

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): "Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS E FERRAMENTAS DO GOOGLE EARTH™. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICA PARA COMPATIBILIZAR BASES CARTOGRÁFICAS HISTÓRICAS: UM ESTUDO DA CIDADE DE MANAUS, AMAZONAS (BRASIL)

LUPUNA SOUZA¹, SANDRA MARIA FONSECA DA COSTA ²

¹ Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP

Av. Shishima Hifumi, 2911- 12244-000 - São José dos Campos - SP, Brasil

¹lupunasouza6@gmail.com ²sandra@univap.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo principal descrever a metodologia empregada para integrar dados multifontes, os quais foram utilizados para analisar e quantificar o crescimento da área urbana da cidade de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. A partir de dados de sensoriamento remoto, associados às documentações históricas, disponíveis em livros sobre a cidade, e programas SIG (Sistema de Informação Geográfica) foi possível elaborar a metodologia de modo que atendesse, com qualidade, o georreferenciamento para as imagens de satélite que foram utilizadas no mapeamento. A dificuldade existente para utilizar a base cartográfica foi superada com a utilização do *Google Earth*™, o qual tornou possível a elaboração da base de arruamento do centro antigo da cidade de Manaus. Esta base foi utilizada como referência para os georreferenciamentos das imagens do satélite *Landsat 5*, sensor TM, possibilitando o resgate da informação histórica sobre a área urbana e sua atualização.

Palavras-chave: Georreferenciamento, dados de Sensoriamento Remoto, Google Earth™.

METHODOLOGICAL APPROACH FOR INTEGRATING DATA AND TOOLS FROM GOOGLE EARTH™. GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS TO MATCH HISTORICAL CARTOGRAPHIC DATABASE: A STUDY OF MANAUS CITY, AMAZONAS (BRAZIL).

ABSTRACT

This paper aims at describing the methodology used to integrate multi-source data used to analyze and quantify the urban growth of the city of Manaus, located at the Amazonas state in Brazil. Remote sensing data along with historical documentation available in books about Manaus,

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

and GIS (geographical information system) data were employed to record the satellite images used to map Manaus' urban growth with high-quality. Using *Google Earth*™ was employed to create a street map of the old Manaus. This database was used as a reference for TM /*Landsat* 5 satellite image georeferencing, which allowed the recovery and update of historical information of the urban area of Manaus.

Keywords: Georeferencing, Remote Sensing data, Google Earth™.

1. Introdução

O avanço tecnológico do sensoriamento remoto, aplicado ao estudo da geografia urbana, tem facilitado a análise do espaço urbano. Sua utilização pode colaborar com estudos do espaço urbano de maneira mais eficaz, pois possibilita a conexão de dados de diferentes fontes, permitindo, assim, se alcançar um resultado mais adequado para as análises espaciais urbanas, principalmente em estudos de características multitemporais. Para Moreira *et al.* (2007:28-37) a utilização de imagens é fundamental em trabalhos de mapeamento, principalmente para análises de dinâmica espacial.

Um dos grandes problemas de estudos multitemporais é a recorrente dificuldade no georreferenciamento de mapas históricos, pois o espaço está em constante transformação. Para Santos (2004:63), “o espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá”.

O georreferenciamento de um dado, de acordo com Barcellos *et al.* (2008:60), é definido como “o processo de associação desse dado a um mapa e pode ser efetuado de três formas básicas: associação a um ponto, a uma linha ou a uma área. O resultado desse processo é a criação de elementos gráficos que podem ser utilizados para a análise espacial”.

Para que este estudo tornasse-se possível necessitou-se da utilização de dados de diferentes fontes, os quais colaboraram de maneira positiva, resultando em análises espaciais de melhor qualidade sobre a cidade de Manaus.

Neste sentido, esta pesquisa teve como objetivo propor uma metodologia de integração de dados espaciais de diferentes fontes utilizando ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica). Pretendeu-se, assim, possibilitar a compreensão e análise da dinâmica da área urbana da cidade de Manaus a partir de dados multitemporais de diferentes fontes, tais como, mapas antigos da cidade de Manaus, referentes aos anos de 1895 e 1906, e imagens de satélite, obtidas em 1986, 1999, 2006 e 2010.

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográficas para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

2. Área de Estudo: A Cidade de Manaus

Manaus, capital do estado do Amazonas, é um dos principais centros urbanos da região norte ([figura 1](#)). Encontra-se à margem esquerda do Rio Negro, entre as coordenadas 03° 08' S e 60° 01' W, possuindo uma altitude média de 21 metros.

A cidade de Manaus teve sua fundação associada à construção do Forte de São José da Barra do Rio Negro, onde hoje está situada a cidade. Ao longo de sua história passou por períodos que ajudaram a configurar o espaço urbano, os quais ainda hoje podem ser vistos por sua representação em construções históricas.

Entre 1860 a 1910 o município passou por um período de apogeu econômico, em consequência da exploração da borracha (Duarte, 2009). Com a decadência desse ciclo econômico esta experimentou um longo período de dormência, só voltando a movimentar sua economia, de forma significativa, a partir da década de 1950, com as políticas desenvolvimentistas empregadas pelo Governo brasileiro para a região norte.

“A criação da Zona Franca de Manaus, cujo prazo e vigência irão até 2023, representou uma estratégia geopolítica visando acelerar o processo de interiorização do desenvolvimento para o território da Amazônia Ocidental... neste quesito, o modelo oportunizou a aplicação de R\$ 500 milhões, entre 1996 e 2003, em projetos de infra-estrutura econômica, de pesquisa e desenvolvimento e de capacitação de capital humano para evolução científica” (Botelho, 2006:33).

A implantação da Zona Franca, em 1967, resultou em um crescimento urbano notável, decorrente de uma modificação significativa no espaço urbano municipal, que se fez necessário para a instalação de 500 indústrias, dando início ao seu distrito industrial (Bechimol, 1997:1).

Para efeitos de compreensão desse crescimento urbano, eixos de crescimento e explicação das principais tendências de crescimento é necessário mapear o comportamento da área urbana, desde os períodos mais remotos até os dias atuais. É nessa direção que a metodologia proposta nesse artigo se insere: propiciar a integração de dados multifontes de forma a mapear o crescimento urbano da cidade de Manaus.

3. Materiais e métodos

Considerando a baixa resolução da documentação histórica disponível para o estudo, foram encontradas dificuldades na identificação de pontos de controle para o georreferenciamento das imagens antigas. Sendo assim, fez-se necessário a utilização de uma metodologia diferente para que o resultado pudesse ser alcançado com boa qualidade de georreferenciamento dos mapas e imagens a serem utilizadas no mapeamento multitemporal.

Foram utilizados diversos *softwares* de SIG, pois as ferramentas utilizadas não são completas, e sim, complementam-se umas às outras. No *Google Earth*, a área de interesse (centro antigo de

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

Manaus) foi digitalizada. O arruamento do centro antigo da cidade pouco foi modificado com os anos, portanto, utilizado como base cartográfica para o georreferenciamento do material de estudo.

As imagens históricas foram adquiridas por meio da digitalização de mapas do livro *Manaus: entre presente e o passado*, de Duarte (2009). Duas cartas de Manaus foram digitalizadas (carta de Manaus e seus Arrabaldes, de 1895, e planta de Manaus e seus Arrabaldes, de 1906), sendo posteriormente georreferenciadas. Foram utilizadas, assim, como base para o georreferenciamento das imagens do satélite *Landsat 5- TM*, adquiridas no INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Aeroespacial). Quatro cenas referentes aos anos de 1986, 1999, 2006 e 2010 foram utilizadas, nas bandas 3, 4 e 5. Com a base criada a partir das imagens do *Google Earth* e a utilização do programa *ArcGIS 9.2*, o resultado do georreferenciamento foi satisfatório.

Com a utilização do *Google Earth*, o arruamento da área de interesse, existente nos mapas históricos e que ainda hoje configuram o espaço urbano, foram digitalizadas com precisão. Esse procedimento pode ser visualizado na [figura 2](#). O arquivo de arruamento foi exportado como vetor no formato *Keyhole Markup Language* (KML), com coordenadas *default* do *Google Earth* (WGS 84). Este foi aberto no programa *Global Mapper 10* e, posteriormente, exportado para o formato *shapefile* (*.shp) ([figura 3](#)).

Em seguida o arquivo foi visualizado e editado no *ArcGIS 9.2* ([figura 4](#)), onde pode-se realizar as correções de topologia, tais como possíveis erros no vetor.

Após a correção dos vetores, as imagens no formato *Tagged Image File Format* (.tiff) foram lidas no *ArcGIS 9.2* e georreferenciadas, utilizando-se os dados vetorizados de arruamento como base, assim como mostra-se nas [figura 5](#) e [figura 6](#).

Desta forma, possibilitou-se a geração de cartas temáticas da cidade de Manaus em diferentes momentos históricos: de meados do século XIX até o início do século XX. As imagens de satélite foram classificadas pelo programa *ENVI Zoom*, gerando os polígonos das áreas urbanas para análise de crescimento dos eixos urbanos no decorrer dos anos de 1986, 1999, 2006 e 2010.

A leitura dos dados finais foi realizada no *ArcGIS 9.2*, que possibilitou o tratamento topológico; tais como correção de linhas, inclusão de vértices e quantificação do crescimento da área urbana, finalizando assim a elaboração de documentação cartográfica básica, necessária ao estudo do crescimento da área urbana da cidade de Manaus.

3.1. Técnicas de análise

Para o cálculo de porcentagem das áreas de crescimento urbano aplicou-se a seguinte fórmula:

$$At = \frac{(a2 - a1)}{a2} \rightarrow \%At = At * 100$$

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): "Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

sendo a_2 = área do segundo polígono, a_1 = área do primeiro polígono, $\%At$ = porcentagem da área total, At = área total, 100 = coeficiente de porcentagem.

Com o emprego desta metodologia foi elaborado uma mapa de crescimento urbano da cidade de Manaus em suas diferentes épocas, somando o contexto histórico e político-desenvolvimentista vivido pela cidade, atrelado aos dados quantitativos citados neste artigo.

4. Descrição e análises dos resultados

Para cada imagem classificada foi salvo um arquivo do polígono de área no formato *shapefile* (*.shp), utilizando o *ArcGIS* 9.2, onde foram feitos os cálculos das áreas (m²) ([figura 7](#)).

Após os cálculos de área dos polígonos, os valores encontrados foram aplicados na fórmula para o cálculo da porcentagem de crescimento. A partir dos resultados, gerou-se um gráfico que mostra a diferença de crescimento da cidade para os diferentes períodos analisados ([figura 8](#)).

A partir dos resultados obtidos foram gerados mapas com a classificação dos polígonos de área para os diferentes anos, os quais serão importantes ferramentas para o estudo e identificação dos eixos de crescimento da cidade de Manaus ([figura 9](#)).

6. Informações e comentários

Este trabalho teve o intuito de mostrar a metodologia de registros de documentação histórica como uma forma de complementar as metodologias existentes para o mapeamento do crescimento urbano, já discutidas na academia.

Tendo em vista que a documentação antiga tem restrições para sua utilização em análises urbanas, em função da dificuldade de integrá-las a outras fontes de dados, tais como imagens de satélite, foi proposta esta metodologia, visando amenizar as dificuldades existentes na localização de pontos de controle que possibilite o georreferenciamento.

Espera-se, assim, ter contribuído para elaboração de novos trabalhos com o uso da metodologia, que permitiu o georreferenciamento das imagens de 1895 e 1906 às imagens de satélite de média resolução espacial, além de facilitar a localização, com maior precisão, de pontos de controle nessas imagens de satélite.

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

Referências bibliográficas

Barcellos, Ch.; Ramalho, W.M.; Gracie, R.; Magalhães, M.A.F.M.; Fontes, M.P. y Skaba, D. (2008): “Georreferenciamento de dados de saúde na escala sub-municipal: Algumas experiências no Brasil”, em *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 17, n. 1, pp. 59-70. Disponível em: http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742008000100006&lng=pt&nrm=iso.

Bechimol, S. (1997): *Zona franca de Manaus: Pólo de desenvolvimento industrial*. Manaus, Universidade do Amazonas.

Botelho, A.J. (2006): *Redesenhando o projeto zona franca de manaus*. Manaus, Valer.

Duarte, D. (2009): *Manaus: entre o presente e o passado*. Manaus, Midia.comm.

Santos, M. (2004): *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo, Edusp.

Moreira, M.L.O.; Medeiros, L. C. y Costa, H.F. (2007): “Integração de dados multifontes para mapeamentos temáticos”. *Revista Geográfica Acadêmica*, v.1, n.1, p.28-37.

Google Earth [Consulta: 22-10-2010]. Disponível em: <http://earth.google.com.br/>.

FIGURAS

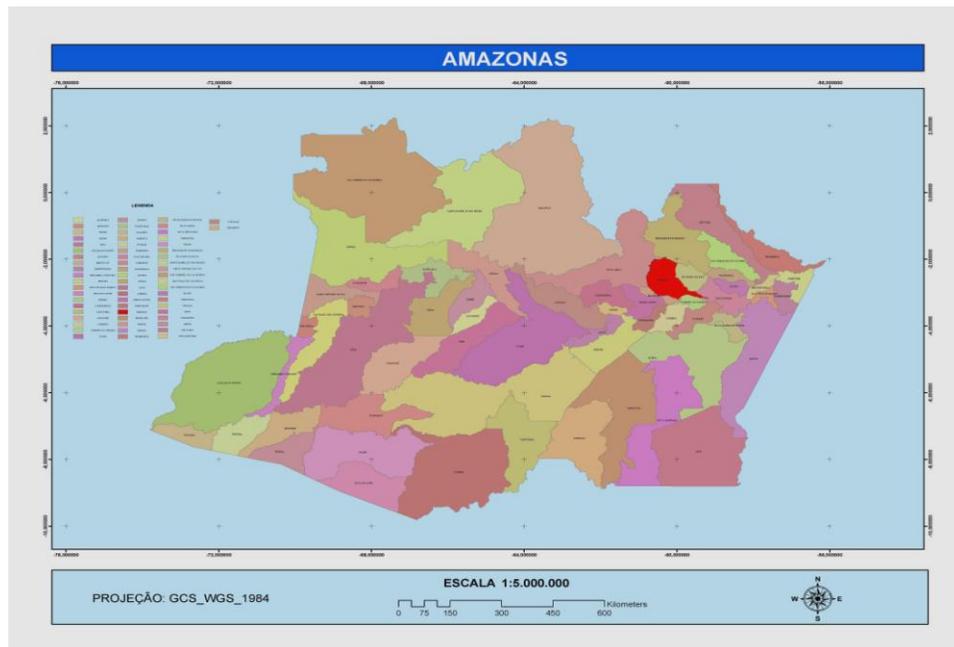


Figura 1. Localização da área de estudo, cidade de Manaus, Amazonas (Brasil).

Fonte: Elaboração própria.

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

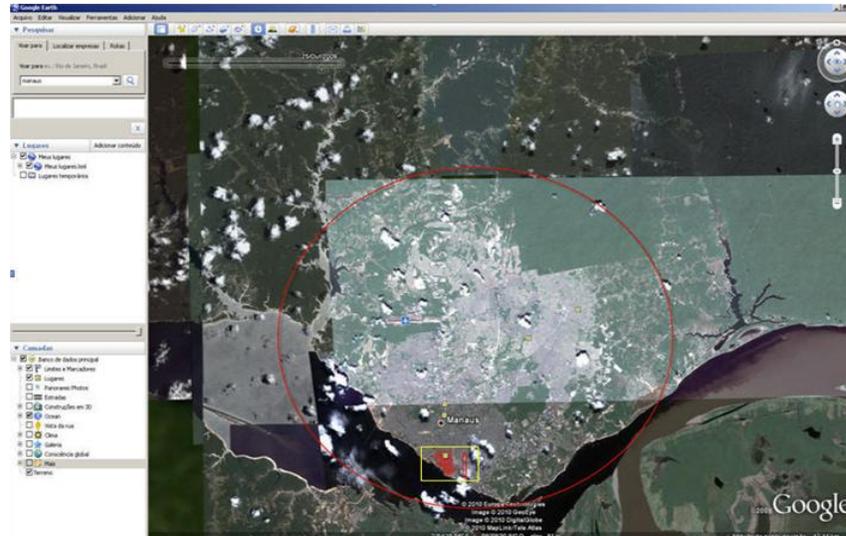


Figura 2. Tela do Google Earth em 22.10.2010, identificando a cidade de Manaus pelo círculo vermelho e a área de onde foi extraído o arruamento antigo da cidade para utilização como base cartográfica, identificada pelo retângulo amarelo.

Fonte. Google Earth.

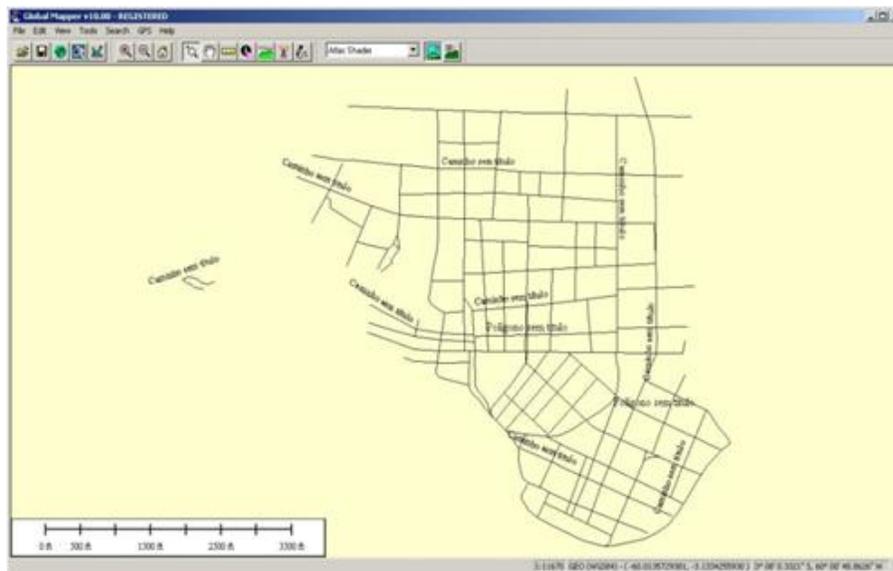


Figura 3. Arruamento vetorizado no Google Earth, tendo com base, imagem Quick Bird em 22.10.2010.

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

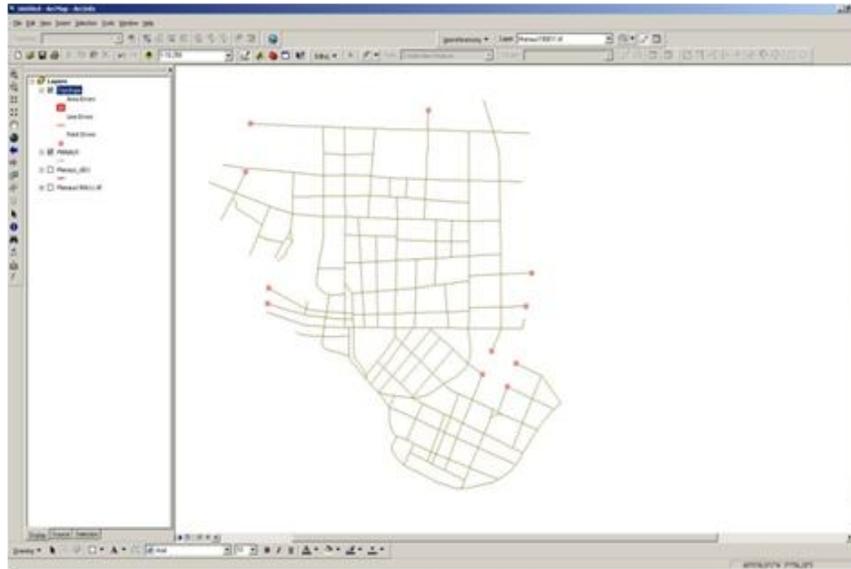


Figura 4. Dados de arruamento exportados para o ArcGIS 9.2.

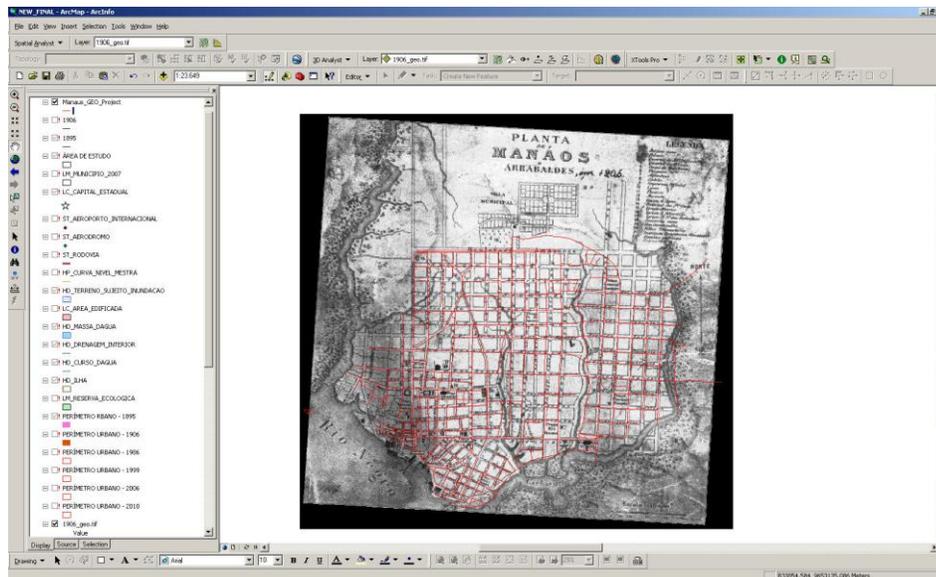


Figura 5. Carta de Manaus, de 1906, georreferenciada no ArcGIS 9.2, sendo mostrado o arruamento utilizado como base no processo.

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

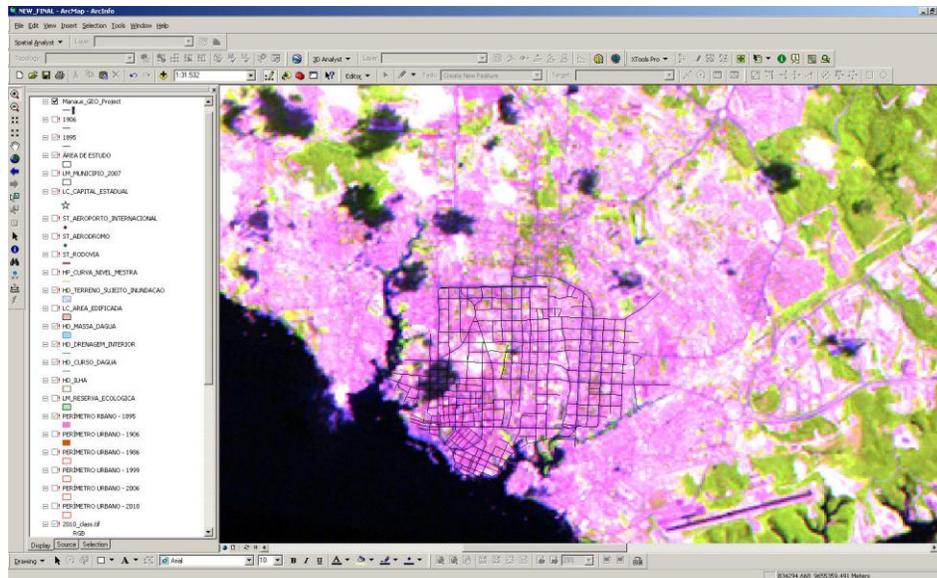


Figura 6. Imagem Landsat 5-TM, ano 1986, Manaus, georreferenciada no ArcGIS 9.2, sendo mostrado o arruamento utilizado como base para o processo.

Souza, L. e da Costa, S. M. F. (2012): “Proposta metodológica para integração de dados e ferramentas do Google Earth™. Sistemas de informações geográfica para compatibilizar bases cartográficas históricas: um estudo da cidade de Manaus, Amazonas (Brasil)”, *GeoFocus (Informes y comentarios)*, nº 12, p. 14-24. ISSN: 1578-5157

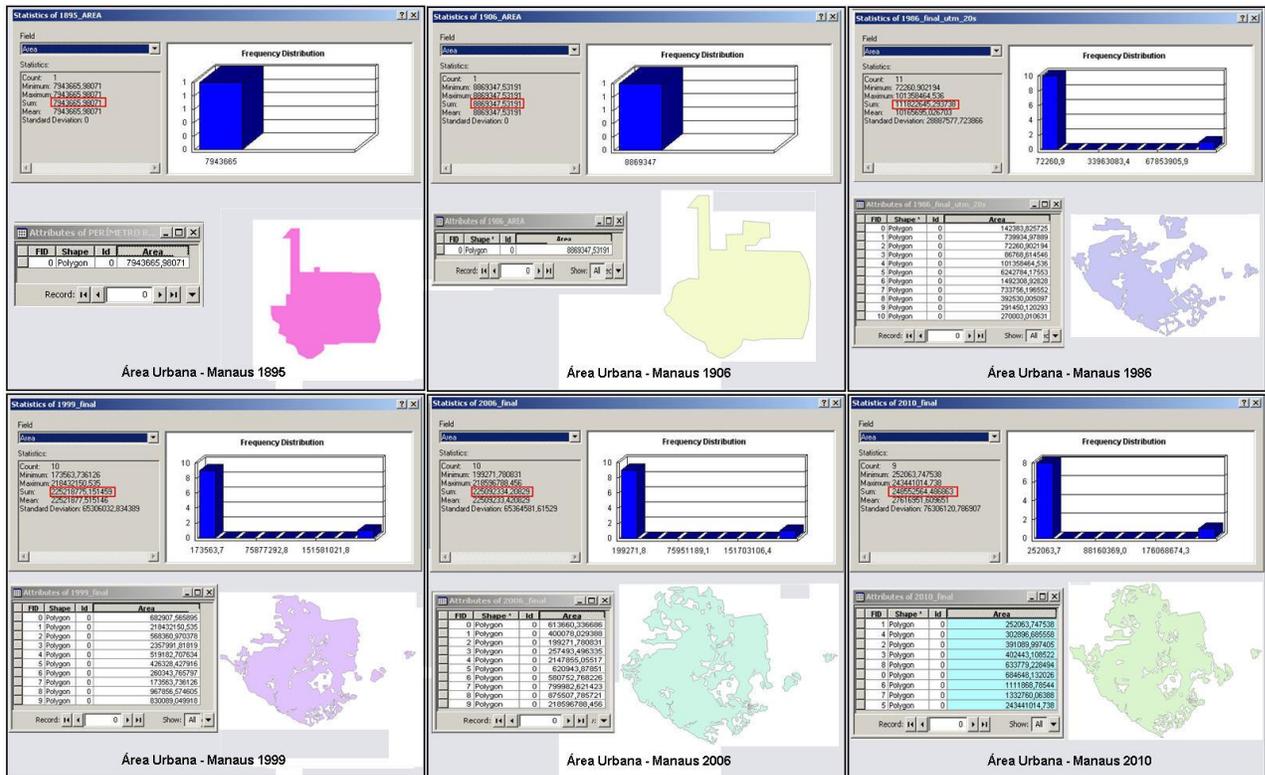


Figura 7. Área urbana de Manaus dos anos de 1895, 1906, 1986, 1999, 2006 e 2010.

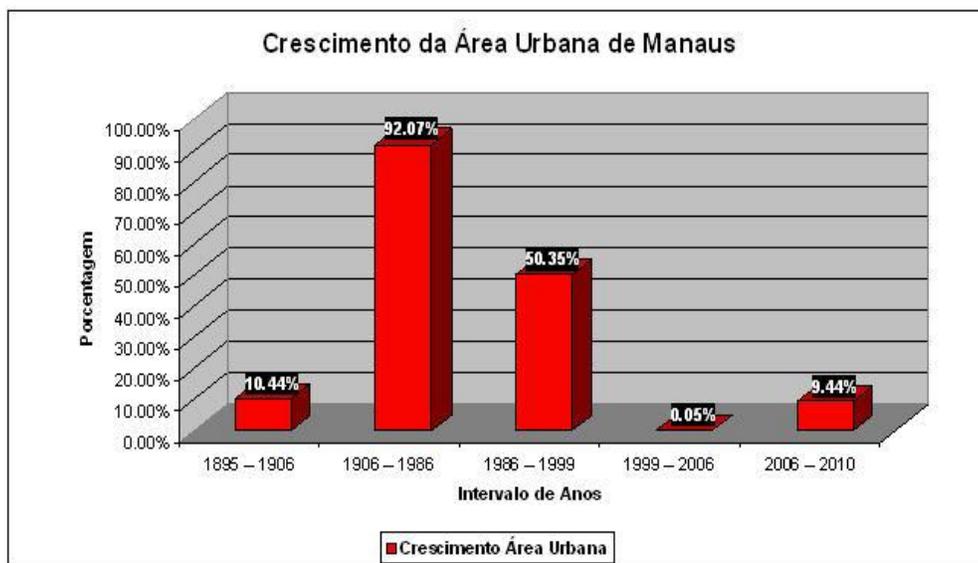


Figura 8. Gráfico de porcentagem de crescimento da área urbana da cidade de Manaus.

