

## Sensoriamento Remoto na análise espaço-temporal da expansão da mancha urbana em Natal/RN (1969-2002)

Frederico Fonseca Galvão de Oliveira<sup>1</sup>  
Elias Nunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Goiás – UEG  
Dept. de Geografia - Av. Brasília, 32 – Setor Leste - 76550-000 – Porangatu-GO, Brasil  
fred1@superig.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN  
Dept. de Geografia - Campus Universitário, s/n - Lagoa Nova - 59078-970 – Natal-RN, Brasil  
eliasgeo@ufrnet.br

**Abstract.** The environmental problems observed in the city of Natal are almost in its totality fruits of an expansion of its urban spot made without planning, modifying, of this form, the landscape of the city. Mainly over the decade of 70, the urban spot in Natal had a considerable increase, mainly because of the implantation of the horizontal habitational sets. These habitational sets conducts the growth of the city for the areas of environmental fragility, as natural dunes and lagoons. This way, we can observe an intrinsic relation between urban expansion and environmental impacts in the city. The proposal of this work is to show, in a cartographic form, the evolution of the expansion of the urban spot in Natal, since the year of 1969 until the year of 2002 as a subsidy for the understanding of the environmental impacts generated by this process. For this, geoprocessing techniques had been used, through the interpretation of cartographic data generated from products of remote sensing (aerial and orbital) and for posterior cartographic restitution.

**Palavras-chave:** urban planning, remote sensing, environmental problems, planejamento urbano, sensoriamento remoto, problemas ambientais.

### 1. Localização da Área em Estudo

A cidade de Natal situa-se na região nordeste do Brasil ocupando a porção central do litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte, onde, de acordo com medições realizadas nesta pesquisa, possui uma área territorial de 171,10km<sup>2</sup>; um perímetro de 74,83km de extensão e altitude média de 47,68 metros, ficando compreendida entre o quadro de coordenadas geográficas máximas de 05° 41' 42" e 05° 54' 43" de latitude sul, e 35° 08' 39,4" e 35° 17' 51,9" de longitude oeste.

### 2. Referencial Teórico-Metodológico

Os fundamentos teórico-metodológicos do trabalho serão definidos com embasamento na teoria geral dos sistemas, com base no método sistêmico não-isolado aberto, pois em qualquer espaço urbano, independente de sua constituição geoambiental, existem constantes trocas de energia e de matéria. Assim, ter-se-á uma visão holística da realidade, fortalecida pela ferramenta do geoprocessamento que vem se mostrando, em diversos trabalhos semelhantes, como mais um instrumento para a elaboração de diagnósticos ambientais baseados em uma gestão ambiental do território.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Foram utilizados dados multitemporais referentes aos anos de 1969, 1988, 1994 e 2002, dos quais, 1969 e 1988 foram obtidos de forma analógica e posteriormente digitalizados, ao

contrário das bases de 1994 e 2002 que foram obtidas em formato digital. Após a restituição das bases, foram criadas quatro cartas de mancha urbana que representam a delimitação de sua mancha no momento do sobrevôo aéreo ou da passagem do satélite. Posteriormente, foi feita uma superposição das quatro cartas para a construção da Carta de Expansão Urbana de Natal.

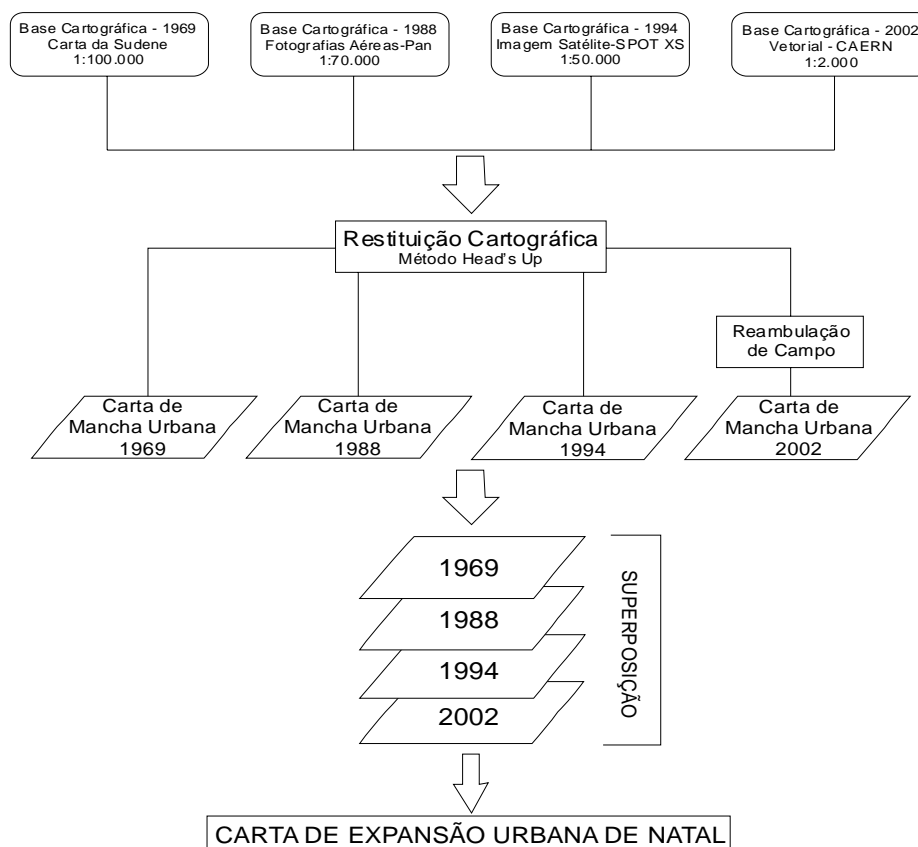
No levantamento da mancha urbana da cidade em 1969, tomou-se como base a Carta da DSG/SUDENE, Folha SB.25-V-C-V – Natal, em escala de 1:100.000 baseada em cobertura aérea de 1969. Esta base foi “escaneada” e posteriormente georeferenciada no *software* MicroStation SE, onde se realizou a restituição onde em seguida o arquivo foi transferido para o *software* MapInfo 6.0, para posterior edição dos dados cartográficos.

Para a elaboração da Carta de Mancha Urbana de 1988 montou-se um mosaico de três fotografias aéreas verticais pancromáticas da FAB (Força Aérea Brasileira) em escala de 1:60.000, no *software* MicrostationSE, passando pela técnica de georeferenciamento e posterior restituição automatizada de sua área útil, descartando-se suas bordas por presenças de distorções geométricas da imagem. Em seguida, o arquivo vetorial gerado é transferido para o *software* MapInfo 6.0 para sua posterior edição.

Na construção da carta de mancha urbana de 1994 tomou-se como base uma imagem de satélite SPOT XS (multiespectral) com resolução de 20 metros e com data de passagem de 06 de agosto de 1994. A resolução espacial de 20 metros para esta cena não permitiu ter um maior detalhamento das áreas urbanas, gerando com isso, um índice de certeza que varia do médio ao alto, visto que a alta variedade de respostas espectrais em áreas urbanas heterogeneizam as interpretações dos alvos por parte do restituidor. A cena, inicialmente, passou por um pré-processamento com aplicação linear de contraste, com o objetivo de facilitar a identificação dos espaços urbanizados da cidade. Em seguida, a imagem passou pelo processo de georeferenciamento com dez pontos de controle para posterior vetorização, onde se pôde criar um arquivo vetorial, transferido posteriormente para o *software* MapInfo 6.0 para sua edição.

Para elaboração da carta de 2002 foi utilizada a base da CAERN (Cia. de Águas e Esgotos do RN), em formato vetorial, georeferenciada e com alto nível de detalhe (com edificações) construída em escala de 1:2.000, feita a partir de levantamentos aéreos, iniciada em 1997 e concluída em 1998. Para sua atualização foi realizado um trabalho de campo com o objetivo de efetuar uma reambulação dos dados alterados de 1998 a novembro de 2002. Para tal, foi utilizado o Sistema GPS (*Global Positioning System*), pelo método de posicionamento absoluto cinemático, com o intuito de levantar e atualizar todos as informações de expansão urbana não mapeadas e desatualizadas pelo levantamento da CAERN.

Destarte, foi feita a delimitação (contorno) da mancha urbanizada em formato vetorial no *software* microstation SE para posteriormente ser transferido e editado no *software* MapInfo 6.0. A seguir, na **figura 01**, pode-se verificar detalhamento do organograma dos procedimentos aqui realizados.



**Figura 01** – Organograma da elaboração da Carta de Expansão Urbana de Natal.

Nas atividades de digitalização das fotografias aéreas, da imagem de satélite, e de trabalhos *in loco*, foram consideradas como urbanas as áreas que desenvolvem atividades residenciais, comerciais, institucionais e de lazer que têm a presença de espaços construídos antropogenicamente. Para este trabalho, as zonas industriais como um todo e as áreas com aspecto de parcelamento do solo, mas sem espaços construídos, não foram consideradas áreas urbanas com vistas ao mapeamento. As digitalizações foram realizadas pelo método “*heads-up*” na própria tela do computador.

#### 4. Evolução dos totais de área urbana em Natal (1969-2002).

##### 4.1. Ano de 1969.

Esta época representa o início do momento de uma profunda alteração da urbanização em Natal, onde a implementação dos conjuntos habitacionais horizontais passa pela sua fase inicial. A cidade passa a desenvolver novas funções administrativas com a implementação de políticas públicas que visavam ter um caráter de desenvolvimento regional com características urbano-industriais, trazendo consigo um aporte populacional bastante considerável com uma taxa anual média de crescimento populacional girando em torno de 6%, fazendo com que a cidade chegasse a 264.379 habitantes em 1970.

Levando-se em consideração o mapeamento realizado, foi levantado que a área urbanizada no município na época abrangia 12,89% ou 22,06km<sup>2</sup> de sua área total (171,1km<sup>2</sup>). Esta se concentrou nos bairros mais centrais e antigos da cidade como os de Petrópolis, Tirol e Alecrim. (**Figura 04**).

## 4.2. Ano de 1988.

Em um intervalo de dezenove anos de, 1969 a 1988, o município apresenta uma configuração totalmente diferente do apresentado anteriormente em 1969, pois sua mancha urbanizada apresenta um acréscimo de 176% e com uma área total de 60,90km<sup>2</sup> ou 35,59% da área total do município. Este fato decorre do “boom” imobiliário pelo qual a cidade passa nesse período, visto que, neste momento, os empreendimentos imobiliários horizontalizam e expandem suas fronteiras no município em áreas até então intactas e sem interferência de influências antrópicas. O uso do solo se torna mais complexo e dinâmico e as atividades econômicas direcionam e reordenam uma nova feição urbana no município. A Carta de Mancha Urbana de 1988 vista a seguir (**figura 05**), mostra um direcionamento de sua expansão nos sentidos NE-SO e SE-NO, implementados, como já frisado, pela expansão horizontal atribuída principalmente aos conjuntos habitacionais.

Neste sentido, vê-se que os empreendimentos imobiliários até então, caracterizam-se como um dos principais, senão o principal, fator desencadeador de impactos ambientais no município, pois leva consigo a supressão da natureza pouco alterada em detrimento a natureza construída, uma vez que este processo não caminha só, muito pelo contrário, vem junto de um acréscimo populacional e uma latente ausência de infra-estrutura básica como saneamento básico e coleta de lixo domiciliar que visem a preservação do ambiente natural.

## 4.3. Ano de 1994.

O intervalo de seis anos existente entre 1988 e 1994 mostra uma expansão urbana mais proeminente na zona norte da cidade, principalmente pela implantação de novos conjuntos habitacionais. Dos 60,90 km<sup>2</sup> de ocupação urbana em 1988, a cidade passa a ter 79,46 km<sup>2</sup> em 1994, ou seja, uma área correspondente a 46,44% da superfície total do município, apresentando, com isso, um acréscimo de 30,47% em relação ao mapeamento anterior. Levando-se em consideração somente a Região Administrativa Norte, no mesmo intervalo de tempo, a mesma apresenta um crescimento da mancha urbana de 84,66%, passando dos 12,52 km<sup>2</sup> em 1988 para 23,12 km<sup>2</sup> em 1994.

Este crescimento vertiginoso da mancha urbana de quase 90% em 6 anos na zona norte da cidade trouxe paralelamente um crescimento demográfico à área, alterando todo um setor de infra-estrutura e de serviços que até então atendia uma parcela da população que contabilizava 146.854 habitantes em 1991 para 206.615 habitantes em 1996, segundo dados do IBGE. Esse desencadeamento de alterações intra-urbanas na zona norte reestrutura esta região da cidade, que sempre foi a mais desprovida de serviços básicos de infra-estrutura tanto no âmbito público como no privado. Nesse período de tempo a mancha urbana se direciona no sentido norte e noroeste ocupando áreas de tabuleiros e de dunas, reforçando-se a idéia de que a urbanização gera severos impactos a ambientes naturais da cidade, fato este, digamos, inevitáveis e bastante comuns em áreas que passam por esta dinâmica. Na **figura 06**, pode-se observar a Carta da Mancha Urbana de Natal em 1994.

Nas regiões administrativas leste, oeste e sul, a taxa de urbanização é mais modesta, causada principalmente pelo início da saturação de áreas disponíveis para construção e por barreiras naturais que muitas vezes impedem sua expansão nesse sentido, uma vez que muitas destas áreas são dunas com elevada topografia e até então inacessíveis e protegidas como o cordão dunar de Ponta Negra, Lagoinha, San-Vale, Candelária, Cidade Nova e Guarapes. Nota-se que nesse período dá-se início a um vetor de crescimento no sentido oeste da cidade com os primeiros parcelamentos de solo no setor sudeste do bairro de Guarapes, hoje desmembrado e fazendo parte do recém-criado (em 1998) bairro de Planalto. Outra área que apresenta um maior crescimento urbano no período, localiza-se no bairro de Ponta Negra com

a construção de estabelecimentos comerciais e residenciais com vistas ao atendimento do setor turístico, que naquele momento se encontrava em franca expansão.

#### **4.3. Ano de 2002.**

O período compreendido entre 1994 a 2002 se caracteriza pela consolidação do direcionamento da expansão urbana para os sentidos oeste, norte e sul da cidade, estendendo-se para as áreas de proteção ambiental do município. Estas, antes pouco alteradas, passam a sofrer uma forte pressão em seu entorno por parte de empreendimentos imobiliários (ver **figura 07**) com vistas a torná-los espaços de expansão urbana, de modo que comecem a desempenhar um novo papel na cidade deixando de ser uma área verde protegida para se tornar um espaço construído.

Neste momento ocorre uma reprodução no reordenamento do espaço geográfico, onde os impactos ambientais acabam se revelando e problemas provenientes destes começam a atingir fortemente a sociedade, principalmente as camadas menos favorecidas desta e/ou que vivem em locais inapropriados da cidade como áreas de alta declividade ou de baixa topografia, por exemplo.

Em 2002, a cidade passa a ter 98,81 km<sup>2</sup>, ou 57,75% de sua área total, com espaços construídos ou em franca urbanização, isso sem contar com as áreas já loteadas e não urbanizadas como os bairros de Guarapes e Lagoa Azul. Na **figura 07**, pode-se observar a Carta da Mancha Urbana de Natal do ano de 2002.

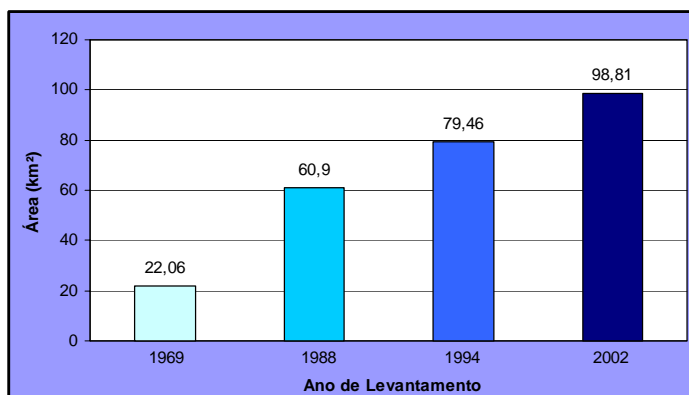
Deve-se destacar a grande importância das Zonas de Proteção Ambiental – ZPA para a cidade e para a região metropolitana, tendo em vista que são as áreas que ainda não apresentam traços de urbanização. A maioria destas se caracterizam por ser de feição dunar, de alta topografia, portanto de difícil acesso, impossibilitando empreendimentos de elevado porte como os conjuntos habitacionais horizontais. Contudo, o que se observa na cidade é uma forte pressão imobiliária nestas ZPAs. Esta zona de tensão entre o urbano e o ambiente natural é o palco dos maiores impactos ambientais da cidade, representados pelos desmatamentos e queimadas, neste caso descaracterizando esse ambiente. Outro agravante que se deve levantar no que concerne as ZPAs é que em sua quase totalidade elas são privadas, fragmentadas e parceladas em lotes, mas sem licença para construção, pelo menos tecnicamente. Mas o que se observa em alguns casos é o total descontrole do órgão licenciador municipal em inibir qualquer tipo de construção ou interferência degradadora por queimadas, desmatamentos e cercamentos nestas UC.

Observa-se nas cartas geradas que o crescimento da mancha urbana da cidade no período de 1994 a 2002 gira em torno de 33%, ou seja, mesmo com a diminuição das áreas de expansão, a cidade ainda se urbaniza, principalmente nas áreas periféricas. A urbanização, justificada pelo uso do solo diferenciado destas áreas, intensifica-se bastante, principalmente quando se comparam as expansões da zona norte à zona sul da cidade.

O que mais se destaca na carta ora discutida é o seu acentuado crescimento urbano em relação ao mapeamento anterior nos bairros de Planalto, Candelária (San-Vale) e Pajuçara, configurando-lhes grandes expansões e crescimento no que tange a sua urbanização.

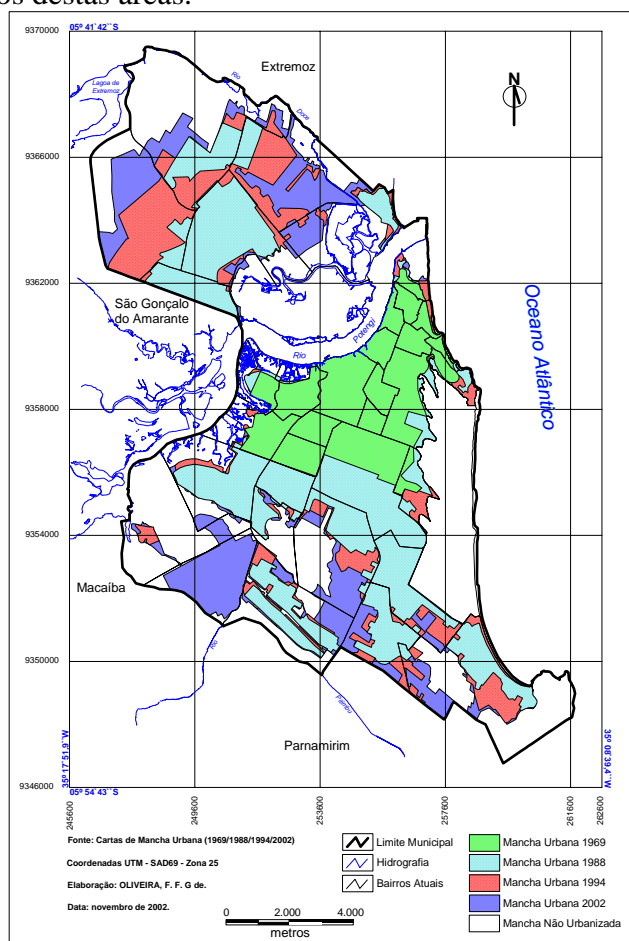
A superposição dos dados gerados nas cartas de mancha urbana de 1969, 1988, 1994 e 2002, obtidas a partir de diferenciadas bases cartográficas, foi realizada no software MapInfo 6.0. Segundo Anjos (1991), trabalhos com esta metodologia apresentam três linhas básicas de produtos: uma quantitativa, que aborda, numa linguagem cartográfica, a dinâmica do crescimento urbano em momentos históricos diferenciados; outra quantitativa, que organiza numericamente a informação qualitativa que se pode verificar na figura a seguir mostrando a evolução dos totais de área urbana em Natal nos quatro levantamentos; e a terceira linha sendo conseqüente das duas anteriores, que é a construção analítica do conjunto de dados.

A **figura 02** a seguir representa, graficamente, a evolução da mancha urbanizada no município num intervalo de 33 anos, mostrando uma tendência que se torna irreversível, saturando e pressionando demasiadamente as áreas verdes da cidade.



**Figura 02** – Evolução dos totais de mancha urbana em Natal no período de 1969 a 2002.

Pela análise da Carta de Expansão Urbana de Natal (observar **figura 03** a seguir), pode-se verificar que sua expansão se dirigiu em dois sentidos gerais: um no sentido norte, implementado pela expansão do bairro de Igapó, pela criação do Distrito Industrial de Natal, no final da década de 70, e pela construção de conjuntos habitacionais horizontais, na década de 80. Outro no sentido sul, inicialmente pela construção de grandes conjuntos habitacionais, e atualmente com a construção de uma infra-estrutura para atender a demanda do setor de serviços, característicos destas áreas.



**Figura 03** – Carta de Expansão Urbana de Natal (1969 – 2002).

O mapeamento mostra uma tendência de crescimento urbano nos bairros de Lagoa Azul e Guarapes, visto que ainda são áreas pouco povoadas e com forte potencial de construção de novos conjuntos habitacionais horizontais que visem, principalmente, atender populações de baixa renda.

Também vê-se que as áreas mais antigas da cidade, surgidas até o período de 1969, apresentam altos índices de ocupação urbana e densidade demográfica, aliado à ausência de áreas livres para construção civil acarretando com isso uma forte verticalização e um reordenamento do valor do uso do solo, ou seja, o valor do solo nessa área é bem maior que nas demais.

## 5. Conclusões

Todos os resultados cartográficos aqui mostrados representam e comprovam várias características sócio-espaciais a que a cidade de Natal está submetida. A contribuição deste artigo se traduz no mais forte objetivo de trazer, através de uma visualização cartográfica, por técnicas de Sensoriamento Remoto, causas ou fatores que são determinantes na ocorrência de impactos ambientais à cidade. O crescimento e desenvolvimento urbano de Natal é paradoxal e levanta um questionamento sob uma ótica crítica, que na cidade, da forma como se processam as relações sócio-espaciais, é bastante provável que não exista a curto e médio prazos uma sustentabilidade em seu sistema ambiental.

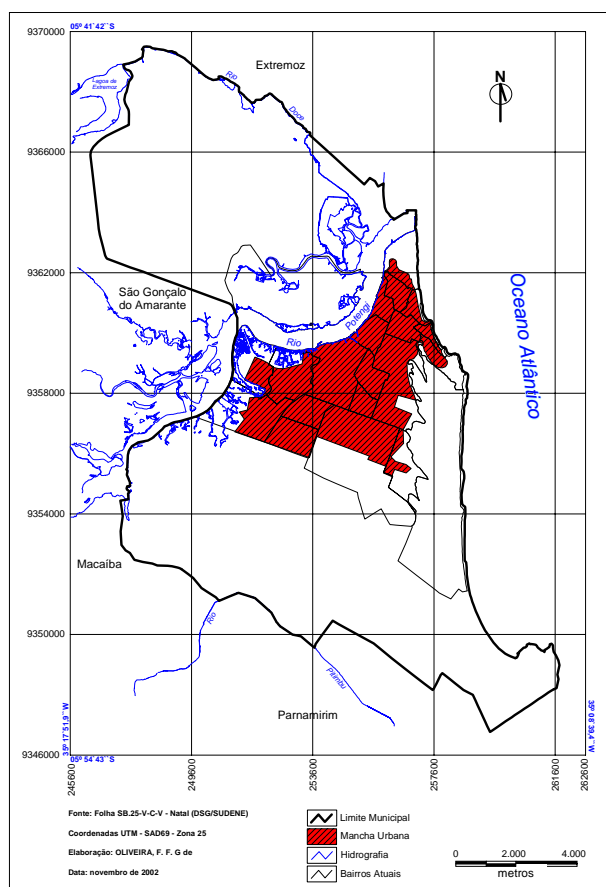


Figura 04 – Carta da Mancha Urbana de Natal – 1969.

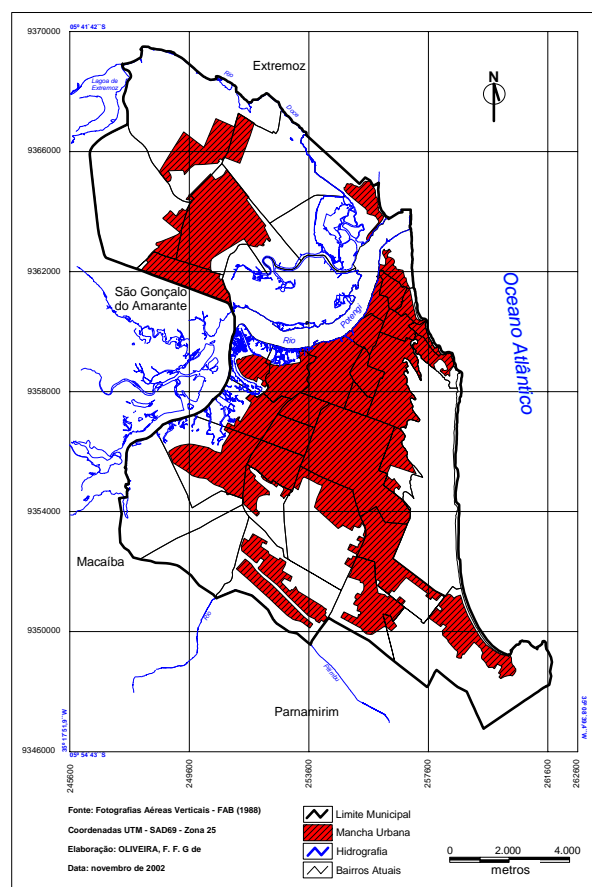


Figura 05 – Carta de Mancha Urbana de Natal – 1988.

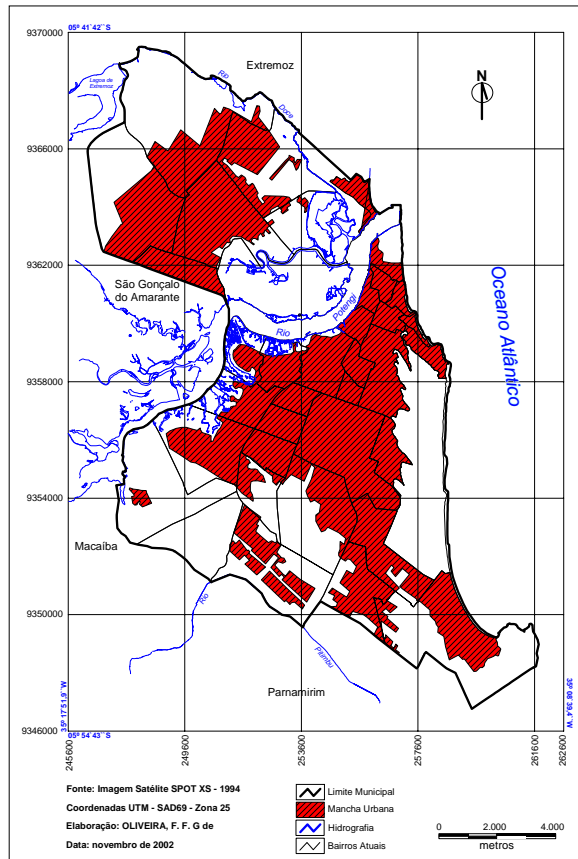


Figura 06 – Carta da Mancha Urbana de Natal – 1994.

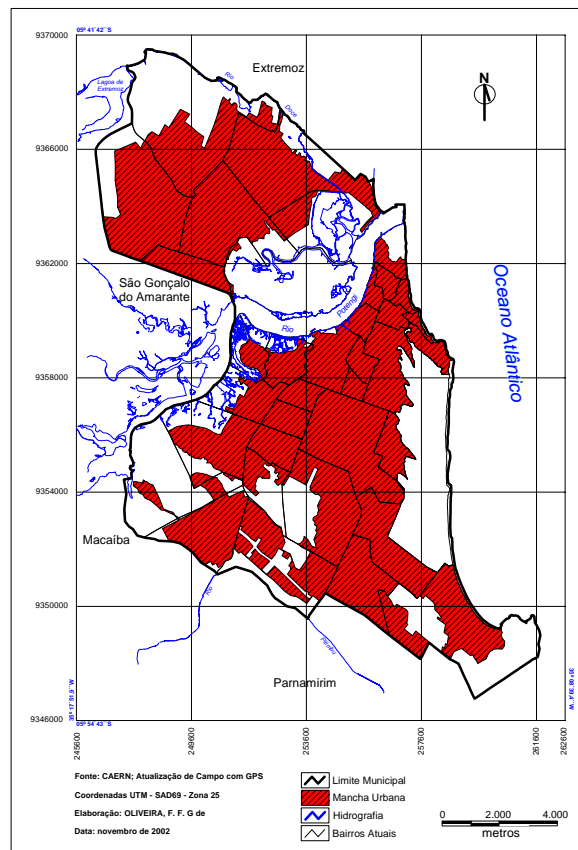


Figura 07 – Carta da Mancha Urbana de Natal – 2002.