

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

ÁREAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (BR) IMPACTADAS PELA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR DEVIDO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Marianina Impagliazzo ⁽¹⁾

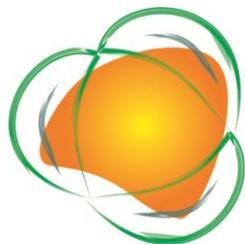
⁽¹⁾ Universidade Castelo Branco: Escola Superior de Gestão e Tecnologia. Avenida Santa Cruz, 1631 - Realengo - Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21710-250. Telefone: (21) 3216-7700 - e-mail: mimpagliazzo@gmail.com

Eixo temático: Saúde, Segurança e Meio Ambiente

RESUMO – A elevação do nível do mar é uma das consequências das mudanças climáticas que para a cidade do Rio de Janeiro com um litoral de 265 km e 90 km de praias deverá ser amplamente estudada a fim de facilitar o planejamento de ações propondo soluções que minimizem seus efeitos. Com esta preocupação o presente trabalho subsidia a elaboração de estudos temáticos no Programa de Pesquisa da Universidade Castelo Branco, onde diversos aspectos geográficos da cidade presentes no mapeamento digital foram interpretados e classificados utilizando os recursos dos sistemas de informações geográficas - SIG, para gerar um modelo digital de terreno - MDT, que possibilitasse identificar as áreas com cotas baixas capazes de representar os três cenários do aumento do nível médio do mar em 0,20, 0,40 e 0,60 metros, conforme indicado no relatório do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Assim os mapeamentos das áreas passíveis de alagamento foram identificadas permitindo a ampliação do foco das análises em função de outras variáveis como tipo de solo, uso das terras e declividade do terreno. Para auxiliar a interpretação, foram agregados outros elementos cartográficos que representam o espaço físico e a topografia da cidade, importantes para os estudos temáticos que indicarão formas de reduzir os efeitos das mudanças climáticas. O resultado do trabalho agrega as informações geográficas geradas com as cartográficas existentes no mapeamento digital e apresenta em mapas temáticos georreferenciados as áreas da cidade, os setores censitários, as quadras, as bacias hidrográficas, as edificações e os logradouros, que por hipótese, serão atingidos pela elevação do nível do mar.

Palavras-chave: Mapeamento digital. Sistema de Informação Geográfica. Planejamento urbano.

ABSTRACT – The rising sea level is one of the climate change consequences for the city of Rio de Janeiro with a coastline of 265 km and 90 km of beaches should be widely studied in order to facilitate the planning of actions proposing solutions to minimize its effects. With this concern this work subsidizes the development of thematic studies in Castelo Branco University Research Program, where different geographical aspects of the city present in the digital mapping were interpreted and classified using the



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

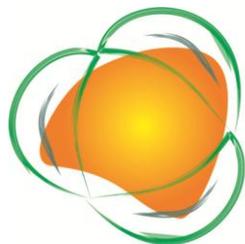
resources of geographical information systems - GIS to generate a model digital terrain - MDT, which enabled to identify areas with low quotas able to represent the three scenarios the increase in the average sea level at 0.20, 0.40 and 0.60 meters, as indicated in the IPCC report (Intergovernmental Panel on Climate Change). So the mapping of areas subject to flooding have been identified allowing the expansion of the focus of the analysis due to other variables such as soil type, land use and land slope. To aid interpretation, they were added other cartographic elements that represent the physical space and the topography of the city, important for the thematic studies that indicate ways to reduce the effects of climate change. The result of the work adds geographic information generated with existing cartographical in digital mapping and presented in thematic georeferenced maps areas of the city, the census tracts, the courts, the river basins, buildings and public parks, which hypothetically will be achieved by rising sea level.

Key words: Digital mapping. Geographic Information System. Urban planning.

Introdução

Para se monitorar áreas urbanas é preciso ter conhecimento atualizado sobre a distribuição espacial da população. Os censos demográficos produzem avaliações quantitativas sobre as populações, os mapas de densidade demográfica informam também as necessidades de infraestrutura. Na maior parte das cidades do mundo inteiro, o crescimento populacional tem sido muito rápido e as estruturas urbanas não acompanham esse crescimento, um exemplo claro disso é a rede de águas pluviais. Com isso, o aumento populacional implica consequentemente na melhoria das estruturas urbanas. As ferramentas do sensoriamento remoto permitem contornar parcialmente essas dificuldades; fotografias aéreas foram utilizadas há muito tempo neste sentido. Mais recentemente recorre-se a imagens de satélite para visualizar a extensão espacial de cidades e as suas evoluções. Uma grande parte dos alvos naturais apresentam variações no tempo, assim sendo os aspectos temporais são de grande importância na interpretação de imagens. (INPE,2012)

Os imagiadores dos satélites analisam essas variações através das mudanças nos padrões de tonalidade e de textura dos alvos. Quanto aos aspectos espectrais, a escolha da banda a ser utilizada na análise visual é de grande importância e depende do objetivo do trabalho. O conhecimento prévio das características do alvo auxilia na escolha das bandas. A combinação das bandas na composição colorida permite a aquisição de maior quantidade de informação, pois o olho humano é mais sensível às



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

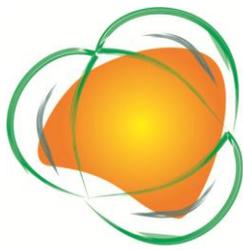
cores do que aos tons de cinza, constituindo um produto de grande potencialidade para o mapeamento da expansão urbana. Essa combinação é feita através de três bandas espectrais de uma imagem de satélite, gerando uma combinação colorida falsa-cor. Diferentes combinações de bandas fazem com que as informações sejam percebidas de forma diferente (TALEB,2010).

Material e Métodos

Na elaboração deste trabalho foram utilizadas informações cartográficas, aliadas às funcionalidades de um sistema de informações geográficas, para gerar um modelo digital de terreno da cidade que possibilitasse identificar as áreas com cotas baixas da cidade capazes de representar os três cenários do aumento do nível médio do mar em 0,20,0,40 e 0,60 metros, conforme indicado no relatório do IPCC. A partir da verificação e do mapeamento das áreas passíveis de alagamento, foram identificados os setores censitários atingidos e destacadas algumas de suas informações. Para auxiliar a interpretação, foram agregados outros elementos cartográficos que representam o espaço físico e a topografia da cidade, importantes para os estudos temáticos que indicarão formas de reduzir os efeitos das mudanças climáticas. A elevação do nível do mar é uma das consequências das mudanças climáticas que para a cidade do Rio de Janeiro, devido à sua extensa costa, deverá ser amplamente estudada a fim de facilitar o planejamento de ações e identificar soluções que minimizem seus efeitos. A cidade do Rio de Janeiro possui um litoral de 265 km com 90 km de praias que constituem espaços de referência para a cidade, onde ocorrem diversas atividades, diretamente influenciadas pela presença marcante da orla da cidade (CCST,2011).

A geomorfologia costeira da cidade do Rio é diversificada e modificada por grande número de fatores de origem natural ou por intervenções humanas. As áreas costeiras possuem características dinâmicas e especificidades próprias que, certamente responderão de diferentes formas ao aumento do nível do mar, fatores que não serão considerados neste documento. Trataremos principalmente das informações cartográficas e geográficas que, junto com as informações oceanográficas e geomorfológicas, são insumos indispensáveis para a avaliação dos efeitos do aquecimento global e para o monitoramento constante das áreas litorâneas (GUERRA,2006).

O Instituto Pereira Passos, responsável pela cartografia do Rio, utiliza as diversas informações existentes no mapeamento digital do município, que representam as diferentes feições e áreas da cidade. Permanentemente, novas informações, que



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

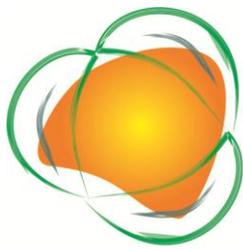
chamamos geográficas, são acrescentadas ao mapeamento, como o posicionamento dos principais equipamentos urbanos, as camadas temáticas de zoneamento, as áreas ambientalmente protegidas, os limites de favelas, os loteamentos e uso do solo, entre outras. Diferenciamos como geográficas aquelas informações do mapeamento digital que não tiveram como origem um levantamento aerofotogramétrico, mas foram incluídas através da descrição de limites ou endereçamento e possuem dados associados aos elementos gráficos que os representam, sejam eles, polígono, linha ou ponto. Um bom exemplo são os setores censitários representados por polígonos ajustados ao mapeamento digital e aos limites administrativos da cidade. (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO,2013).

As informações sócio demográficas associadas aos setores possibilitam diversas análises temáticas e cruzamentos de dados com as demais informações cartográficas da cidade. Neste trabalho, diversos aspectos geográficos da cidade, presentes no mapeamento digital, foram interpretados e classificados utilizando os recursos dos sistemas de informações geográficas. Seus resultados estão apresentados em preliminarmente em dois mapas temáticos.

Resultados e Discussão

A primeira etapa do trabalho foi a construção de um modelo digital de terreno - MDT, com auxílio de um Sistema de Informações Geográficas - SIG. Foram utilizadas as altimetrias referentes à escala 1:2.000, representada por isolinhas de metro a metro, e à escala 1:10.000, com curvas de nível a cada 5 metros. A partir do limite de costa do município até a curva de nível que representa a altitude de 10 metros, foi gerado um novo modelo digital de terreno, mais detalhado, com pixel ou célula de 10 x 10 metros.

A interpolação das cotas intermediárias produzida por este modelo teve como base a altimetria da escala 1:2.000 e foi projetada para atender à representação dos cenários de elevação do nível do mar em 0,40, 0,60 e 1,50 metros. Para as demais áreas acima da cota 10 metros, a mesma célula foi adotada, no entanto a altimetria utilizada foi a referente à escala 1:10.000. O MDT construído, que traduz e decodifica o relevo da cidade, é adequado ao nível de detalhamento em que serão analisados os cenários e representativo para a escala adotada, possibilitando informar as áreas da cidade passíveis de alagamento. Além de identificar as áreas mais baixas do município, as células adotadas permitiram atribuir cotas mínimas e máximas aos setores censitários da cidade e, em seguida, calcular a cota média de cada setor.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

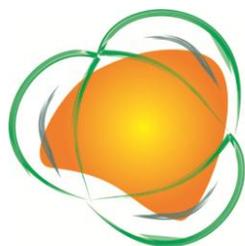
XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Os setores censitários representam espaços geográficos de tamanhos diferenciados e geralmente, correspondem a áreas maiores que a célula adotada no MDT. Como alguns deles apresentam declividades bastante acentuadas, atribuir uma cota média para cada setor foi um artifício utilizado para que fosse possível, com mais precisão, identificar aqueles setores que têm um percentual maior de área mais sensível aos alagamentos, apresentar algumas informações sócio demográficas e classificar estes setores em faixas correspondentes aos cenários.

A utilização dos setores como unidades de avaliação permitiu a ampliação do foco das análises em função de outras variáveis como tipo de solo, uso das terras e declividade do terreno e, por outro lado, tornou possível a agregação por bairro, região administrativa, área de planejamento, bacia e sub-bacia hidrográfica. Estes mesmos procedimentos foram adotados para outros polígonos que representam as quadras do município, o que permitiu quantificar as quadras atingidas e classificá-las segundo suas cotas mínimas e médias, enriquecendo as possibilidades de análises em conjunto e com outros elementos cartográficos. Também foram identificados e quantificados os logradouros em setores com cotas mais baixas, assim como mostradas, através das imagens de ortofotos e imagens de satélite, as áreas edificadas da cidade. A partir da cota atribuída a cada pixel ou célula do MDT, foi possível calcular a declividade de cada um em relação aos adjacentes, obtendo como resultado a identificação e mapeamento de áreas da cidade com declividades leves e outras acentuadas, em alguns casos alcançando 200%. O conhecimento do relevo e das declividades da cidade, associados às informações hidrográficas e de tipos e uso de solo, são insumos que irão contribuir para as avaliações mais detalhadas da cidade. Estão também identificados os setores censitários com cotas médias acima de 1,50 até 5,00 metros por serem consideradas áreas ambientalmente frágeis e para auxiliar as análises considerando outros eventos diferentes da elevação do nível do mar. Outras feições complementares como: hidrografia, limite de favelas e loteamentos, áreas protegidas, logradouros, classes de solo, ortofotos e imagens de satélite da cidade estão presentes nos mapas deste documento.

Na figura 1 o mapa indica em laranja claro as áreas com cotas até 0,40m; em laranja escuro, aquelas com cotas entre 0,40m e 0,60m; e, em marrom, as áreas com cotas de 0,60m até 1,50m. Esta última, representa as possíveis áreas atingidas pela elevação do nível do mar, considerando as oscilações da maré, que podem alcançar 0,80m. Estas faixas, indicadas como frágeis, foram ampliadas até a cota 2,00m por



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

considerar a possibilidade de ressacas e outros fenômenos, além da elevação do nível do mar.

Áreas do município com cotas de até 0,40 - 0,60 - 1,50 metros

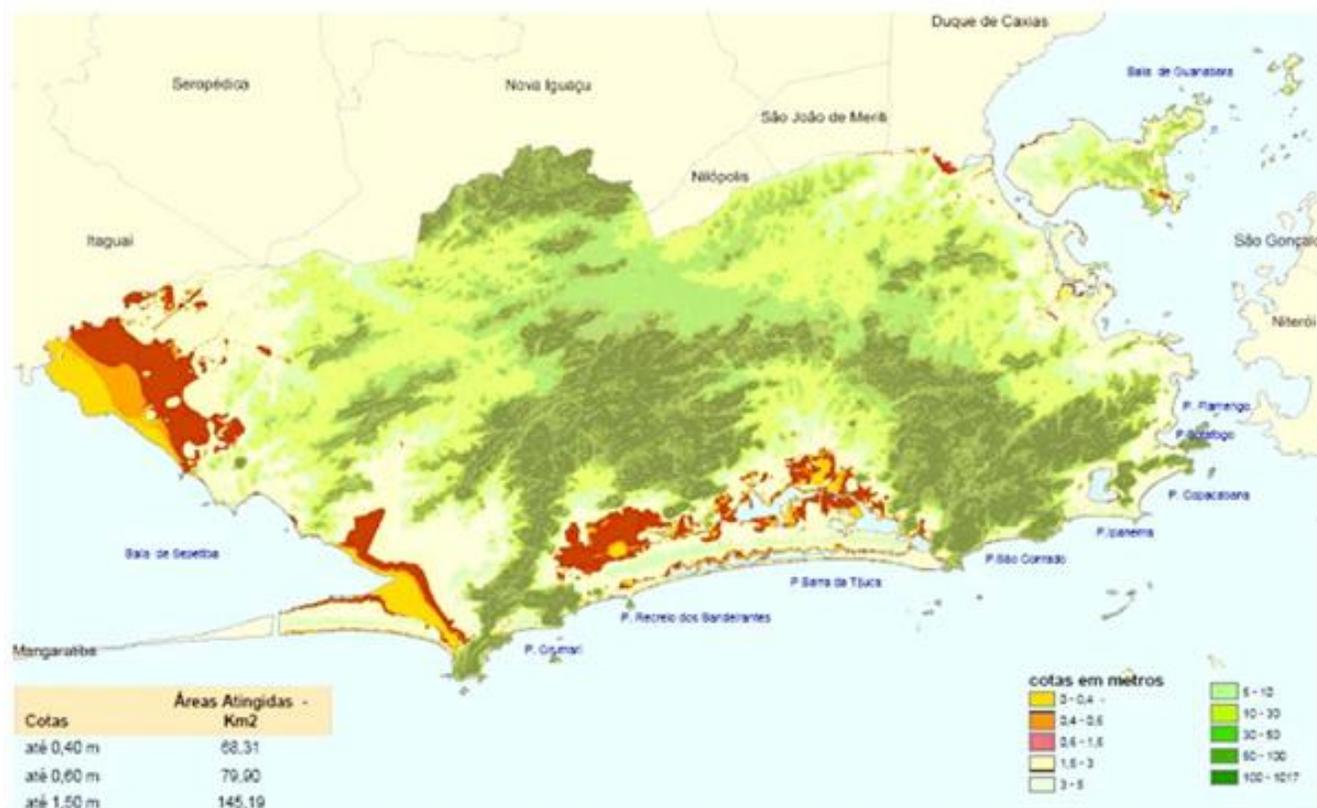
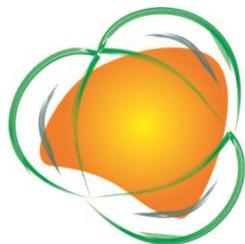


Figura 1: Mapa de cotas do Município do Rio de Janeiro

Na figura 2 a área de planejamento para os grandes eventos que ocorrerão na cidade entre 2011 e 2016 corresponde a Barra da Tijuca e Jacarepaguá que apresenta a maior extensão de áreas com cotas até 1,50m. É uma área com canais artificiais, construídos para facilitar a drenagem do local, portanto historicamente conhecida como Inundável.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Áreas da AP4 com cotas de até 0,50 - 1,00 - 1,50 – 2,00 metros

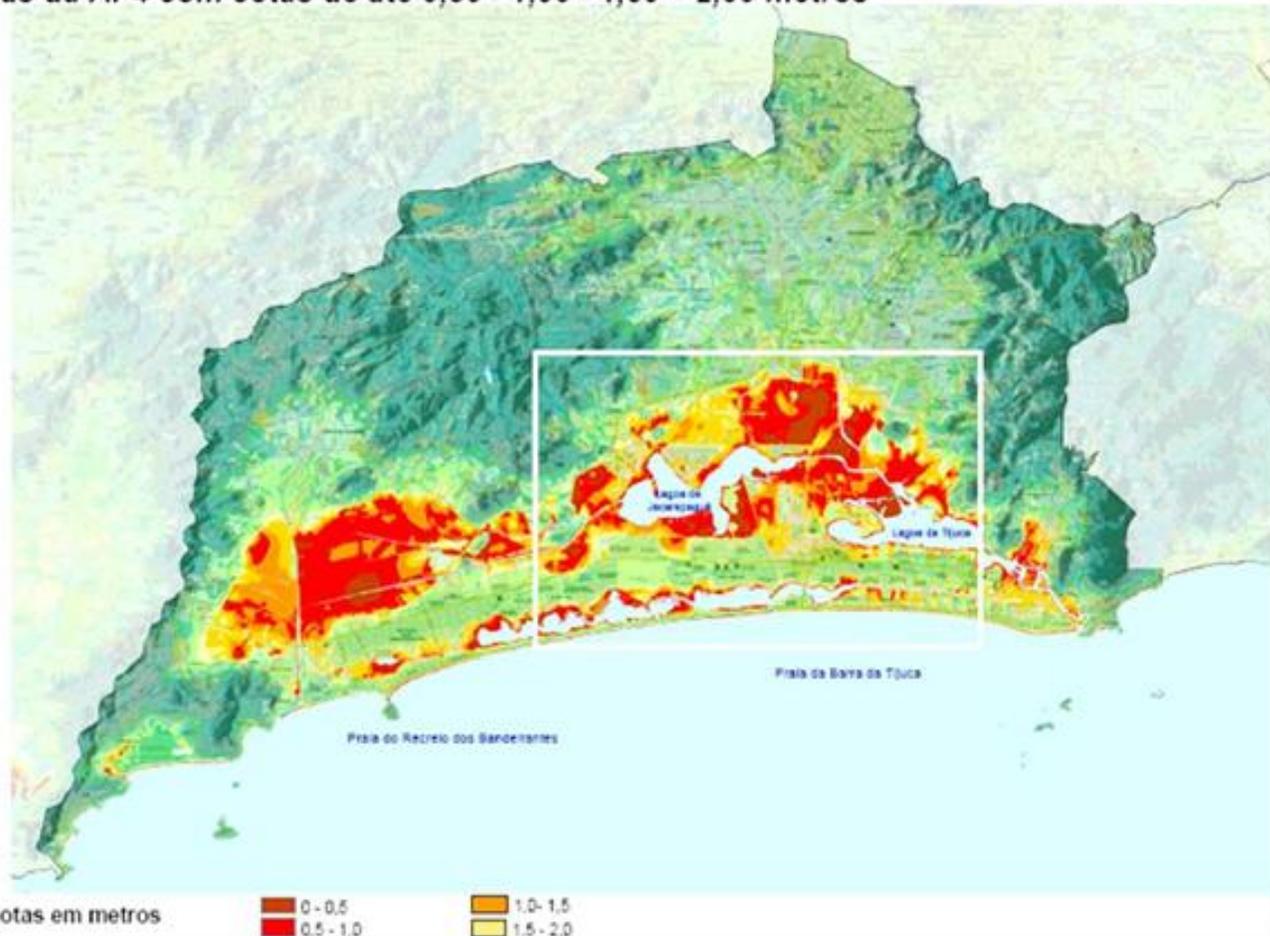
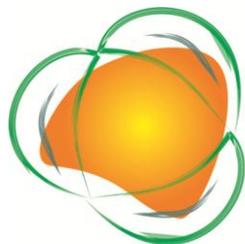


Figura 2: Mapa das cotas da área AP4 do Município do Rio de Janeiro.

Em algumas situações, os mapas podem indicar áreas da cidade com cotas mais baixas do que as efetivamente existentes. Isso se deve ao fato de elas terem sofrido ações antrópicas como aterros e aumento da cota de soleira de edificações, realizadas posteriormente ao registro cartográfico disponível. Estas áreas, entretanto, continuam sendo regiões frágeis da cidade que, sem a ação humana, estariam sujeitas à inundação e por isso necessitam de constante monitoramento. As áreas apontadas neste estudo como tendo cotas baixas são regiões conhecidas dos técnicos da Prefeitura como áreas que, para a adequação ao uso urbano, necessitam de recursos e de soluções técnicas de engenharia.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Conclusões

O resultado do trabalho agrega as informações geográficas geradas com as cartográficas existentes no mapeamento digital e apresenta em mapas temáticos georreferenciados as áreas da cidade, os setores censitários, as quadras, as bacias hidrográficas, as edificações e os logradouros, que por hipótese, seriam atingidos pela elevação do nível do mar, em destaque sobre o restante do relevo da cidade. Os mapas, imagens, tabelas e gráficos apresentados a seguir, não esgotam as análises e avaliações possíveis sobre as informações geográficas geradas para este trabalho, e não pretendem ser conclusivos, mas apresentar cenários e servir como referência para todos os demais documentos temáticos.

As informações geográficas associadas com as cartográficas existentes no mapeamento digital são apresentadas em mapas georreferenciados das áreas da cidade do Município do Rio de Janeiro, onde os setores censitários, as quadras, as bacias hidrográficas, as edificações e os logradouros que, por hipótese, seriam atingidos pela elevação do nível do mar, em destaque sobre o restante do relevo da cidade.

Estas áreas, entretanto, continuam sendo regiões frágeis da cidade que, sem a ação humana, estarão sujeitas à inundação e por isso necessitam de constante monitoramento. As áreas apontadas neste estudo como tendo cotas baixas são regiões conhecidas dos técnicos da Prefeitura como áreas que, para a adequação ao uso urbano, necessitam de recursos e de soluções técnicas de engenharia.

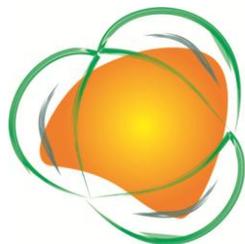
Os mapas, imagens, tabelas e gráficos apresentados não esgotam as análises e avaliações possíveis sobre as informações geográficas geradas para este trabalho e não pretendem ser conclusivos, mas objetiva apresentar cenários e servir de referência para os demais estudos temáticos sobre efeitos das mudanças climáticas na cidade.

Referências Bibliográficas

CCST. Centro de Ciência do Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças climáticas: Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011.

GUERRA, A.J.T. & Cunha, S.B. (Orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil. 2006.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas de Cenários Climáticos Futuros para o Brasil. Cachoeira Paulista: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. 2012.



XIII Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE
de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Caracterização do clima no Século XX e Cenários Climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI derivados dos Modelos Globais de Clima do IPCC. São Paulo: INPE.2012.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 2009.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Plano estratégico da Prefeitura do Rio de Janeiro 2013-2016. Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio de Janeiro.2013.

TALEB, N. A Lógica do Cisne Negro: O Impacto do Altamente Improvável. Lisboa: Dom Quixote.2010.