



Concepção de um simulador de cenários futuros de elevação do nível do mar no litoral Setentrional do RN utilizando tecnologia de Jogos.

Carlos Henrique Grilo Diniz¹; Mattheus da Cunha Prudêncio²; Venerando Eustáquio Amaro³

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Docente da Escola Agrícola de Jundiá / Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo - carlos.chgd@gmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Discente do Departamento de Geologia - mattheus.prudencio@hotmail.com

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Docente do Departamento de Geologia - amaro@geologia.ufrn.br

RESUMO

As forçantes meteoceanográficas modelam a paisagem do litoral do Rio Grande do Norte do curto ao longo prazo. Em especial a parte setentrional deste litoral, a qual se apresenta como uma área de intensas atividades antrópicas e econômicas, em sua configuração, e onde estão instaladas as indústrias petrolífera, salineira, de geração eólica, dentre outras. O presente trabalho visa, em linhas gerais, mostrar quais elementos estão sendo usados no desenvolvimento de um simulador para visualização em 3D e 4D de prognósticos de elevação do nível do mar no litoral setentrional do RN. Para o desenvolvimento deste estão sendo utilizadas tecnologias como ambiente de desenvolvimento de jogos Unity3D e linguagem de programação orientada a objetos C# (C Sharp). Para balisar a modelagem e o funcionamento do referido sistema, fez-se a devida caracterização da área a partir de uma série histórica de dados meteoceanográficos e geomorfológicos que demonstraram a dinâmica presente nesta área. O objetivo deste simulador é de auxiliar juntamente a outras ações integradas a uma melhor gestão, a compatibilização e adaptação das atividades humanas inseridas neste mosaico ambiental altamente sensível e mutável que é a região costeiro-estuarina do Rio Grande do Norte, permitindo a sustentabilidade dos atores sociais nela inseridos e seus múltiplos usos.

Palavras-chave: Rio Grande do Norte, atividade petrolífera, simulador, gerenciamento costeiro, GPUs.

1. INTRODUÇÃO

As forçantes meteoceanográficas modelam a paisagem do litoral do Rio Grande do Norte em curto e longo prazo, em contexto de ventos alísios e regime de mesomares semidiurnas, com ação de correntes de deriva litorânea. Em decorrência dessas forçantes, o litoral setentrional do RN, é uma região de intensa dinâmicas sedimentar (erosional / deposicional), caracterizada por praias arenosas oceânicas e abrigadas,

sistemas de ilhas barreiras e esporões arenosos, trechos de canais de maré, campos de dunas móveis e vegetadas e zonas estuarinas com vários trechos de manguezais. (p.ex. SOUTO et al., 2005; PEREIRA et al., 2011; BOORI & AMARO, 2010b; MATOS et al., 2011).

A modificação temporal da paisagem em curtos intervalos de tempo mostra trechos de linha de costa com balanço sedimentar negativo (áreas de erosão) e, mais localmente, positivo (áreas de deposição). Trata-se de um setor com



delicado equilíbrio geoambiental, no qual mudanças de conformação da paisagem podem advir de fatores como surgimento ou desaparecimento de áreas por tendências erosivas, deslocamentos de ilhas barreiras, movimentação de campos dunares, abertura e fechamento de canais de maré em zonas estuarinas, entre outros (SANTOS, AMARO e SOUTO, 2011; AMARO, LIMA e SANTOS, 2013; SANTOS e AMARO, 2013).

mosaico ambiental altamente sensível e mutável que é a região costeiro-estuarina do Rio Grande do Norte.

Grandes perdas socioeconômicas são projetadas para cenários futuros de erosão e conseqüente inundação, mas já vêm ocorrendo durante eventos extremos, como foi apresentado recentemente neste mês durante a Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas (ONU, 2014), em que se destacou que os países em

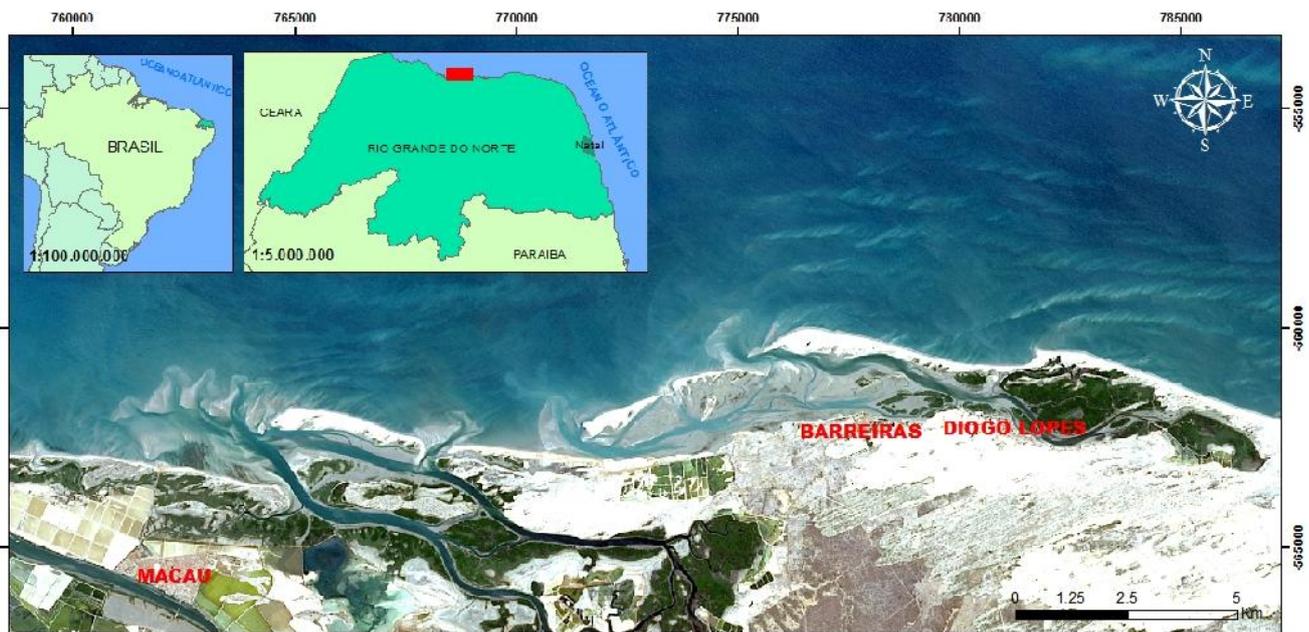


Figura 1 - Área da zona costeira do nosso estudo. Projeção UTM: Datum WGS84 Zona 24 Sul. Cena Landsat 8.

Os prognósticos de cenários futuros da elevação do nível relativo do mar entre 0,5 e 1,0 m até 2050, nos casos extremos, indicam que mais da metade da população potiguar seria afetada por inundações nas áreas litorâneas e estuarinas (SOUTO, 2009). Neste contexto, estudos que analisem as forças meteo-oceanográficas e suas consequências nos sistemas costeiros em que atuam, como proposto neste projeto, permitem compor cenários futuros de inundação e erosão costeiras e são preponderantes para subsidiar ações de gestão atual e adaptação futura, necessários para melhor conformar as atividades humanas inseridas neste

desenvolvimento deverão necessitar de até 500 bilhões de dólares ao ano em 2050 para enfrentar os efeitos das mudanças climáticas e que entre os anos de 2012 e 2013 o volume de financiamento público global comprometido na adaptação variou de US\$ 23 bilhões a US\$ 26 bilhões. Deste montante, 90% foram para países em desenvolvimento. Este mesmo evento discutiu sobre as ações necessárias à adaptação climática.

O litoral do Rio Grande do Norte apresenta vulnerabilidades socioeconômicas, ao se considerar as múltiplas atividades de exploração de recursos naturais, dentre elas as indústrias do petróleo, do sal, os campos de produção de energia eólica e carcinicultura. Esse trecho litorâneo abriga também comunidades culturais e



economicamente dependentes da pesca artesanal e das atividades nos manguezais.

Os estudos dos parâmetros meteoceanográficos servem tanto como banco de dados para entrada no simulador, como dão suporte ao desenvolvimento de metodologias e protocolos que favorecem a construção deste. Com isso, fez-se necessária a interação de diferentes ciências, tais como oceanografia, meteorologia, geologia, engenharia civil, estatística, entre outras. Podemos considerar que o desenvolvimento deste simulador, é de fato, um projeto multi, inter e transdisciplinar. Além disso, os resultados deste processo podem ser usados em um segundo momento para construção de mapas de inundação e erosão em 3D e 4D (3D mais o eixo temporal).

2. METODOLOGIA

2.1 Aquisição e Análise dos dados

A aquisição de dados para parametrização da simulação se divide em dois principais grupos. O primeiro grupo corresponde as informações meteoceanográficos disponíveis, tais como: altura e direção da onda, altura e amplitude da maré, da variação do nível médio do mar e de fenômenos como La Niña e El Niño. No segundo grupo enquadra-se os dados geomorfológicos, nesse grupo tem-se informações sobre a linha de costa, da topografia, da batimetria e da composição das várias componentes do sistema praias que define a área.

Os dados referentes a ondas e marés são adquiridos a partir da modelagem de dados no SWAN - Simulating WAVes Nearshore, a partir dessa modelagem é possível obter-se dados em uma escala temporal e espacial

que permitem a correlação com os dados geomorfológicos. (MATOS et al., 2014).

Quanto aos dados geomorfológicos, a aquisição de dados de linha de costa e topografia foram feitas a partir de GPS geodésico com período de tempo trimestral e de precisão centimétrica, o que permitiu, uma alta precisão espacial e temporal. Os dados batimétricos foram obtidos a partir de cartas náuticas. (SANTOS et al., 2012; SANTOS et al., 2013).

A entrada de dados do simulador para foi feita a partir da correlação dos dados topográficos e de batimetria os quais foram normatizados para a geração do modelo de malha que posteriormente foi capeado e aplicado a textura no simulador.

Em relação a configuração das linhas de costa no modelo da maquete do simulador foi feita a análise da área quanto a sua evolução, de forma multitemporal (BUSMAN et al., 2013b; FRANCO et al., 2012; AMARO et al., 2013a). Como principal ferramenta nesse âmbito utilizou-se o DSAS – Digital Shoreline Analysis System que se trata de uma extensão criada para o ArcGis pela USGS e que possui uma série de métodos estatísticos que podem ser utilizados para análise multitemporal de uma área. O DSAS utiliza-se principalmente de 3 elementos, as linhas de costas, as linhas de base que foram feitas de maneira mais paralela possível em relação as linhas de costas para atender com maior precisão a variação da linha do litoral em relação ao tempo (FRANCO et al., 2012) e os transectors, linhas perpendiculares as linhas de base.



2.2 Desenvolvimento do Simulador

No desenvolvimento do simulador foram primeiramente estudadas formas de aproveitar ao máximo os recursos de processamento de um computador. Sendo assim, foi visto que para se obter uma boa simulação deve-se usar a potência do processamento existente nas GPUs (Unidades de Processamento Gráfico) que possuem uma performance bastante superior as CPUs (Unidades Centrais de Processamento), pois apenas os processadores Core I5 ou Core I7, por exemplo, sem a ativação do processamento das placas off-board não seriam suficientes para uma perfeita simulação. (HeGaPa, 2012)

Na Figura 2 é feito um comparativo entre o processamento das CPUs x GPUs.

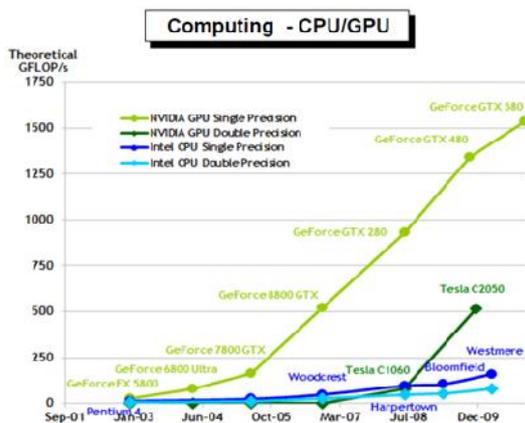


Figura 2: Breve comparativo entre a performance de CPUs x GPUs. (HeGaPa, 2012)

Para obter-se o acesso ao poder de processamento de uma GPU, faz-se necessário a utilização de uma linguagem de programação que possa acessar os recursos de multiprocessamento da mesma, para tanto foram estudados linguagens como OPENCL e CUDA.

No entanto percebeu-se que o esforço para construção do simulador utilizando exclusivamente estas linguagens de programação seria muito

alta, e que inviabilizaria o foco na construção de uma solução de simulador versátil e flexível que pudesse atender a personalização das maquetes eletrônicas, de outras zonas costeiras que possuem feições geomorfológicas diferentes.

Para tanto foram feitas pesquisas com objetivo de encontrar outras soluções que permitem um desenvolvimento mais flexível, versátil e rápido, e que abstrai-se tantos detalhes de acesso ao hardware que existem nas linguagens CUDA e OPENCL.

Desta forma foi verificada que grande parte dos desenvolvedores de jogos para as mais diferentes consoles, PC, PS4, XBOX One, Wii U, estão utilizando as engines de desenvolvimento do Unity 3D, as quais permitem um desenvolvimento flexível permitindo a abstração do hardware das GPUs.

No desenvolvimento do nosso simulador foi utilizado a ferramenta do Unity 3D para a criação a maquete eletrônica da área do nosso estudo a partir do modelo digital de elevação (MDE) da parte emersa e submersa gerando a malha de pontos, onde posteriormente foram aplicadas a textura dos materiais como são apresentas nas figuras 2 e 3, a aplicação de areia, e água respectivamente.

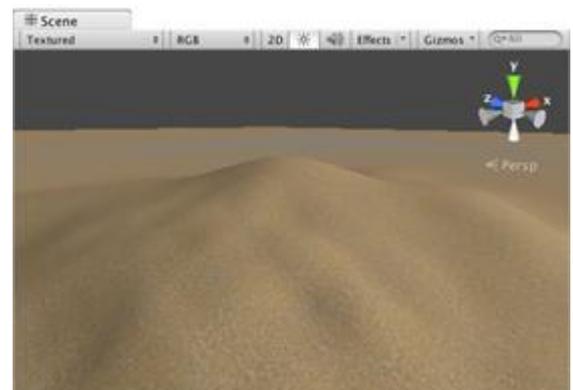


Figura 3: Textura de areia aplicada a maquete virtual da praia.



Figura 4: Textura de água oceânica aplicada na maquete virtual da praia.

Feita a maquete virtual da praia do nosso estudo, o próximo passo será a implementação dos algoritmos para que as forças hidrodinâmicas possam ser visualizadas, e que possamos desenvolver os modelos de elevação do nível do mar, de prognóstico erosivo e de gestão ambiental costeira adequada desta área.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Item 2.1 deste artigo, são apresentadas as fontes de dados que foram utilizadas na construção da maquete virtual da praia.

Neste mesmo item é apresentado o aplicativo SWAN que nos fornecerá subsídios a construção do modelo hidrodinâmico e de comportamento físico da água oceânica quando do seu choque com a linha de costa da praia.

No tocante a parte computacional, vislumbramos até agora que a implementação do simulador pelo caminho de linguagens de processamento gráfico como CUDA ou OPENCL é demasiadamente complexo, pouco flexível e produtivo, o que nos leva a acreditar que o uso de uma ambiente de desenvolvimento como o Unity 3D será o caminho para criação de simulador rápido, adaptável e flexível, e que seja sua utilização compatível com outras realidades de zona costeira.

4. CONCLUSÕES

Este artigo relata brevemente como ocorreu o desenvolvimento de um simulador com objetivo de visualização de cenários futuros de elevação do nível do mar, no litoral Setentrional do RN utilizando tecnologia de jogos com utilização da ferramenta Unity 3D e a linguagem C Sharp.

Para que fosse conseguido êxito nesta empreitada, primeiramente foi entendida a Geomorfologia e Hidrodinâmica da área, procurando-se conhecer as fontes de dados que representariam estas e outras características desta zona costeira.

Após conhecidos os dados foram criados mecanismos para conhecer a correlações entre estes, e começou-se o estudo de quais formas utilizando computação seriam as melhores e mais eficientes para implementá-la de forma a garantir um bom resultado no modelo de simulação.

Os estudos começaram pelas linguagens CUDA e OPENCL, e terminaram na ferramenta de desenvolvimento de jogos Unity 3D, e a linguagem de programação C Sharp, pois estas garantem uma flexibilidade no desenvolvimento, abstração do hardware utilizado e mais rapidez nos ajustes do modelo de simulação a outras realidades costeiras.

E por fim é necessário programar e parametrizar as ações das forças hidrodinâmicas para que “afetando” a maquete virtual da nossa praia possamos testar na plenitude, o simulador, no curto, médio e longo prazo.



5. AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia do Petróleo – PPGCEP /UFRN.

Ao GEOPRO/UFRN - laboratório de Geoprocessamento da UFRN.

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, V. E.; SANTOS, M. S. T. ; SOUTO, M.V.S. **Geotecnologias aplicadas ao monitoramento costeiro: Sensoriamento remoto e geodésia de precisão**. 1. ed. Natal: Autor, 2012. v. 1. 118p.

AMARO, V. E.; LIMA, F. G. F.; SANTOS, M.S.T. **An Evaluation of Digital Elevation Models to Short-Term Monitoring of a High Energy Barrier Island, Northeast Brazil**. World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 76, p. 317-324, 2013.

AMARO, V. E.; LIMA, F. G. F. ; GOMES, L. R. S.; SCUDELARI, A. C.; NEVES, C. F.; BUSMAN, D. V. **Multitemporal analysis of coastal erosion based on multisource satellite images, Ponta Negra Beach, Natal City, northeast Brazil**. In: The 11th International Symposium for GIS and Computer Cartography for Coastal Zone Management, 2013, Victoria, Canada. CoastGIS Conference 2013: Monitoring and Adapting to Change on the Coast, 2013 a.

AMARO, V. E.; SANTOS, A. L. S.; SCUDELARI, A. C.; COSTA, B. C. P. **Use of terrestrial - LiDAR for quantifying morphological changes in Ponta Negra Beach, Natal City, Northeast Brazil**. In: CoastGIS 2013 Conference: Monitoring and Adapting to Change on the Coast, 2013, Victoria, BC, Canada. v. 1. p. 5-9, 2013.

BOORI, M. S.; AMARO, V. E. **Detecting and understanding drivers of natural and eco-environmental vulnerability due to hydro**

geophysical parameters, ecosystem and land use change through multispectral satellite data sets in Apodi estuarine, Northeast Brazil. International Journal of Environmental Sciences, v. 1, p. 543-557, 2010b.

BUSMAN, D. V.; AMARO, V. E.; PRUDENCIO, M. C.; LIMA, F. G. F.; MATOS, M. F. A.; MOURA, J. E. **Shoreline changes from 1986 to 2010 on Ponta Negra beach, Natal / RN, Northeast Brazil..** In: SCACR International Short Course/Conference on Applied Coastal Research, 2013, Lisboa, Portugal. SCACR International Short Course/Conference on Applied Coastal Research Book of Abstracts, 2013 b.

FRANCO, C. G. M.; AMARO, V. E.; SOUTO, M. V. S. **Prognóstico da erosão costeira no litoral setentrional no Rio Grande do Norte para os anos de 2020, 2030 e 2040**. Revista de Geologia (Fortaleza), v. 25, p. 37-37, 2012.

HEGAPA C-DAC - 2012. Heterogeneous Computing – CPU/GPU HPC Cluster - Algorithms & Performance of Application Kernels. An Overview of CUDA NVIA GPUs.

MATOS, M. F. A.; AMARO, V. E.; SCUDELARI, A. C. **Análise de dados a partir de medições *in situ* no litoral setentrional do Rio Grande do Norte - Brasil**. In: VI Congresso sobre planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa, 2011, Lisboa. VI Congresso sobre planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa, p. 73-73, 2011.

MATOS, M. F. A.; AMARO, V. E.; FORTE, C. J.; SCUDELARI, A. C. **Interação entre ondas oceânicas e Fundo Marinho: Resultados na plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte**.



Revista Brasileira de Geomorfologia, v.15, n. 3, 2014.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Mudanças climáticas**. Disponível em: <http://nacoesunidas.org/>. Acessado em 14/12/2014.

PEREIRA, B. R.; AMARO, V. E.; VALENTIM da SILVA, D. R. **Radar and optical hybrid images to improve geoenvironmental mapping in Rio Grande do Norte state, Brazil**. WIT Transactions on Ecology and the Environment (Online), v. 149, p. 111-123, 2011.

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; SOUTO, M. V. S. **Metodologia geodésica para levantamento de linha de costa e modelagem digital de elevação de praias arenosas em estudo de precisão de geomorfologia e dinâmica costeira**. RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v. 63, p. 469-483, 2011.

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S.; SANTOS, A. L. S. **Mapeamento de precisão da dinâmica costeira de curta duração em áreas de alta taxa de erosão no Nordeste do Brasil**. Revista de Geologia (Fortaleza), v. 25, p. 1-12, 2012.

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S.; SANTOS, A. L. S. **Altimetria GNSS de precisão aplicada ao monitoramento da dinâmica sedimentar costeira de curta duração em escala regional**. Boletim de Ciências Geodésicas (Online), v. 19, p. 624-638, 2013.

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E. **Dinâmica sazonal de processos costeiros e estuarinos em sistema de praias arenosas e ilhas barreira no Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, p. 151-162, 2013.

SOUTO, M. V. S.; CASTRO, A. F.; GRIGIO, A. M.; AMARO, V. E. and VITAL, H.

Multitemporal analysis of geoenvironmental elements of the coastal dynamics of the region of the Ponta do Tubarão, City of Macau/RN, on the basis of remote sensing products and integration in GIS. Journal of Coastal Research, SI 39 (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium), p. 1618 - 1621. Itajaí, SC, Brazil, 2005.