

Análise das modificações ambientais decorrentes da ocupação urbana em Rio Grande, RS, entre 1947 e 2014, por meio de um Sistema de Informações Geográficas

Analysis of Environmental Changes Resulting from Urban Occupation in Rio Grande – RS, Between 1947 and 2014 through a Geographic Information System

Giuliana Andréia SFREDO^{1*}, Carlos Roney Armanini TAGLIANI²

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

² Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.

* E-mail de contato: guliana.sfredo@ufrgs.br

Artigo recebido em 1 de junho de 2016, versão final aceita em 11 de agosto de 2016.

RESUMO: Este estudo objetiva mapear e descrever as modificações ambientais ocorridas no município costeiro de Rio Grande, RS, nos anos de 1947 e 2014, resultantes do processo de urbanização pelo qual o município passou no período analisado. A análise de tais alterações fornece subsídios importantes para a tomada de decisão no que concerne ao planejamento e ao uso sustentável dos ecossistemas presentes. A instalação do porto marítimo em Rio Grande foi o principal gatilho para o desenvolvimento urbano e, concomitantemente, pelas mudanças ambientais ocorridas. A análise foi centrada nas regiões mais densamente urbanizadas do município, onde atualmente se concentram os bairros mais populosos que surgiram em áreas adjacentes ao núcleo mais central e que, por consequência, tiveram mais *habitats* suprimidos ao longo do tempo. Para tornar possível a análise comparativa, criou-se um mosaico de fotografias aéreas do ano de 1947, as mais antigas existentes para essa região, e outro, com imagens de satélite de 2014, obtidas a partir do software Google Earth Pro. As imagens passaram pelo processo de georreferenciamento e vetorização manual e, após a rasterização dos arquivos vetoriais gerados no mapeamento, estas foram analisadas e classificadas em ambiente SIG. Os resultados mostraram uma grande expansão das áreas construídas em detrimento da supressão de ambientes de dunas, campos arenosos e campos de vegetação rasteira. Espera-se que o presente trabalho dê suporte às ações de gestão ambiental da cidade, ordenando o crescimento a partir de então, de modo a evitar os problemas oriundos de um crescimento desordenado.

Palavras-chave: ocupação urbana; modificações ambientais; SIG.

ABSTRACT: This study aims to map and describe the environmental modifications occurred in the coastal city of Rio Grande, RS, between 1947 and 2014, resulting from the urbanization process whereby the municipality passed during the analyzed period. The analysis of these changes provides important information to help making decisions regarding the planning and sustainable use of the present ecosystems. The installation of the maritime port in Rio Grande, RS, was the main factor for urban development and parallel changes in the environment. The analysis focused on the most densely urbanized areas of the city, where currently are the most populous neighborhoods that arose in areas adjacent to the center core, and therefore, with more habitats suppressed over the years. To make the comparative analysis possible, an aerial photography mosaic from 1947 was created, the oldest existing for this region, and other with satellite images from 2014, obtained from Google Earth Pro software. The images passed through the georeferencing process and manual vectorization, and, after the rasterization of vector files generated in the mapping, were analyzed and classified in a GIS. The results showed a large expansion of constructed areas in detriment of the suppressed environments of dunes, sandy fields and grasslands. It is expected that this study supports the environmental management activities of the city, directing the growth from now on, so as to avoid the problems from a chaotic development.

Keywords: urban occupation; environmental changes; GIS.

1. Introdução

O Brasil experimentou, na segunda metade do século 20, uma das mais aceleradas transições urbanas da história mundial. Esta transição transformou rapidamente um país rural e agrícola em um país urbano e metropolitano, no qual grande parte da população passou a morar em cidades grandes (Martine & McGranahan, 2010). Martine & Marshall (2007) estimaram que 2007 seria o ano em que mais de 50% da população mundial passaria a viver em áreas urbanas. O Brasil já havia experimentado esta transição ainda na década de 1960, resultante de transformações nos âmbitos político, social e econômico.

Além de considerar o crescimento urbano como um todo, é imprescindível ter em vista que mais de cinquenta por cento da população mundial está concentrada até sessenta quilômetros da linha de costa e que existe uma considerável migração de população das áreas interiores para as áreas costeiras, uma região naturalmente adensada pela localização da maior parte das metrópoles contemporâneas no mundo todo; desta forma, a maior parte das metrópoles contemporâneas localiza-se à

beira-mar (Polette, 1997; Moraes, 1999). Reflexos dessas tendências também são percebidos em escala local, no âmbito dos municípios costeiros.

A diversidade de ecossistemas na zona costeira é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhes conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público.

Os problemas de maior impacto observados na costa brasileira e que ocorrem em Rio Grande são: contaminação da água, deposição de lixo, degradação da harmonia paisagística, degradação de áreas de proteção ambiental, liberação de efluentes para o ambiente, ocupação de áreas inadequadas e assentamentos humanos irregulares, pressão sobre os eixos rodoviários, dificuldade de prover redes de abastecimento de água e de energia elétrica, expansão demográfica sem planejamento e infraestrutura. Reis *et al.* (2002) incluem também atividades industriais de impacto, conflitos com as comunidades tradicionais e derramamento de óleo.

No que se refere ao desenvolvimento urbano do município, relatos históricos descrevem que a criação do primeiro assentamento urbano em Rio Grande esteve ligada aos esforços portugueses em

expandir seu território, disputando a porção oriental do Rio da Prata com os espanhóis. Por esta razão, o povoado do Rio Grande de São Pedro foi criado em 1737 às margens do estuário da Lagoa dos Patos. O sítio urbano localizava-se em uma região de restingas ativas na planície costeira, com presença de dunas, de lençóis de areia, de sequências lagunares e de banhados. Além disso, possuía vegetação campestre pobre e sofria com a ocorrência de ventos constantes. Essas condições adversas, contudo, não diminuíram o valor estratégico da região, visto que o território era suscetível à implantação portuária e de defesa. No ano de 1751, o povoado foi elevado à categoria de Vila do Rio Grande de São Pedro.

Foi apenas no início do século XIX, entretanto, que a Vila desenvolveu-se com intensidade. A Vila assistia a uma intensificação em seu crescimento econômico e se consolidava como o principal centro de comércio do território, já que o porto passava a apresentar um papel cada vez mais marcante, atraindo comerciantes de diferentes nacionalidades. A dragagem do cais em 1823 permitiu ao porto receber os navios que até então atracavam em São José do Norte (Chaves, 1922 *apud* Queiróz, 1987; Torres, 1999). Segundo Torres (1999), o porto do Rio Grande representou uma janela para o mundo, tanto no plano econômico como no plano cultural, sendo retratado por pintores famosos, como Debret, em 1823, e Wendroth, em 1852. Em 1835, com o início da Revolução Farroupilha, a Vila do Rio Grande de São Pedro recebeu a denominação de Cidade do Rio Grande. Em 1872, o cais foi reformado e ampliado para comportar o movimento de cargas que vinha aumentando, graças à implantação, na década de 1870, da ferrovia gaúcha. O porto do Rio Grande aumentou seu poder econômico-estratégico por ser soldado à malha ferroviária rio-grandense para promover a entrada e a saída de mercadorias.

No começo do século XX, Rio Grande despondeu como uma cidade ligada ao comércio marítimo e também como um centro de atração industrial. Segundo Martins (1995), a cidade do Rio Grande se destacava entre as demais cidades gaúchas, contando com infraestrutura básica como: iluminação a gás, abastecimento de água e transporte por bondes e trem. De acordo Torres (1999), cerca de trinta fábricas atuavam nesse período, o que representou um fator de aceleração no desenvolvimento urbano e no crescimento populacional do município. Entre as décadas de 1900 e 1920, a população do município passou de cerca de 30 mil para 50 mil habitantes (Figura 1), promovendo uma expansão na área urbana e na alocação de mão de obra. A expansão urbana ocorreu ao longo da margem oeste de Rio Grande, em direção ao Saco do Justino, reconfigurando os entornos da cidade.

Com o crescimento da produção industrial, em 1907, foram iniciadas as obras do Porto Novo, interligadas ao trabalho de aprofundamento da barra com a construção dos molhes. Em 1915, a barra do Rio Grande foi inaugurada oficialmente para a navegação e Rio Grande foi inserido no contexto do capitalismo industrial (Torres, 1999). Aterros foram formados a leste do centro histórico com o material recuperado do aprofundamento do canal de navegação. Estas novas áreas foram limitadas para o uso em atividades portuárias, não sendo permitida a ocupação para habitação (Salvatori *et al.*, 1989). O porto velho passou a servir como ancoradouro de pequenas e médias embarcações, descarga de pescado oriundo da pesca artesanal e como hidrovia, ligando os municípios de Rio Grande e São José do Norte. O período de industrialização foi até 1950, quando se iniciou uma diminuição do ritmo de ocupação pela queda de produção nas atividades industriais.

Durante a década de 1970, os aspectos mais importantes ligados à expansão urbana/industrial foram as obras de instalação e infraestrutura do Superporto e do Distrito Industrial, bem como a formação da Fundação Universidade do Rio Grande, atualmente denominada Universidade Federal do Rio Grande, que nos anos seguintes ocuparia uma área até então preenchida por dunas e campos arenosos. Ainda durante esta década e nos anos de 1980, houve uma alteração na base produtiva do município, com o início das indústrias de fertilizantes, incentivos às indústrias pesqueiras existentes e implantação de novas (Martins, 2006). Na década de 1990, Rio Grande vivencia o fechamento de diversas indústrias pesqueiras e a indústria naval passa por momento de estagnação (Corrêa, 2009).

Nos anos de 2005 a 2010, o município passa a viver uma nova fase, impulsionada pela sua vocação portuária. Dados do Cadastro Geral de Emprego e Desemprego do Ministério do Trabalho (CAGED), de acordo com Domingues (2009), mostram que o número de empregos formais em Rio Grande subiu de 26.956 em 2005 para 31.097 em 2008. Este acréscimo foi atribuído ao ciclo de investimentos proporcionados pelo Polo Naval e *Offshore*. De acordo com o autor, o Porto de Rio Grande ser o único porto marítimo no Estado foi um fator determinante no processo de crescimento urbano e populacional. Como visto, o crescimento de Rio Grande deu-se num processo histórico eventualmente impulsionado pela influência de aspectos diversos, mas com destaque para condicionantes econômicos e políticos.

Domingues (2009) fez uma previsão de que a partir de 2010 o desenvolvimento do Polo Naval e *Offshore* em Rio Grande daria início, ao longo do tempo, a forças aglomerativas. No dia a dia da cidade se manifestariam impactos socioeconômicos e socioespaciais, tais como problemas nas áreas de

logística, saúde, educação e habitação. A massiva importação de mão de obra qualificada de outras regiões do estado e de outros locais do país provocaria uma “inflação de demanda local por bens e serviços”.

Souza (2011) relata que, em função de estratégias macroeconômicas, que são consequências de um ascendente mercado internacional e nacional, Rio Grande tornou-se um dos centros de investimentos da indústria naval, de petróleo e de energia. Fagundes (2013) destaca o aumento de empreendimentos imobiliários e *shopping centers*, devido à presença e à consolidação do Polo Naval, o qual revitalizou a indústria de bens e serviços do município e de cidades vizinhas, gerando empregos diretos e indiretos.

Analizando a Figura 1, percebe-se que um grande aumento da população deu-se entre as décadas de 1970 e 1980, estando relacionado ao crescimento desencadeado pela instalação do Superporto e que um segundo período de crescimento da população ocorreu a partir de 2010, devido à intensificação das atividades do Polo Naval e *Offshore*.

Sem dúvida, o crescimento da população em Rio Grande causou a expansão das áreas urbanas para comportar esse contingente populacional. O desafio de comportar toda essa população nas áreas urbanas do Brasil, neste século, não reside apenas na pressão dos números, mas em como as formas urbanas se moldam sob as tensões do crescimento populacional. Desta maneira, é preciso levar em consideração que uma sociedade urbana apresenta novos padrões de vida, que levam a diferentes padrões de consumo e produção (Monte-Mor, 2006).

A afirmação de Villwock (1984) de que é preciso identificar os processos estressores e/ou impactantes que afetam as comunidades vivas da zona costeira continua atual. A recuperação e a

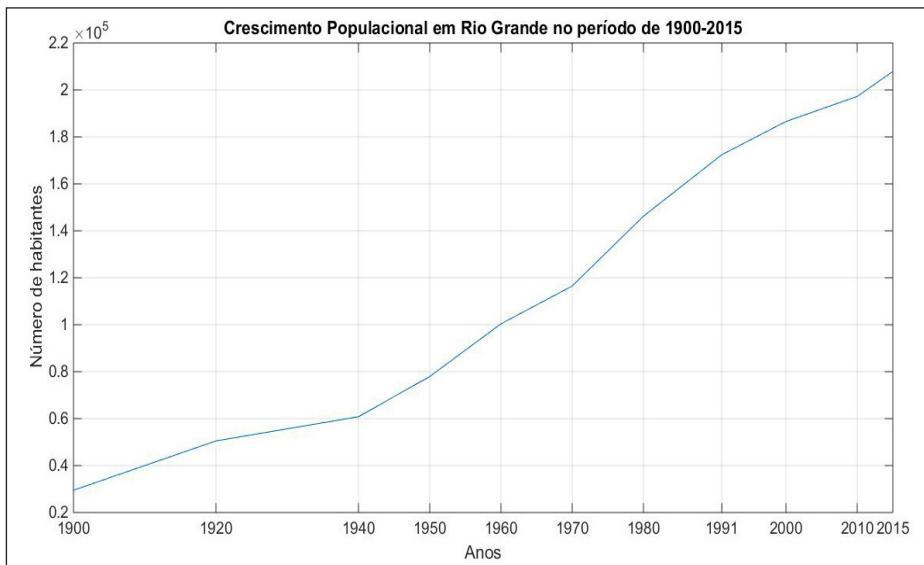


FIGURA 1 – Crescimento populacional em Rio Grande. Elaborado com base nos Censos e Estimativas Populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

preservação dos ecossistemas costeiros devem ser preocupações contínuas da sociedade como um todo, haja vista que, além de continuarem ativos, àqueles processos somam-se novos, determinados por novas formas de uso e de ocupação do espaço. De forma a evitar os impactos oriundos de um crescimento desordenado, este estudo visa gerar informações sobre as modificações ambientais que ocorreram no município entre 1947 e 2014, que possam dar suporte às ações de gestão ambiental da cidade, ordenando o crescimento a partir de então, com a finalidade de evitar os impactos ambientais já abordados e conservar os recursos naturais.

2. Área de Estudo

A zona costeira do Rio Grande do Sul é composta por uma ampla planície costeira com cerca de 620 km de comprimento e até 120 km de largura, onde falésias, cristas de praia, pontais arenosos

suspensos, campos de dunas e, como ao sul de Rio Grande, feixes de cristas de praia compõem um sistema complexo de barreiras arenosas que aprisionam um grande sistema lagunar (Sistema Patos-Mirim) e uma série de outros corpos de água de proporções inferiores (Villwock, 1984). O município de Rio Grande está inserido na porção superficial da sequência sedimentar quaternária exposta na unidade geomorfológica dessa planície, na sua porção média. É um município costeiro por exceléncia, enquadrando-se em todos os critérios elencados no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro para tal enquadramento (Brasil, 1988).

A área do município é de 2.709 km² e a população estimada em 2015 foi de 207.860 habitantes (IBGE, 2016). Limita-se territorialmente com os municípios de Capão do Leão, Arroio Grande, Pelotas e Santa Vitória do Palmar.

O município possui extensa linha de costa e sofre influência direta da área estuarina da Lagoa

dos Patos adjacente. As águas da Lagoa dos Patos circundam toda parte central do município, além de sua área periférica apresentar lagoas costeiras e arroios que servem de escoadouros das águas reprimidas em banhados, formando um sistema de grande produtividade biológica e significado ecológico.

O estudo foi centrado nos principais eixos de expansão urbana, compreendendo toda a área central e a área portuária, além de dois bairros periféricos, Vila da Quinta e Cassino (Figura 2).

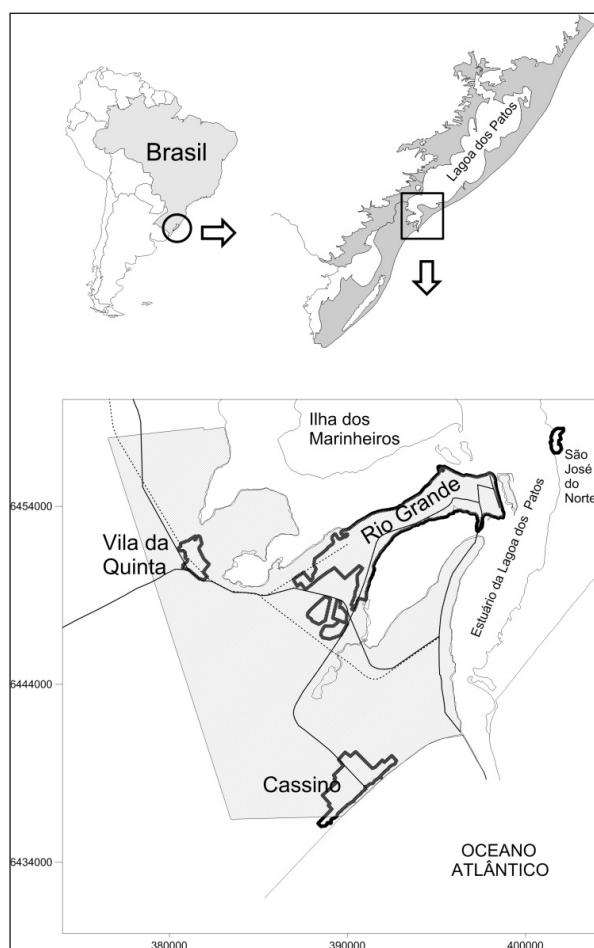


FIGURA 2 – Delimitação da área de estudo no município de Rio Grande - RS.

3. Metodologia

A análise comparativa, no intervalo de 67 anos, foi realizada a partir da criação de um mosaico de fotografias aéreas de 1947 e de outro mosaico de imagens de satélite obtidas a partir do software Google Earth Pro, datadas de 05/01/2014. O procedimento constou de quatro etapas.

3.1. Obtenção das imagens

As fotografias aéreas utilizadas nesse estudo foram obtidas junto à Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, da Universidade Federal de Pelotas, fazem parte do levantamento aerofotogramétrico do voo 91 realizado pela Força Aérea Brasileira (FAB) em 1947, na escala de 1:40.000, e já se encontravam digitalizadas na resolução de 300 DPI. Foram selecionadas imagens sequenciais de quatro faixas de voos distintas: Faixa 33 que engloba a Ilha da Base, o centro do município, a Ilha do Leonídeo e parte do distrito da Quinta; Faixa 32, que corresponde ao distrito Industrial, Saco da Mangueira e imediações dos bairros Vila Maria e Carreiros; Faixa 31, em que aparece a Lagoa Verde, parte do bairro Senandes e o sistema de cordões litorâneos do distrito da Quinta; e Faixa 30, que compreende a faixa que se inicia nos Molhes da Barra até os bairros Cassino e Bolaxa. Ao todo, 21 fotografias foram utilizadas.

As imagens de satélite foram obtidas a partir do software Google Earth Pro, versão 7.1. As imagens foram salvas na escala de 1:40.000, em sequência, de forma que a área de cobertura das imagens de satélite fosse a mesma daquela composta pelas fotografias aéreas do ano de 1947.

3.2. Mosaicagem e georreferenciamento

Cada uma das fotografias aéreas teve suas bordas recortadas e descartadas no valor de aproximadamente 20% dos pixels formadores da imagem, de modo que apenas o centro da imagem foi aproveitado no estudo para evitar distorções, já que as lentes das câmeras provocam distorções nas bordas das imagens por capturarem o solo na forma de uma projeção cônica. As fotografias aéreas foram georreferenciadas individualmente e o mosaico foi automaticamente formado. As fotografias que abrangem a área central do município conservam pontos controle bem definidos, como é o caso da Praça Tamandaré, da Praça Sete de Setembro, da Ilha da Base, da Hípica, além de cruzamentos de ruas, que serviram para se definir os demais pontos controle do georreferenciamento dessas imagens. Já no interior do município, os pontos controle utilizados fazem parte, em sua maioria, de vegetação remanescente, a qual conserva feições bem características, como a forma e a textura. Para a criação do mosaico de 2014, procedeu-se de forma similar ao descrito para as fotografias aéreas, com a diferença de que as imagens de satélite do ano de 2014 não sofreram nenhum tipo de corte em suas bordas.

3.3. Interpretação visual e vetorização manual

As fotografias aéreas de 1947 utilizadas foram escaneadas a partir de fotografias impressas em papel e, portanto, não permitiram o mapeamento de uso do solo por meio de classificação automática de imagens em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), pelo fato de que não é possível separar a informação espectral nas diversas faixas do espectro eletromagnético. O mesmo ocorreu com as imagens de satélite do ano de 2014, pois as mesmas foram

salvas em formato *Joint Photographic Experts Group* (JPEG) e também não houve a possibilidade de se efetuar a divisão da informação espectral. Desse modo, procedeu-se com a vetorização manual das imagens por meio da construção de polígonos. Pela análise visual das imagens, foram definidas as classes de uso do solo que seriam mapeadas nas duas situações (1947 e 2014). As classes definidas para o mapeamento foram: uso urbano; uso rural; florestamento; vegetação nativa arbórea; campos arenosos; campos compostos por vegetação rasteira; dunas; interdunas; áreas inundáveis e sistema de cordões litorâneos. O modo manual de vetorização consiste na definição de pontos ou sequências de pontos para construir formas do tipo ponto, linha, polilinha ou polígonos, por meio da intervenção sistemática do operador, que deve apontar as posições em que devem ser registradas as coordenadas pertinentes àquelas formas. A qualidade final neste modo de vetorização depende basicamente da habilidade e do treinamento do operador.

Para a identificação das classes de uso do solo nas fotografias de 1947, a familiaridade com os ambientes naturais da área de estudo foi fundamental e teve como base os parâmetros de forma, padrão geométrico, textura e tonalidades de cinza. Ademais, com um par de fotografias aéreas e um estereoscópico foi possível visualizar a região de interface das fotografias em três dimensões e tal ferramenta foi utilizada quando houve dúvidas sobre determinadas feições observadas nas imagens. Em vista disso, foram analisados pares estereoscópicos de fotografias com o uso de um estereoscópio de espelhos (marca Sokkisha, modelo MS-27).

Já o mapeamento das imagens de satélite de 2014 foi mais facilmente desenvolvido, posto que as imagens apresentam cores e foi possível a visualização bem definida do terreno, além do software Google Earth Pro apresentar a ferramenta

street view, muito útil para a visualização de áreas adjacentes às estradas e ruas.

Na classe “uso urbano”, foram consideradas para o mapeamento as ruas com quadras bem delimitadas, nas áreas atualmente ocupadas pelo Centro, Cidade Nova e Balneário Cassino. Já nas imagens de 2014 foi incluída a área industrial como uso urbano, assim como define o Plano Diretor da Cidade de Rio Grande, por meio da Lei nº 6.586, de 20 de agosto de 2008, Art. 2º (Rio Grande, 2008).

Para o uso rural, foram mapeadas propriedades de grandes dimensões, com delimitações bem marcadas por meio de cercas utilizadas na época ou de vias de acesso construídas pelos próprios proprietários.

O florestamento foi delimitado através de áreas com grandes extensões, caracterizadas por formas geométricas, geralmente quadradas ou retangulares. Em 2014, foram incluídas as áreas com extensões consideráveis de vegetação que não apareceram nas imagens de 1947.

Foram considerados vegetação nativa arbórea os locais em que a vegetação se apresentou dispersa, em formas de manchas que não seguiam nenhum padrão geométrico.

As características que definiram as dunas, durante a realização do mapeamento, foram a coloração clara, a ausência de vegetação e a orientação a nordeste. A principal ferramenta que auxiliou a separação entre dunas e campos arenosos foi o estereoscópio, além da ausência de orientação a nordeste nos campos arenosos.

As feições interdunas foram reconhecidas por serem superfícies planas e rebaixadas, com vegetação rasteira e tendo como principal característica sua localização no interior dos campos de dunas.

As áreas alagáveis foram determinadas por apresentarem coloração escura, textura granular e também contraste com áreas adjacentes.

Os sistemas de cordões litorâneos ou feixes de cristas praiais foram identificados nas imagens por apresentarem uma micro-heterogeneidade provocada, principalmente, pelo relevo e caracterizada pelas cavas apresentarem manchas escurecidas nos locais que formam os campos de pastagens sujeitos a alagamentos durante precipitações e manchas mais claras nas cristas dos cordões que se situam em média a 2-3 metros acima do nível do mar e apresentam solos sem cobertura vegetal, com frequência.

3.4. Rasterização e análise em SIG

As digitalizações do ano de 1947 foram rasterizadas com pixel de saída de 1 m para se proceder com a análise. A análise em SIG foi realizada com o uso do módulo *Land Change Modeler*, do software Idrisi Selva, o qual permitiu a análise da variação espacotemporal entre os pares de imagens de 1947 e 2014 e gerou uma nova imagem de saída. A nova imagem gerada registrou cada sobreposição de classes em uma nova categoria, quantificando a alteração de cada classe em relação às demais. Os ambientes que, ao longo dos 67 anos da análise, se modificaram mais intensamente para a classe “uso urbano” tiveram suas modificações registradas em novas imagens e a área total de mudanças calculada através do item *Change analysis*, do software Idrisi Selva. Os mapas ilustrativos gerados foram salvos em formato TIFF, com resolução de 300 DPI.

4. Resultados e discussão

A partir do mapeamento do uso do solo, em uma área de 200 km², foram gerados um gráfico com o percentual de uso do solo em duas datas (Figura 3), três mapas temáticos de ambientes, um

para o ano de 1947 (Figura 4), um para o ano de 2014 (Figura 5) e outro mapa que apresenta os dados referentes aos ambientes que cederam espaço ao uso urbano, de forma qualitativa, durante o período de 67 anos (Figura 6), assim como um gráfico que apresenta os percentuais que os ambientes cederam espaço ao uso urbano (Figura 7). As modificações mais significativas nos ambientes foram analisadas individualmente.

Este trabalho considera “uso urbano” tanto a área destinada à habitação quanto a área de uso industrial. Este foi o ambiente que mais cresceu em face da supressão dos demais, já que em 1947 correspondia a 4,83% da área mapeada e hoje totaliza 22,42%, o que corresponde a um crescimento médio aproximado de 0,26% ao ano.

Estudos similares foram realizados para municípios costeiros da zona sul do RS e para a capital João Pessoa-PB. Grabski *et al.* (2015) mapearam o crescimento urbano nos balneários Barra do Chuí e Hermenegildo, ambos pertencentes ao município de Santa Vitória do Palmar-RS, entre 1964 e

2010. Na Barra do Chuí, em 1964, a área urbana compreendia 2,24% da área em estudo, atingindo 6,22% em 2010. No Hermenegildo, a área urbana abrangia 0,65% em 1964 e 5,98% em 2010. O crescimento médio ao ano para esses dois balneários foi, respectivamente, 0,087% e 0,12%. Sfredo & Silveira (2016), analisando o espaço ocupado pelo uso antrópico urbano no município de São José do Norte-RS, quantificaram que em 1964 o percentual desta classe correspondia a 2,24% da área total mapeada, aumentando para 6,61% em 2015. O percentual médio encontrado para o crescimento foi de 0,086% ao ano. A evolução das áreas urbanas também foi realizada por Rafael *et al.* (2009) para a capital João Pessoa-PB, entre os anos de 1990 e 2006. Neste município, o percentual ocupado pela área urbana foi de 17,48% na primeira data analisada e de 41,13% na segunda data, o que é equivalente a uma média de 1,48% ao ano.

A comparação entre os estudos mostra que o crescimento da área urbana de Rio Grande é parte de uma tendência geral de desenvolvimento dos

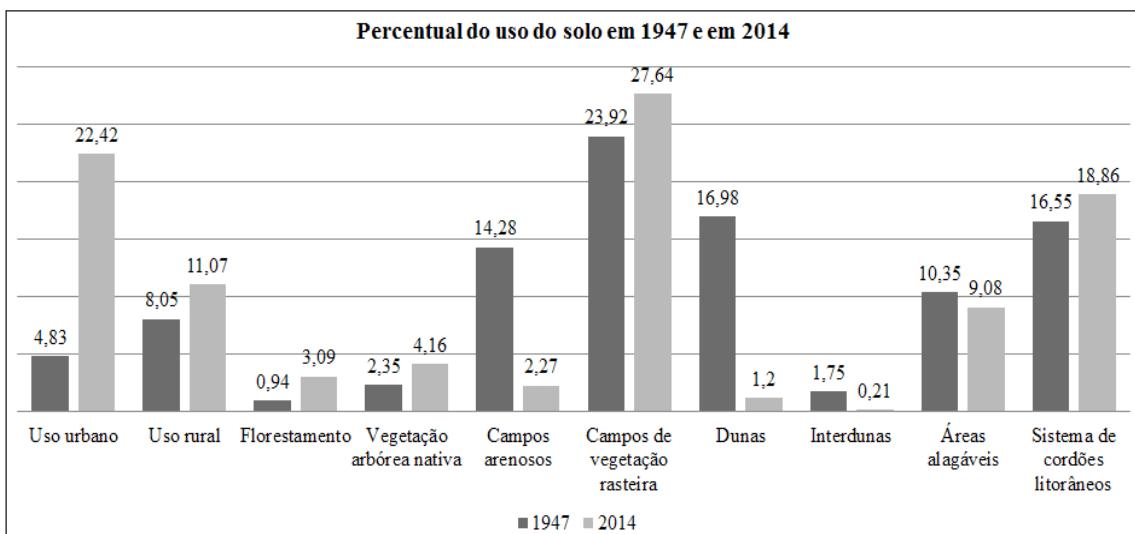


FIGURA 3 – Percentual de ocupação do uso do solo em 1947 e em 2014 pelos diferentes ambientes.

municípios costeiros do Brasil. Quando traçado um paralelo entre Rio Grande e os demais municípios analisados na zona sul do RS, encontra-se uma taxa de crescimento superior em Rio Grande. Na capital João Pessoa-PB, por outro lado, nota-se uma tendência de crescimento bem superior àquela encontrada para Rio Grande. É preciso considerar, porém, que esses estudos analisaram o crescimento de municípios que possuem características distintas entre si, tanto em população quanto em economia. No caso de João Pessoa, o intervalo da análise é significativamente menor do que o intervalo utilizado neste estudo.

Madureira *et al.* (1991), no estudo sobre os assentamentos urbanos em Rio Grande e em seus arredores, verificaram alterações de maneira substancial, devido à necessidade de implantação de benefícios e infraestrutura pelo poder público, tendendo à simplificação da paisagem. Neste processo, áreas úmidas são drenadas e aterradas, cordões de dunas são removidos, arroios são retificados, banhados são secos.

O ambiente classificado como uso rural, em 1947, correspondia a uma área maior do que o uso urbano nesta mesma época. Conforme Queiróz (1987), desde o período inicial do povoamento em Rio Grande, as pequenas propriedades rurais estavam localizadas em torno do povoado da Quinta, Ilha dos Marinheiros, Leonídeo, Torotama e Quitéria. As atividades relacionadas com a agropecuária se complementavam com a atividade pesqueira, de modo a prover alimentos e arrecadação para os moradores das ilhas. Conforme Martins (1995), a agricultura em 1949 correspondia a uma parcela de 9,50% da renda interna de Rio Grande, o que permite inferir que essa atividade foi importante no desenvolvimento do município.

Moura (2011) chama a atenção para o fato de o município do Rio Grande ter mantido a concen-

tração das melhores e maiores extensões de terras nas mãos de poucos, restando ao agricultor familiar pequenas extensões de terra para a sua subsistência e, com poucas exceções, solos mais frágeis para o cultivo. O autor sustenta sua afirmação com base em dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (2005), que apontam que 58,34% dos imóveis rurais em Rio Grande correspondem a minifundios – área inferior a um módulo fiscal –, os quais ocupam 5,05% da área do município; 23,07% equivalem a pequenas propriedades – área de um a quatro módulos fiscais –, as quais ocupam 10,52% da área; enquanto que apenas 5,55% dos imóveis são classificados como grandes imóveis – área superior a 15 módulos fiscais –, totalizando uma área de 58,22%.

Os minifundios e as pequenas propriedades rurais estão ligados à agricultura familiar e, conforme Moura (2011), com base no censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística - IBGE (2006), as grandes propriedades rurais em 2006 foram responsáveis por 79,17% de todo o arroz cultivado em Rio Grande, em uma área de 156,87 km². O autor também descreve que a agricultura familiar foi responsável pela produção da maioria dos demais gêneros alimentícios do município de Rio Grande, com os seguintes percentuais de produção: 100% da produção de fava em grão, do feijão verde, do fumo em folha, da mandioca, do tomate rasteiro; 99% do melão; 98% da cebola, do feijão preto; 97% da ervilha em grão; 96% da abóbora, do alho; 95% da produção de batata inglesa, da melancia; 90% do feijão de cor em grão; 87% de toda produção de milho em grão e de milho forrageira; 67% da produção de aveia branca em grão e por 21% do arroz em casca.

A partir do exposto, pode-se afirmar que o uso rural mapeado neste estudo engloba grande parte dos minifundios e das pequenas proprieda-

des rurais, está ligado historicamente às atividades tradicionais e é essencial no abastecimento de gêneros alimentícios para a população de Rio

Grande. Este ambiente apresentou um crescimento de 8,05% da área mapeada em 1947 para 11,07% em 2014. As grandes propriedades rurais não foram

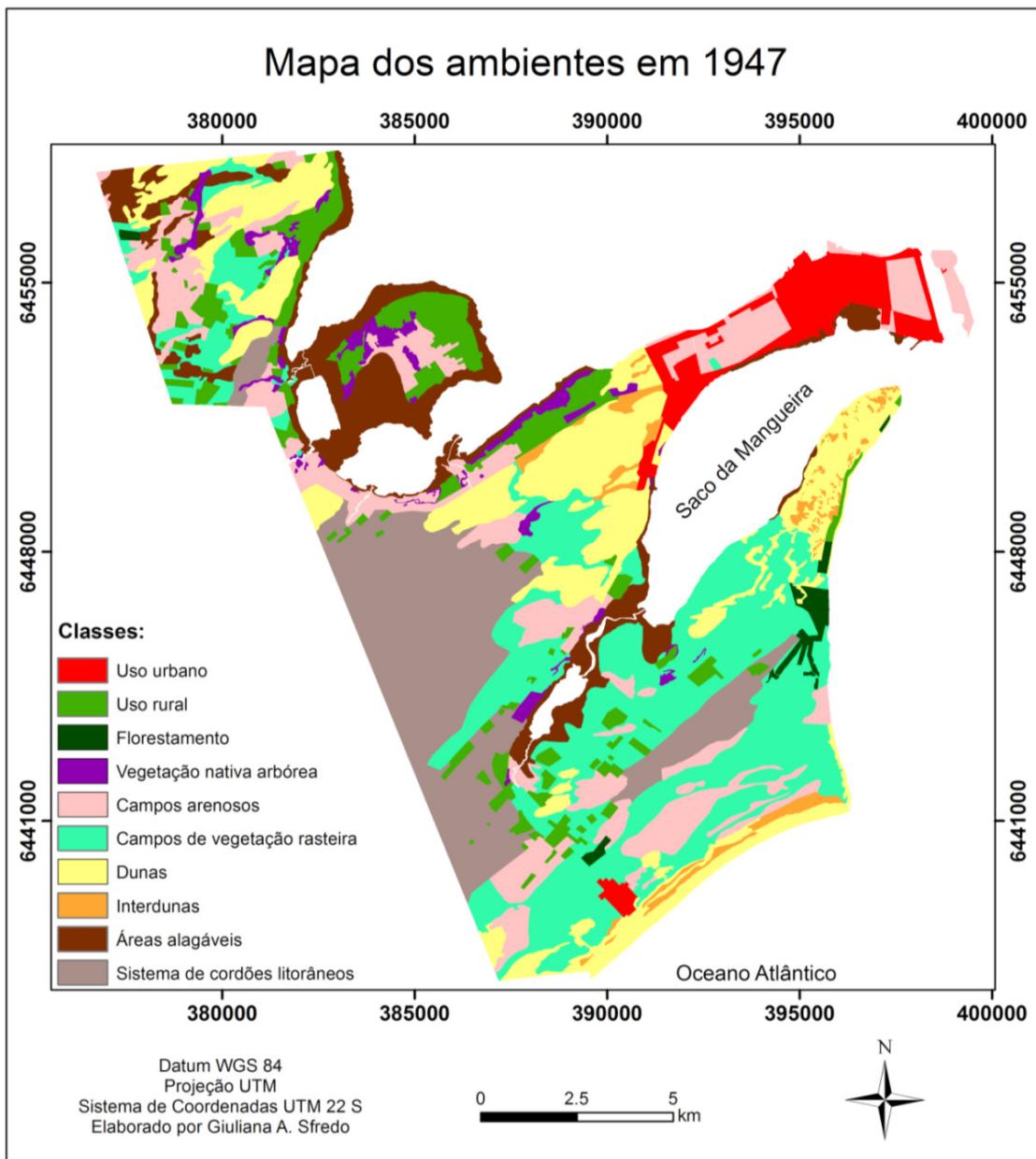


FIGURA 4 – Mapa dos ambientes em 1947.

contempladas no estudo por estarem distantes do centro urbano do município, o que não permitiu o georreferenciamento das imagens de 1947, pela ausência de pontos controle.

Os resultados para florestamento mostram que este ambiente apresentou aumento significativo em sua área, saltando de 0,94% em 1947 para 3,09% em 2014. Para compreender essa mudança, é ne-

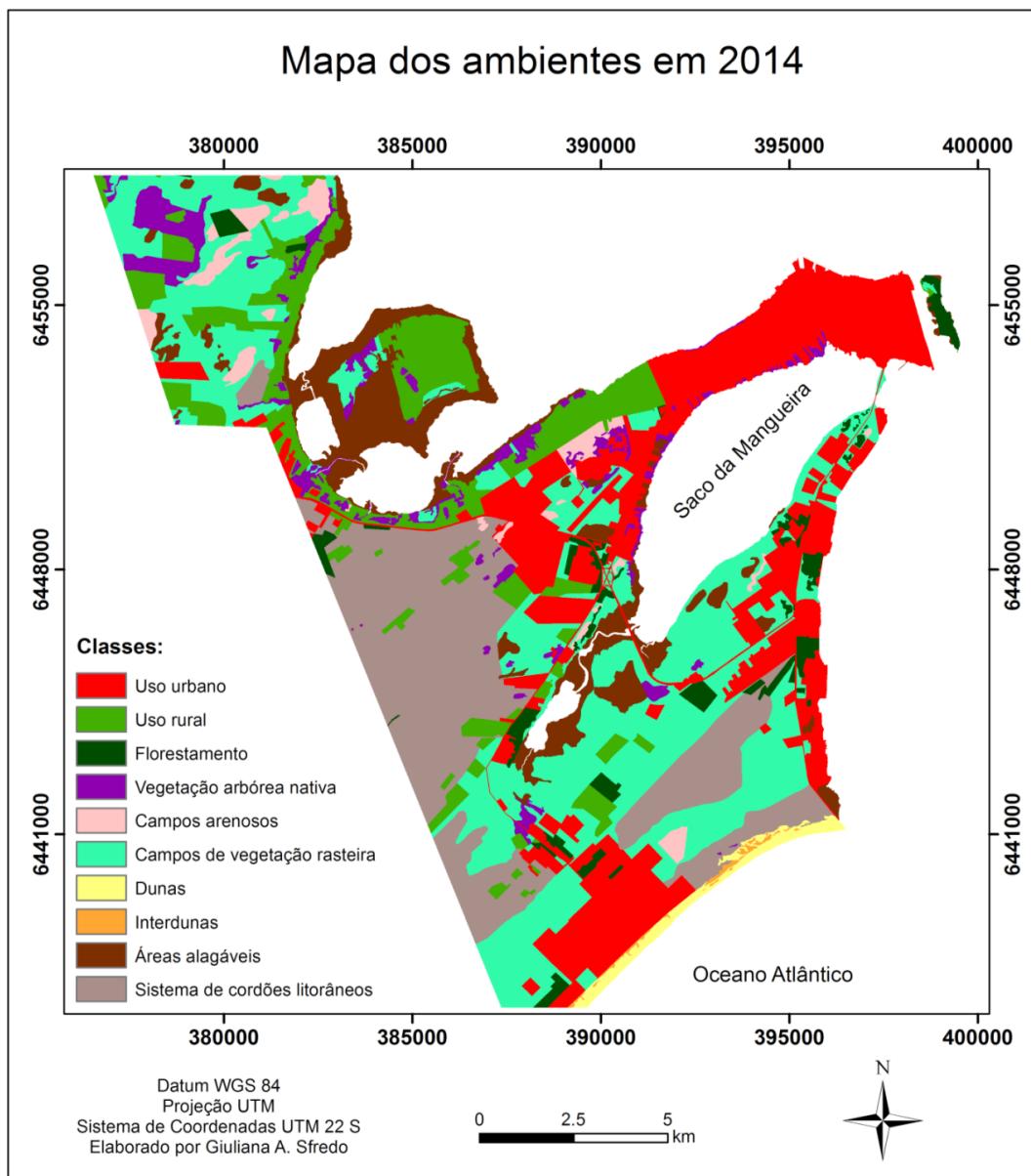


FIGURA 5 – Mapa dos ambientes em 2014.

cessário abordar um breve histórico dessa atividade no Brasil.

O florestamento para fins comerciais, no Brasil, iniciou-se apenas na década de 1960, com a promulgação da Lei nº 5.106, de 2 de setembro

de 1966, a qual dispunha sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais (Brasil, 1966). Por esse motivo, os florestamentos em 1947 ainda eram escassos na cidade do Rio Grande.

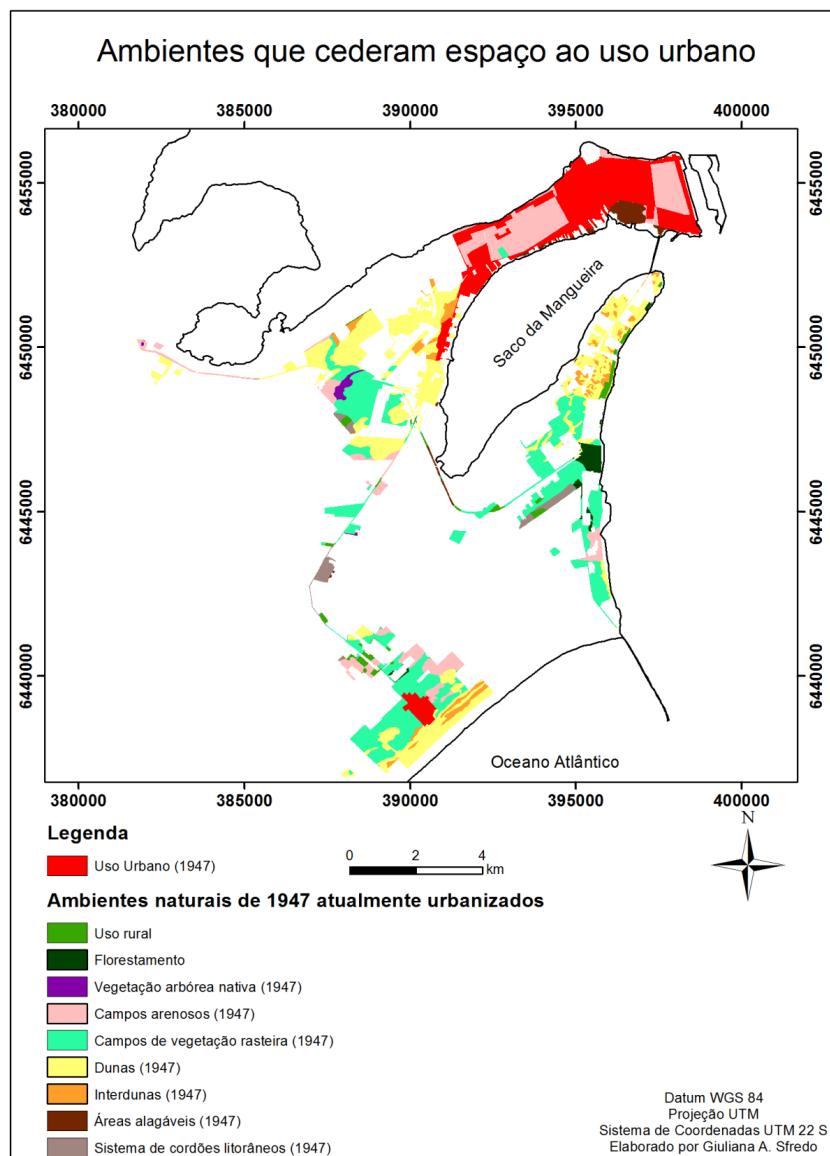


FIGURA 6 – Mapa dos ambientes existentes em 1947 que cederam espaço ao uso urbano em 2014.

Em 1983, a área florestada, predominantemente pelas espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, chegou a atingir 5,3 milhões de hectares no Brasil, sendo que os Estados que mais usufruíram desses recursos foram Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul (Viana, 2004).

Com o fim dos incentivos fiscais, por meio da Lei nº 7.714, de 29 de dezembro de 1988, a qual alterou a legislação dos incentivos fiscais relacionados com o imposto de renda (Brasil, 1988), as empresas passaram a arcar com os custos de seus reflorestamentos e, em consequência, a área florestada vem diminuindo desde então.

O ambiente ocupado por vegetação arbórea nativa apresentou uma área ocupada em 1947 de 2,35% e em 2014 essa proporção subiu para 4,16%. É necessário, entretanto, considerar que em muitas regiões a vegetação nativa se distribui em forma de pequenas manchas, as quais não puderam ser observadas nas imagens de 1947 pelo menor grau de detalhamento dessas imagens, mas foram aparentes nas imagens de 2014.

Os campos de vegetação rasteira, importantes pelo fornecimento de alimentos e abrigo para muitas espécies, ocupavam uma área de aproximadamente 23,92% da área total mapeada em 1947 e atualmente ocupam 27,64%. Apesar do aumento em área desse ambiente, os locais originalmente ocupados pelos campos de vegetação rasteira, em 1947, cederam 22,98% de sua área ao uso urbano (Figura 7). Tal acontecimento pode estar ligado à possibilidade dos campos de vegetação rasteira terem aumentado em detrimento dos ambientes de campos arenosos, dunas e interdunas, considerando que tais ambientes passaram por processos de retirada ilegal de areia ao longo da ocupação do município, o que pode ter facilitado o processo de ocupação destas áreas por vegetação rasteira.

A classe dunas corresponde ao ambiente que mais cedeu espaço ao uso urbano, em um total de 33,45% de sua área (Figura 7). Nas imagens analisadas, foram identificados grandes depósitos eólicos formados na direção do vento predominante (nordeste), que, segundo a classificação proposta por Hesp (2000), correspondem a campos de du-

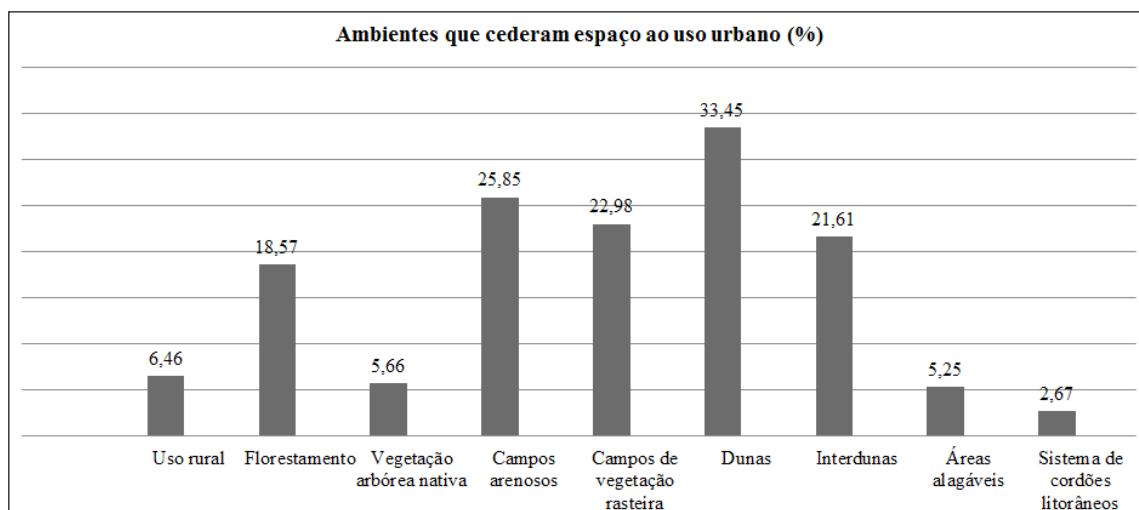


FIGURA 7 – Percentuais dos ambientes existentes em 1947 que cederam espaço ao uso urbano em 2014.

nas transgressivos. Essas feições, segundo o autor, são formadas por movimentos transgressivos de areia sobre terrenos vegetados ou semivegetados. Sua importância vem da sua função de barreira natural da invasão da água do mar e da areia em áreas interiores e balneários, além de proteger o lençol de água doce evitando a entrada de água do mar, constituindo, assim, uma zona tampão com a função de proteger ora a costa das ressacas, ora os interiores dos ventos de areia (Freitas, 2004). Esse ambiente decresceu de 16,98% para 1.20% da área mapeada (Figura 3).

Campos arenosos – também designados na literatura como lençóis arenosos, depósitos eólicos mantiformes ou ainda mantos de aspersão eólica – são definidos por Tomazelli (1994) como acumulações arenosas promovidas pelos ventos sem que ocorram morfologias características de dunas, como cristas ou faces de deslizamento. Sua ocorrência está comumente associada às margens de campos de dunas livres próximos a corpos lagunares, onde o aumento da umidade do terreno provocado pela maior aproximação do lençol freático pode ser a causa da dissipaçāo de dunas e da formação dos lençóis de areia. Na Figura 4, percebe-se que em 1947 a área central municipal contava com dois grandes campos arenosos inseridos próximos à área urbana, os quais foram suprimidos em decorrência da urbanização. Essa classe decresceu de 14,28% para 2,27% (Figura 3).

As interdunas são descritas por Martinho (2008) como áreas onde a deflação eólica predomina sobre a deposição e caracterizam-se por estarem constantemente úmidas, periodicamente alagadas e com vegetação pioneira esparsa. Essas feições ocorreram, em sua predominância, no interior de campos de dunas livres e intercaladas paralelamente com as dunas frontais, devido à erosão provocada pelo vento. Conforme a Figura 3, esse ambiente

cobria uma área de 1,75% do total mapeado em 1947 e atualmente cobre apenas 0,21%. A perda para o uso urbano, entretanto, foi correspondente a 21,61% (Figura 7). Atualmente, essa classe tem sua ocorrência principal observada atrás das dunas frontais ao longo da praia do Cassino.

As áreas alagáveis abrangem muitos ambientes, entre os quais destacam-se as áreas de banhado. Conforme Burguer (2000), estes ambientes ocupavam áreas extensas da zona costeira e também regiões interiores do estado, no passado. Tal ambiente constitui locais estratégicos de conservação, pela sua alta diversidade biológica e produtividade em consequência das relações estabelecidas entre água, solo, vegetação e fauna.

Na área mapeada, esta classe não apresentou alterações significativas ao longo dos anos, no que se refere à área ocupada, alterando-se de 10,35% para 9,08%. Apesar disso, esses ambientes são vulneráveis e estão ameaçados devido ao crescimento urbano, assoreamentos, drenagem e poluição – problemas que não foram abordados neste estudo.

Os sistemas de cordões litorâneos ou feixes de cristas praias são evidências geológicas da evolução da planície costeira do Rio Grande do Sul. Sua formação está associada a gênese da planície em si, onde variações sucessivas glacio-eustáticas, ocorridas a partir do Holoceno, possibilitaram seu desenvolvimento sob a forma de planícies de cordões litorâneos. Esse sistema tem grande importância nos processos de controle hidrológico, já que absorve as águas das chuvas e as libera por meio de fluxo superficial e subsuperficial, filtrando a água em trânsito e retendo nutrientes e sedimentos. É nesse sistema, de acordo com Tagliani (1994), que se formam as nascentes dos arroios Bolaxa, Senandes e Martins, pela drenagem do excesso das águas que têm por destino final o estuário da Lagoa dos Patos.

Os cordões litorâneos correspondem aos ambientes com maior área mapeada neste estudo, cobrindo 16,55% em 1947 e 18,86% em 2014 (Figura 3). Asmus & Siqueira (1991) classificaram que o sistema de cordões litorâneos se dividia em grandes propriedades, com mais de 5 km², onde se registrou uma reduzida taxa de ocupação humana e uma significativa atividade pecuária extensiva. No mapeamento de 2014, observaram-se esses mesmos aspectos. Como consequência dos assentamentos urbanos e da implantação de áreas de uso rural, surgem diversas modificações na paisagem dos cordões litorâneos, como a construção de estradas, aterros de áreas úmidas e drenagens de solo para construção de moradias e remoção de dunas. Além disso, outra prática comum nesse ambiente é o florestamento, que ocorre sob a forma de manchas de dezenas de metros quadrados, normalmente com eucaliptos, e tem por objetivo fornecer abrigo ao gado.

5. Conclusão

A partir dos resultados obtidos, pôde-se perceber que os ambientes que mais sofreram alteração com o passar do tempo correspondem às dunas, aos campos arenosos e aos campos de vegetação rasteira. Os últimos, entretanto, aumentaram o percentual de uso do solo mesmo tendo sido suprimidos pela expansão urbana, sendo este um indício de substituição de unidades de paisagem, como campos arenosos, dunas e áreas interdunas, pela classe campos de vegetação rasteira. Entretanto, se este processo está relacionado diretamente a um efeito indutor antrópico, ainda é um assunto a ser melhor investigado.

Por outro lado, percebeu-se que determinados espaços não foram submetidos a demasiadas mu-

danças devido à urbanização. O ambiente de uso rural, por exemplo, praticamente não apresentou alterações. Outros, como o ambiente de florestamento, aumentaram significativamente. As áreas de vegetação arbórea nativa também cresceram, porém, é necessário ressaltar que nas imagens de 2014 este tipo de vegetação é mais facilmente observado, pela maior qualidade nas imagens de satélite, bem como por sua composição colorida.

O crescimento da ocupação urbana em Rio Grande, nos últimos anos, está intrinsecamente relacionado com o desenvolvimento socioeconômico do município, já que a industrialização demandou contratação de mão de obra, injetou dinheiro na economia, permitiu o aumento e a diversificação do consumo e, assim, foi um forte determinante nas fases da urbanização. Tal afirmação é comprovada pelo último censo do IBGE, em 2010, o qual computou que um total de 50.910 habitantes residentes em Rio Grande não eram naturais do município, o mesmo que 25,8% da população total. Desses, 21,7% migraram de outras cidades do Rio Grande do Sul e 4,1% migraram de outros estados (IBGE, 2016).

Os resultados desse estudo reforçam a necessidade de se efetuar a gestão dos ambientes naturais nas zonas costeiras. O reconhecimento das alterações nesses ambientes serve de subsídio para o planejamento do espaço urbano e o manejo sustentável das áreas naturais, sendo o planejamento do espaço urbano fundamental neste período de grandes transformações de caráter socioeconômico, onde a tecnologia avança em conjunto com a periferização de grandes parcelas da população. Neste contexto estão inseridas, em sua grande maioria, as relações de trabalho, sociais, político-econômicas e culturais, de forma muito dinâmica (Martins, 1995), se fazendo necessário determinar a direção a ser

seguida no que tange ao uso dos recursos naturais costeiros.

A partir do exposto e considerando as modificações ambientais detectadas, provenientes do crescimento urbano, sugere-se o monitoramento contínuo da supressão de ambientes naturais em Rio Grande. É preciso evitar o impacto sobre os ecossistemas frágeis existentes, os quais podem perder as funções ambientais que os mantêm em equilíbrio. Tais funções ambientais – por exemplo, regulagem hidrológica, banco genético, *habitats*

para procriação, etc. – são temas complexos que ainda necessitam de uma caracterização mais detalhada e precisa, com o objetivo de subsidiarem o planejamento de uso dessas áreas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Rio Grande pela disponibilização das instalações para a realização deste estudo.

Referências

Asmus, H. E.; Siqueira, L. F. O sensoriamento remoto no estudo da utilização agrícola dos ambientes na região estuarina da Lagoa dos Patos. In: *Anais do II Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal*. Serra Negra, 1991.

Brasil. *Lei nº 5.106, de 2 de setembro de 1966*. Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais. Brasília: DOU de 5/9/1966.

Brasil. *Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988*. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília: DOU de 18/5/1988.

Brasil. *Lei nº 7.714, de 29 de dezembro de 1988*. Altera a legislação dos incentivos fiscais relacionados com o imposto de renda. Brasília: DOU de 31/12/1988.

Burguer, M. I. *Situação e ações prioritárias para a conservação de banhados e áreas úmidas da zona costeira*. ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível, 2000. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/refere/Banhados.pdf>>. Acesso em: maio 2016.

Corrêa, M. T. F. *Políticas Públicas de Desenvolvimento Regional: análise territorial em Rio Grande-RS (1987-1994)*. Rio Grande, Dissertação (Mestrado em Geografia) – FURG, 2009.

Domingues, M. V. R. (Coord.). Desenvolvimento e consolidação do polo naval e *offshore* de Rio Grande. *Relatório*

Técnico. Rio Grande/Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande/Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais, 2009.

Fagundes, F. Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município do Rio Grande: Relatório de Caracterização Municipal. *Relatório Técnico*. Rio Grande: Engeplus Engenharia e Consultoria, 2013. Disponível em: <[http://www.riogrande.rs.gov.br/planosaneamento/arquivos/home/\(2.1\)_Relatorio_de_Caracterizacao_Municipal.pdf](http://www.riogrande.rs.gov.br/planosaneamento/arquivos/home/(2.1)_Relatorio_de_Caracterizacao_Municipal.pdf)>. Acesso em: jul. 2016.

Freitas, M. A. P. de. *Zona costeira e meio ambiente: aspectos jurídicos*. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Ciências Jurídicas e Sociais) – PUC, 2004.

Grabski, K. R.; Farina, F.; Ayup-Zouain, R. N.; Silva, T. S. Estudo da dinâmica da urbanização e seus impactos sobre ambientes costeiros baseado em Sensoriamento Remoto e SIG. Caso do município de Santa Vitória do Palmar, RS. In: *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. João Pessoa, 2015.

Hesp, P. A. Coastal Sand Dunes: Form and Function. *Coastal Dune Vegetation Network (CDVN) Technical Bulletin*, 4, 1-28. 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE CIDADES@*, 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=431560>>. Acesso em: jul. 2016.

-
- Madureira, M.; Habiaga, L. A. G. P.; Salvatori, E. Meio ambiente e desenvolvimento rural e urbano na região da Lagoa dos Patos, RS. In: *Anais do 3º Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente*. Londrina, 1991.
- Martine, G.; Marshall, A. *State of world population 2007: Unleashing the potential of urban growth*. New York: United Nations Population Fund (UNFPA), 2007.
- Martine, G.; McGranahan, G. A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. In: Baeninger, R. (Org.). *População e cidade: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais*. Campinas/Brasília: United Nations Population Fund (UNFPA), 2010. p. 11-24.
- Martinho, C. T. *Morfodinâmica e evolução de campos de dunas transgressivos quaternários do litoral do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Tese (Doutorado em Geociências) – UFRGS, 2008.
- Martins, S. F. *Cidade do Rio Grande: industrialização e urbanidade (1873 - 1990)*. Rio Grande: Editora da FURG, 2006.
- Martins, S. F. Planejamento urbano na cidade do Rio Grande: um pequeno histórico. In: Alves, F. N.; Torres, L. H. (Orgs.). *A cidade do Rio Grande: estudos históricos*. Rio Grande: Secretaria Municipal de Educação e Cultura, 1995. p. 185-204.
- Monte-Mor, R. L. O que é o urbano no mundo contemporâneo. *Texto para discussão*, 281, 1-14, 2006. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20281.pdf>>. Acesso em: maio 2016.
- Moraes, A. C. R. *Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro*. São Paulo: Annablume, 1999.
- Moura, J. F. S. *A produção agroecológica do município de Rio Grande*. Rio Grande, Dissertação (Mestrado em Geografia) – FURG, 2011.
- Polette, M. *Gerenciamento costeiro integrado: proposta metodológica para a paisagem litorânea da microbacia de Mariscal – município de Bombinhas (SC)*. São Carlos, Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – UFSCAR, 1997.
- Queiróz, M. L. B. *A Vila do Rio Grande de São Pedro 1737-1822*. Rio Grande: Editora da FURG, 1987.
- Rafael, R.A.; Aranha, T. R. B. T.; Meneses, L. F.; Saraiva, A. G. S. Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. Natal, 2009.
- Reis, E. G.; Tagliani, C. R.; Asmus, M. L.; Calliari, L. J.; Bergesch, M. The Train-Sea-Coast Program: New Challenges for the Development of Human Resources on Coastal and Ocean Management in Brazil. *Ocean and Coastal Management*, 45, 667-676, 2002.
- Rio Grande. *Lei Municipal nº 6.586, de 20 de agosto de 2008*. Estabelece os limites do território municipal, e os limites, denominações e as sedes dos distritos do município do Rio Grande.
- Salvatori, E.; Habiaga, L. A. G. P.; Thormann, M. C. Crescimento horizontal da cidade do Rio Grande. *Revista Brasileira de Geografia*, 51, 27-71, 1989.
- Sfredo, G. A.; Silveira, W. O. Análise do crescimento urbano e modificações ambientais no município costeiro de São José do Norte - RS, em 1964 e em 2015. In: *Anais do II Congresso Ibero-Americano de Gestão Integrada de Áreas Litorais – GIAL*. Florianópolis, 2016.
- Souza, P. R. S. *Áreas urbanas desfavorecidas do município do Rio Grande/RN*. Rio Grande, Dissertação (Mestrado em Geografia) – FURG, 2011.
- Tagliani, P. R. A. Ecologia da assembleia de peixes de três riachos da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Atlântica*, 16, 55-68, 1994.
- Tomazelli, L. J. Morfologia, organização e evolução do campo eólico costeiro do litoral norte do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, 21, 64-71, 1994.
- Torres, L. H. *História & Educação Patrimonial da cidade do Rio Grande*. Rio Grande: Editora da FURG, 1999.
- Viana, M. B. O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala. *Relatório Técnico*. Brasília: Consultoria legislativa da Câmara dos Deputados, 2004. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1162>>. Acesso em: maio 2016.
- Villwock, J. A. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil: A Synthesis. *Pesquisas em Geociências*, 16, 5-49, 1984.