meio | Área urbana |
| 02. Paraíso | Açudes |
| 03. João XXVIII | Rios e riachos |
| 04. Manoel Domingos | |
| 05. São Geraldo | |
| 06. Centro da Cidade | |
| 07. Nove de Janeiro | |
| 08. São Judas Tadeu | |
| 09. Manoel Deodato | |
| 10. Princesinha do Oeste | |
| 11. Nações Unidas | |
| 12. Arizona | |
| 13. Chico Cajá | |

Fig.02. Carta de localização dos bairros em Pau dos Ferros.

4. METODOLOGIA

A modelagem e a implementação do banco de dados geográficos foram feitas no SIG Sistema para o Processamento de Imagens Georreferenciadas - SPRING 5.1. Foram utilizados para a definição das áreas com riscos de inundação as imagens SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), assim como imagens do satélite CBERS 2B com instrumento imageador High Resolution Panchromatic Camera - HRC, que possui uma resolução espacial de 2,7 metros (obtida em 11 de outubro de 2008) e fotografias aéreas do município obtidas em agosto de 1987 com escala de imageamento 1:17.000, além da base cartográfica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH/RN e pontos obtidos em campo via aparelho GPS Etrex Venture.

O SPRING foi utilizado para armazenar os dados obtidos, permitindo a realização do mosaico e georreferenciamento das imagens de satélite e fotografias aéreas. Juntamente com o tratamento digital das imagens, os trabalhos de reconhecimento de campo em algumas áreas do Rio Apodi permitiram resolver problemas relacionados ao processo de identificação de objetos geográficos observados nas imagens.

A imagem de satélite refere-se à órbita ponto 149_A/107_2 do sensor HRC do satélite CBERS 2B. Utilizou-se o sistema de projeção UTM, datum horizontal SAD-69, meridiano central 39°, hemisfério sul.

A modelagem incluiu a geração das categorias e modelos de dados do SPRING, conforme especificados na Tabela 01.

Os dados obtidos na SEMARH – RN no formato de arquivo shapefile, foram transformados para o formato do software SPRING. Importaram-se também as imagens de satélite e fotografias aéreas, estas últimas após serem escaneadas e georreferenciadas a partir da ferramenta de registro do software.

A vetorização da área urbana da cidade de Pau dos Ferros foi realizada a partir da imagem CBERS 2B, abrangendo quase a totalidade da cidade. A cobertura por nuvens de uma pequena parte da cidade dificultou sua identificação. A solução para este problema foi a identificação e coleta de pontos em campo com GPS. Além da área urbana, foram realizadas correções e melhorias na vetorização da hidrografia local, pois seriam os vetores necessários para se delimitar as áreas com possíveis riscos de inundação na cidade.

Para a identificação do curso do rio Apodi e suas possíveis áreas de inundação foram realizadas análises visuais da imagem SRTM com realce de contraste.

Segundo Valeriano (2004), grande parte do território nacional é desprovido de mapeamento em escalas adequadas para análises sobre informações topográficas. Por este aspecto, pode-se considerar a imagem SRTM a melhor informação topográfica já disponibilizada para grande parte do território brasileiro, se comparado aos dados RADARSAT-1, que possui

resolução espacial quilométrica, em relação aos 90 metros de resolução espacial da SRTM.

Tabela 01: Organização das categorias utilizadas no trabalho.

Cat.	Modelo de dados	Plano de informação	Classes
Hidro	Cadastral	Hidro_cad	Açude 25 de março; Barragem Pau dos Ferros; Rios; Açudes
Altimetria	MNT	Mapa Altimetria	Amostras; Grade retangular; Grade SRTM
Local	Cadastral	Limites	Limite municipal Pau dos Ferros; Localidades menores
Pontos GPS	MNT	Pontos GPS	Mapa pontos GPS
Imagem	Imagem	Imagem	CBERS 2B HRC 2008; Fotos aéreas 1987; Imagem SRTM
Área urbana	Cadastral	Mapa da área urbana 1987; Mapa da área urbana 2008	Área urbana
Inundação	Temático	Mapa risco de inundação	Inundação Rio Apodi; Inundação Riacho Cajazeiras

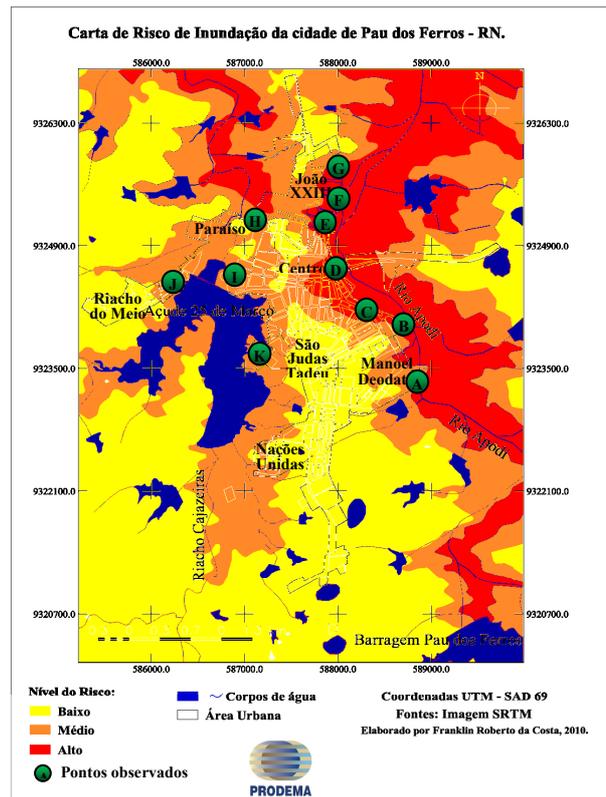


Fig. 03 - Carta das áreas e pontos com risco de inundação na cidade de Pau dos Ferros – RN.

5. RESULTADOS

Na implantação do Projeto de Integração do rio São Francisco às bacias do Nordeste Setentrional, a Bacia Hidrográfica do Rio Apodi será contemplada a partir do Eixo Norte do projeto, já em andamento. Um dos resultados deste projeto será a perenização do rio Apodi. Com isso, no período chuvoso, entre os meses de janeiro a maio, deverá ocorrer um aumento no volume das águas do rio, com conseqüentes inundações de áreas que anteriormente não sofriam tais impactos. Neste sentido, buscou-se identificar as áreas passíveis de inundação nas proximidades do Rio Apodi na área urbana de Pau dos Ferros.

Utilizando-se da ferramenta pалheta de cores do software SPRING 5.1, foi elaborada uma codificação das faixas hipsométricas a partir da inserção de falsas cores na imagem SRTM, cuja principal característica é a obtenção de cotas altimétricas. As imagens foram geradas por classes de altitude (m), com geração de faixas hipsométricas de 10 em 10 metros, a partir das quais foi realizado o processo de fatiamento (Figura 3).

Posteriormente foi realizada a importação do fatiamento para a categoria temática. Em seguida, foi realizada a suavização dos vetores para retirar algumas distorções geradas pelo processo automatizado da extração das isolinhas obtidas a partir da imagem SRTM. O próximo passo foi gerar classes temáticas (baixo, médio e alto) para a identificação das áreas mais susceptíveis à inundação, tendo como referência a altitude e a proximidade dos cursos de água.

Em seguida, buscou-se os pontos considerados inundáveis, a partir da obtenção das coordenadas dos pontos em campo com uso do GPS. Estes pontos encontram-se identificados a partir de letras na figura 3 para facilitar a sua localização. Na tabela 02, percebe-se que ao longo do rio Apodi e do riacho Cajazeiras, alguns pontos merecem destaque, uma vez que se apresentam com alto grau de risco de inundação.

Tabela 02: Pontos com risco de inundação na cidade de Pau dos Ferros - RN.

Ponto	Bairro	Rio influente	Graus de risco
A	Manoel Deodato	Apodi	Alto e Médio
B	Manoel Deodato	Apodi	Alto e Médio
C	Centro	Apodi	Alto e Médio
D	Centro	Apodi	Alto e Médio
E	João XXIII	Apodi	Alto e Médio
F	João XXIII	Apodi	Alto e Médio
G	João XXIII	Apodi	Médio
H	Paraíso	Cajazeiras	Médio e Baixo
I	Nove de Janeiro	Cajazeiras	Médio
J	Riacho do Meio	Cajazeiras	Médio
K	São Judas Tadeu	Cajazeiras	Médio

No bairro Manoel Deodato, os pontos A e B

estão localizados em áreas de expansão na zona periférica da cidade. Ainda que pouco urbanizada, é necessário planejamento na forma de ocupação desta área, por ser propícia a inundações repentinas durante o período chuvoso, variando o risco de ocorrência de médio a alto.

Os pontos C e D localizam-se no Centro da cidade. São considerados pontos críticos, com médio (C) e alto (D) risco de inundações, pois esta área da cidade encontra-se nas cotas altimétricas mais baixas, além de estar próxima ao leito menor do rio Apodi. Anualmente, parte desta área sofre com o avanço das águas do rio, assim como na deficiência da drenagem pluvial.

O bairro João XXIII é considerado um dos mais recentes da cidade de Pau dos Ferros e localiza-se na zona periférica da porção norte da cidade. Neste bairro foram construídas residências, fábricas, marcenarias e uma das principais escolas privadas de nível fundamental e médio da região. É necessário atenção em parte deste bairro pois está localizado em uma área que varia do grau baixo ao alto de ocorrências de inundações (pontos E, F e G).

O ponto H está localizado no bairro Paraíso. Assim como o João XVIII, este bairro está em processo de expansão na cidade e se caracteriza pela forma desordenada de ocupação, atendendo a população de diferentes classes sociais. Neste local, o agente causador das inundações é o Riacho Cajazeiras. O impacto nesta área se dá pelo transbordamento das águas do Açude 25 de Março, pois o bairro localiza-se a jusante do açude. A atenção nesta parte da cidade é importante, pois mais a montante, o bairro Nações Unidas está em processo de crescimento acelerado, e vem gerando a impermeabilização do solo, o desmatamento das matas ciliares e o aterramento de lagoas. Estes fatores devem contribuir para o aumento no volume das águas que convergem para o açude, com consequente transbordamento acima da média, gerando uma dispersão das águas em partes do bairro Paraíso que anteriormente não sofria com este tipo de impacto ambiental.

Os bairros de Nove de Janeiro e Riacho do Meio, onde estão localizados os pontos I e J apresentam risco médio de inundação nas proximidades da parede do açude 25 de Março, pois algumas drenagens ficam represadas e terminam se acumulando nas ruas próximas. Existe também uma segunda sangria do açude no ponto J, inserido no bairro Riacho do Meio.

O ponto K, assim como o ponto I, aparece nas proximidades da parede do açude 25 de Março e sofre com a deficiência na drenagem pluvial e no transbordamento do açude, quando o mesmo chega ao seu volume máximo de suporte, inundando ao seu redor. Paredes de contenção foram construídas no bairro São Judas Tadeu pela prefeitura local com vistas a reduzir este problema. Como contra-senso, estão sendo construídas casas populares próximas a esta área, que poderão, em um futuro próximo sofrer inundações, por estarem localizadas em área de médio risco.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada permitiu associar o uso de SIG para a identificação das áreas de risco de inundação, com dados obtidos via coleta em campo para a geração da carta de risco de inundação na cidade de Pau dos Ferros. As áreas com riscos de inundações com grau máximo estão localizadas nas proximidades do leito maior do Rio Apodi e nas paredes do açude 25 de Março. O ineficiente sistema da drenagem urbana, aliado ao processo de perenização do rio pelo projeto de integração da Bacia do São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional poderão contribuir para a ampliação das áreas de inundação na cidade de Pau dos Ferros - RN.

O trabalho identificou as principais áreas de risco de inundação, definindo graus que variaram do baixo ao alto e apontando os bairros que poderão sofrer impactos oriundos da elevação do nível das águas no período chuvoso na região.

Espera-se que a metodologia adotada sirva de contribuição para o planejamento da ocupação urbana da cidade de Pau dos Ferros, que assim como muitas cidades do semiarido nordestino, enfrenta um crescimento acelerado e desordenado, associado a um processo de expansão e adensamento urbano que poderão causar impactos ambientais irreversíveis no futuro.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, pela bolsa de incentivo à capacitação docente oferecida para a realização do Mestrado em Natal – RN, aos membros do Núcleo de Estudos Geoambientais e Cartográficos da UERN – Campus Pau dos Ferros, pelo auxílio na coleta de dados e informações e ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFRN.

REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Disponível em <http://conjuntura.ana.gov.br/>. Acesso em março 2009.

ANTUNES, M. L. S.; BARROS, A. M. A. Condições pluviométricas e risco ambiental no município de Porciúncula – RJ. In: V Seminário Internacional de Defesa Civil – DEFENCIL, São Paulo. **Anais...**São Paulo: DEFENCIL, 2009. 08p.

BRIGUENTI, E.C.; CARPI JR. S.; DAGNINO, R.S. Identificação de riscos hidrogeomorfológicos em unidades geossistêmicas da bacia do ribeirão das Anhumas, Campinas/SP. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2007, Natal. **Anais...**Natal: DGE/UFRN, 2007. 20p. (CD-ROM)

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. Princípios Básicos do Geoprocessamento. In: Assad, E.; Sano, E.E.(eds.), **Sistema de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. Brasília, DF, EMBRAPA., 1998 (2a edição, revista e ampliada).

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Pau dos Ferros, Estado do Rio Grande do Norte. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunalson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DAVIS JR., C. A., FONSECA, F. T. **Introdução aos Sistemas de Informações Geográficas**. [s.n]: Belo Horizonte, 2003.

DIAS, J. E.; GOES, M. H. D. B. e GOMES, O. V. D. O. Áreas de riscos de enchentes no município de Volta Redonda: uma aplicação por geoprocessamento. In: **Caminhos de Geografia**. Uberlândia - MG, v.2, n.10, p.013-025, set 2003.

DUQUE, R. C.; MENDES, C. L. **O planejamento turístico e a cartografia**. Campinas – SP: Editora Alínea, 2006. 92p.

ENOMOTO, C. F. **Método para elaboração de mapas de inundação: estudo de caso para a Bacia do Palmital, Paraná**. Curitiba: UFPR, 2004.132p. Dissertação (Mestrado), UFPR.

GONÇALVES, G. L. **Análise ambiental das áreas ribeirinhas do rio Iguazu**: municípios de São Mateus do Sul a União da Vitória - PR e Canoinhas a Porto União – SC. Curitiba: UFPR, 2007. 83p. Dissertação (Mestrado), UFPR.

GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos "insustentáveis". In: **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, vol.15, nº.1, Jan./Mar, 2001.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. **Perfil do seu município**. Natal – RN. 2003. Disponível em: www.idema.rn.gov.br. Acesso em maio de 2009.

ISDR (INTERNACIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION). **Living with risk**. A Global review of disaster reduction initiatives. United Nations, Inter-Agency Secretariat. ISDR Secretariat. Preliminary Version. Geneva, Switzerland, 2002.384p.

JESUS, J. A. Simulação de inundações urbanas com imagens CBERS, DEM SRTM e levantamentos GPS – Estudo de caso na cidade de Jacobina, BA. In: Simpósio

Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: INPE, 2007, p. 929 – 937.

NEVES, K. B. L. **Avaliação da relação entre doenças hídricas e inundações por meio de imagens de radar Jers-1**: estudo de caso: Bacia do Rio Madeira, Rondônia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. 160p.

PEDRON, F. A. et al. Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano das terras no diagnóstico ambiental do município de Santa Maria - RS. In: **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, Apr. 2006.

PEREIRA FILHO, A.J.; HALLAK, R.; BARROS, M.T.L.; Aspectos socioeconômicos e hidrometeorológicos das enchentes na região metropolitana de São Paulo no período de 2000 a 2004. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p.633-642. (CD-ROM)

PEREIRA E SILVA, L. **Modelagem e geoprocessamento na identificação de áreas com risco de inundação e erosão na bacia do rio Cuiá**. João Pessoa, Paraíba: UFPB, 2007.118p. Dissertação (Mestrado), UFPB.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento**: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora: o autor, 2000. 220p.

ROCHA, JOÃO SOROMENHO, (1995) - Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis. In: **Revista Territorium**, Coimbra, pp. 11-19.

SATHLER, D.; MONTE-MÓR, R. L.; CARVALHO, J. A. M. As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira. In: **Revista Nova Economia**. Belo Horizonte, vol.19, nº.1, 2009.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE – SERHID. **Bacia hidrográfica do rio apodi**. Disponível em: www.serhid.rn.gov.br. Acesso em ago. 2007.

SILVA, A. P. M.; BARBOSA, A. A. Validação da função mancha de inundação do SPRING. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...**Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5499-5505

SILVA, D.F.; SOUSA, F.A.S.; KAYANO, M.T. et al. Acompanhamento climático das bacias hidrográficas do rio Mundaú (AL e PE) e do rio Paraíba (PB). In: **Revista Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.3, p.079-093, set/dez 2008.

SILVEIRA, W.N.; KOBAYAMA, M. Histórico de inundação em Joinville/SC – Brasil, no período de 1851-2007. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. **Anais...**São Paulo: ABRH, 2007. 16p. (CD-ROM)

TUCCI, C.M.; BERTONI, J.C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003a. 156p.

_____. Gerenciamento Integrado de Inundações Urbanas no Brasil. In: **Revista de Gestão da Água na América Latina**, Vol.1, nº1, jan/jun/2004.

_____. **Gestão das inundações urbanas**. Apostila para o curso de Gestão das inundações urbanas. Porto Alegre, 2005. 197p.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. São José dos Campos, São Paulo: INPE, 2004. Disponível em:
<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/downloads/SRTM/publicacao.pdf>. Acesso em julho de 2009.

In: **Teoria e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 1, Selected Edition, 2006.

APÊNDICE 02

INSTRUÇÕES AOS AUTORES PARA A PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA – FORMA FINAL

Instructions to the authors to publish in the Brazilian Journal of Cartography – Final form

Nome do Primeiro Autor¹
Nome do Segundo Autor²

¹Instituição A

Subdivisões da Instituição
Endereço para correspondência
e-mail

²Instituição B

Subdivisões da Instituição
Endereço para correspondência
e-mail

RESUMO

O propósito das presentes instruções é orientar os autores de trabalhos a serem publicados na Revista Brasileira de Cartografia. Observe que o formato destas instruções pode ser tomado como modelo para a datilografia dos artigos.

Palavras chaves: Revista Brasileira de Cartografia, artigo.

ABSTRACT

The purpose of these instructions is to assist the papers author's in preparing camera-ready copy for publication in Brazilian Journal of Cartography. Please, notice that the present instructions may be used as a model for your manuscript.

Keywords: Brazilian Journal of Cartography, paper.

1. INSTRUÇÕES GERAIS

Serão aceitos para publicação na Revista Brasileira de Cartografia (RBC) artigos originais de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e áreas correlatas, incluindo-se Geoprocessamento, não publicados anteriormente. Contudo, artigos de reconhecido valor científico, que já tenha sido publicado em anais de congresso ou outros veículos, poderão ser submetidos para publicação, devendo estar evidente que se trata de uma versão melhorada do artigo original. Cada artigo deve ter no **máximo 15 (quinze) páginas, e no mínimo 6 (seis). Outras formas de contribuição, tais como Revisão de Livro, Artigo resumido, deverão conter um máximo de quatro (4) páginas.**

Artigos com conteúdo não pertinente às áreas correlatas à Cartografia e ciências afins, não

serão aceitos.

Em relação ao número de autores, um número de autores excessivo, é um fator negativo para o artigo. O bom senso do autor principal deve, se possível, limitar o número de autores que fazem parte do trabalho.

Os artigos deverão ser escritos preferencialmente em inglês, mas se aceita também artigos em português e espanhol. Em qualquer caso deverá ser anexado um Resumo ou Resúmen e obrigatoriamente o Abstract.

Os artigos deverão ser enviados à RBC, preferencialmente anexado a um e-mail, ou em 3 (três) vias completas impressas e 2 (duas) cópias em disquete de 3½" ou CD-ROM, cada cópia do artigo deve ser digitada em editor de texto Microsoft Word 6.0 ou superior, com caracteres Times New Roman. O endereço a ser enviado os trabalhos é apresentado no

final destas instruções.

Para a identificação do artigo, os arquivos originais, enviados por e-mail ou em mídia, devem ser nomeados por um conjunto de dígitos **indicando o ano, mês e dia de remessa** seguido pelo sobrenome do primeiro autor e de suas iniciais. Exemplo: autor: João Paulo da Oliveira e Silva; data de remessa: 22/05/2006; a identificação do arquivo será: **20060522SilvaJPO.doc**.

Solicita-se aos autores que não enviem artigos em formato .PDF. Artigos enviados nesse formato não serão considerados.

Sugere-se aos autores utilizarem-se deste modelo, como leiuete para a formatação do artigo.

Os artigos deverão ser preparados de modo a conter na primeira folha, as informações centralizadas na seguinte ordem de apresentação: 1º - Título do trabalho (caixa alta, corpo 14, em negrito) em português, seguido do mesmo em inglês, (caixa alta e baixa em itálico; corpo 14), 2º - Nome(s) do(s) Autor(es) (corpo 14, em negrito); 3º - Entidade(s) que representa (corpo 12, em negrito); 4º - Subdivisões da Entidade, se for o caso (corpo 10, em negrito); 5º - Endereço completo para correspondência, bem como e-mail (corpo 10). Deve-se introduzir espaçamento de uma linha entre cada um dos conjuntos apresentados acima.

As palavras RESUMO ou RESUMEN e ABSTRACT deverão ser centradas (corpo 14, em negrito) e o texto deverá ser impresso em corpo 10 (caracter comum).

As folhas em que o artigo é apresentado deverão ser de formato A4, com o texto alinhado em duas colunas e espaçamento simples entre as linhas.

Não deverão ser utilizadas notas de rodapé no texto.

Cada parágrafo deve ter em sua primeira linha, um recuo especial de 1,3 cm em relação às demais.

2. ANÁLISE DOS ARTIGOS

A análise dos artigos obedecerá ao sistema de avaliação pelos pares. Nesse sistema, cada solicitação é examinada por pelo menos dois pesquisadores, que emitem pareceres de mérito. Tais pareceres constituem as bases necessárias das decisões do Conselho Consultivo da RBC. Nos casos em que o parecer recomenda rejeitar a contribuição, é garantido ao solicitante o direito de recorrer da decisão negativa, por meio de um pedido de reconsideração fundamentado na discussão das objeções levantadas pela assessoria.

A experiência ensina que o bom funcionamento desse sistema de avaliação depende essencialmente da preservação do anonimato dos assessores. Com efeito, é inquestionável que o grau de independência e objetividade das avaliações entre pares é proporcional ao grau de fidedignidade da garantia de sigilo oferecida quanto à identidade desses assessores. Assim, toda solicitação de um parecer a um assessor é acompanhada pelo compromisso implícito de

preservação de seu anonimato. Por outro lado, os assessores comprometem-se a manter sigilo quanto ao conteúdo de seus pareceres. Estabelece-se, portanto, entre a RBC e seus assessores, um vínculo de confiança que não pode ser rompido.

3. DIGITAÇÃO DOS ORIGINAIS

Essas instruções foram digitadas de acordo com as normas aqui descritas, portanto os trabalhos terão o aspecto apresentado pelas presentes Instruções.

O texto deverá estar ajustado em uma área de, aproximadamente, 24,5 cm x 16,0 cm (altura x largura), com as colunas separadas entre si de 1,0 cm, 2,5 cm dos limites superior e inferior, 2,0 cm do limite esquerdo e direito da folha de papel. O cabeçalho e rodapé deverão estar afastados das margens respectivas de 1,5 cm.

O título do artigo deve ser escrito em caracteres maiúsculos com corpo 14, em negrito. O(s) nome(s) do(s) autor(es) deve(m) ser digitado(s) em caracteres maiúsculos e minúsculos, 2 (dois) espaços abaixo do título do artigo, centralizados, corpo 14, em negrito. A(s) instituição(ões) a que pertence(m) o(s) autor(res), inclusive o endereço postal, deve(m) aparecer abaixo dos nomes dos autores, separados por um (1) espaço, com corpo 12 e em negrito. Incluir preferencialmente o e-mail dos autores junto ao endereço da instituição, com corpo 10.

O resumo e sua tradução devem ser digitados em uma só coluna. As palavras RESUMO ou RESUMEN e ABSTRACT devem ser centralizadas nesta coluna, dois (2) espaços abaixo do nome e endereço da instituição a que pertence(m) o(s) autor(es), e 2 espaços acima do texto.

Abaixo do texto do Resumo, separado por uma (1) linha, deve ser digitada a frase "Palavras chaves:" (corpo 10, em negrito) seguidas de até seis (6) palavras chaves do artigo (corpo 10). Em seguida, abaixo do texto do Abstract, separado por uma (1) linha, deve ser digitada a frase "Keywords:" (corpo 10, em negrito) seguidas de até seis (6) palavras chaves, em inglês, do artigo (corpo 10).

4. NUMERAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS SEÇÕES

Cada título de seção principal do artigo deverá estar em caracteres maiúsculo, corpo 10, em negrito, sendo devidamente numerado em algarismos arábicos, conforme é exemplificado neste artigo. Observe que as únicas seções que não precisam ser numeradas são as seções "REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS" e "AGRADECIMENTOS". Deve-se deixar um (1) espaço antes e depois de cada seção, exceto para a primeira, que se inicia com dois (2) espaços após as palavras chaves (ou key words).

4.1 Subseções

As subseções serão numeradas iniciando-se

pelo número da seção principal, acrescido de um ponto e o número correspondente da mesma. Elas deverão ser escritas com caracteres maiúsculos e minúsculos, em negrito. Deve-se deixar um (1) espaço antes e depois de cada subseção.

4.1.1 Sub subseções

Para o caso em que ocorrer mais divisões das subseções, a numeração segue a da subseção, acrescida de um ponto e o número correspondente. Elas deverão ser escritas com caracteres maiúsculos e minúsculos, em negrito. Deve-se deixar um (1) espaço antes e depois de cada sub subseção.

5. TABELAS, FIGURAS, FÓRMULAS, ETC

Tabelas, fórmulas e símbolos matemáticos devem ser digitados respeitando o espaçamento superior e inferior de forma adequada.

A numeração das expressões matemáticas deve ser feita com algarismos arábicos entre parênteses, à direita da coluna. Dentro do texto a equação deve ser referida pelo seu número correspondente. Exemplo:

$$K=(\epsilon_j + Lf)^{-1/2} \quad (1)$$

Todos os símbolos devem ser definidos quando aparecem pela primeira vez ou serem referidos a tabelas explicativas.

Índices e expoentes devem ser claramente reconhecíveis como tais. Para isso os tipos utilizados devem ser cuidadosamente escolhidos para evitar ambigüidades.

5.1 Inserção de Figuras

As figuras devem ser numeradas e ter legendas centralizadas logo abaixo delas. A legenda deve ficar mais próxima da figura que do texto abaixo. Não é necessário escrever “Figura 1”, basta abreviar “Fig. 1”.

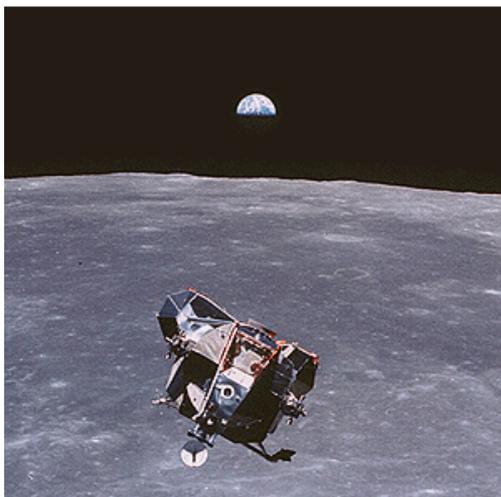


Fig. 1 - Imagem mostrando o módulo lunar da Apollo 11, a Lua e o planeta Terra. Fonte:

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov>.

Deve-se evitar figuras coloridas, mesmo aquelas que representem gráficos, pois o texto final é impresso em preto e branco.

Caso o autor deseje que sejam incluídas na impressão do seu trabalho figuras coloridas, deverá arcar com o respectivo custo de impressão da mesma, devendo entrar em contato com os editores da revista para solicitar maiores informações sobre o assunto. Neste caso, o autor deverá pagar os custos com antecedência, se não o artigo não poderá ser publicado.

Figuras maiores podem ser incluídas, ocupando toda a extensão da página. Nesse caso a coluna dupla deve ser interrompida, a figura ser incluída e, em seguida, ser novamente formatado o artigo em dupla coluna.

5.2 Inserção de Tabelas

Os títulos das tabelas devem aparecer centralizados acima delas e seguir o formato abaixo. Observe que as bordas laterais, esquerda e direita, são transparentes.

TABELA 1 - ÁREAS (km²) ESTIMADAS NAS IMAGENS TM E MAPA E DISCREPÂNCIAS.

Identificação	Área na Imagem TM	Área no Mapa	Discrepâncias
Sul	100	101	1

As figuras e tabelas devem aparecer inseridas no texto em local apropriado e centralizadas, se possível logo após sua citação ou uso.

Preferencialmente devem ocupar uma coluna. Caso seja necessário ocupar as duas colunas, as mesmas devem ser posicionadas no começo ou final da página e nunca no meio, para evitar quebras no texto. O texto

A numeração das figuras, tabelas e equações devem ser feitas em ordem e seguir seqüência única do começo ao fim do trabalho (e não por seções).

As ilustrações devem, por razões de estética, espalhar-se ao longo do texto, evitando-se o seu acúmulo no final.

5.3 Citações e referências citadas

Todas as referências citadas devem estar contidas nas REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Trechos, idéias extraídos e modificados devem ao final da apresentação do texto ter a referência do mesmo na forma (FULANO, 2020). É facultada a inclusão do número da página da referência, na forma (FULANO, 2020, p 23) ou (FULANO, 2020, pp 10-15) – **LETRAS MAIÚSCULAS**.

Citações idênticas devem ser apresentadas

entre aspas ou destacadas em itálico, com a referência ao fim da citação.

Citações do tipo: Segundo... De acordo..., devem ser apresentadas na seguinte forma: Fulano (2020); De acordo com Fulano (2030), seguido do texto, este pode ser cópia ou adaptado – **Letras minúsculas.**

6. SOBRE OS DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade do artigo é exclusivamente do autor. Se for o caso, ele deverá tomar as providências necessárias, no sentido de obter permissão para a publicação ou uso de qualquer material, eventualmente protegido por direitos autorais.

AGRADECIMENTOS

Esta seção não é obrigatória e deve ser incluída antes das referências bibliográficas quando ocorrer a necessidade de fazer agradecimentos a entidades financiadoras, pessoas, etc. Não é necessário fazer a numeração desta seção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A seção referências bibliográficas não precisa ser numerada e deve conter, em ordem alfabética de sobrenome dos autores, as referências feitas ao longo do artigo. Suas citações no texto deverão ser com caracteres maiúsculo (FULANO *et al.*, 2003). Deverão ser seguidas as normas da ABNT para a apresentação destas referências. Exemplos:

ALVES, M. B.; ARRUDA, S. **Como Fazer Referências: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documentos.** Disponível em <<http://bu.ufsc.br/framerefer.html>>. Acesso: 15 abril 2002.

CINTRA, J. P. GPS & GIS: Integração geométrica. In: XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, 1997. **Anais.** p. 88-98, 1997.

FIALOVSY, L. **Surveying Instruments and their operational principles.** New York, Elsevier, 1991. 550p.

LANGE, A. Accuracy Specifications Affect Application Success. **GIS World**, v.10, n. 10, p. 32, Oct. 1997a.

LANGE, A. Which GPS Processing Technique is Right for You? **GIS World**, v.10, n. 8, p. 58, Aug. 1997b.

Cartografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no e-mail pmenezes@acd.ufrj.br ou rbc@rbc.ufrj.br.

Endereço para correspondência:

Revista Brasileira de Cartografia
Sociedade Brasileira de Cartografia
Av Pres Wilson 210 – 7º andar
Centro - Rio de Janeiro – RJ
CEP 20030-021

Email e URL:

e-mail: rbc_artigos@rbc.ufrj.br
rbccartografia@gmail.com

URL: <http://www.rbc.ufrj.br>

Editores:

Paulo Márcio Leal de Menezes – UFRJ (Editor Chefe)
Júlia Célia Mercedes Strauch - ENCE
José Carlos Penna de Vasconcellos - UERJ
Leonardo Castro de Oliveira - IME
Carla Bernadete Madureira Cruz – UFRJ
Manoel do Couto Fernandes - UFRJ

Para maiores informações contatar a Sociedade Brasileira de Cartografia, ou o Laboratório de

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)