

# A utilização do Laser Scanner na Simulação de uma Estrutura de Carcinicultura em Projetos aquicolas

Anna Elisa Dabrowski Pedrini <sup>1</sup>  
Everton Gesser Della Giustina <sup>2</sup>  
Prof. Dr. Carlos Loch <sup>3</sup>

UFSC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

88040-970 Florianópolis SC

<sup>1</sup> [annaelisa@agronoma.eng.br](mailto:annaelisa@agronoma.eng.br)

<sup>2</sup> [edellag@yahoo.com.br](mailto:edellag@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> [loch@ecv.ufsc.br](mailto:loch@ecv.ufsc.br)

**Resumo:** A importância da qualidade dos dados no planejamento do uso dos recursos naturais e o sucesso dos empreendimentos aquicolas tem sido cada vez mais evidenciada em trabalhos de concepção e planejamento de unidades de produção aquicola realizados no nordeste brasileiro. Mas, no entanto, produtos oriundos de sensoriamento remoto são pouco utilizados ou simplesmente desconhecem-se os benefícios que tais produtos podem trazer aos estudos que são realizados. Com o objetivo de aprimorar estes estudos com uma tecnologia que pode fornecer informações para a confecção de mapas, monitoramento de alterações de recursos naturais, bem como a modelagem de impactos provenientes de decisões de gestão ambiental, este artigo visa expor a utilização e vantagens do uso da tecnologia ALS (Airborne Laser Scanner) na simulação de uma estrutura de carcinicultura em projetos aquicolas.

**Palavras Chaves:** Produção Aquicola, Sensoriamento Remoto, ALS, Airborne Laser Scanner.

**Abstract:** The importance of data quality in planning the use of natural resources and the success of aquaculture ventures have been increasingly evident in works of design and planning of aquaculture production units conducted in northeastern Brazil. But, however, products from remote sensing are little used or are simply unaware of the benefits these products can bring to studies that are performed. Aiming to improve these studies with a technology that can provide information for making maps, monitor changes in natural resources, as well as the modeling of impacts from environmental management decisions, this paper aims to explain the use and advantages of technology ALS (Airborne Laser Scanner) to simulate a structure in shrimp aquaculture projects.

**Keywords:** Aquaculture production, Remote Sensing, ALS Airborne Laser Scanner.

## 1 Introdução

O planejamento na construção de viveiros para a carcinicultura deve satisfazer algumas condições a fim de otimizar a ocupação do terreno e minimizar custos de implantação, bem como, otimizar as condições de manejo nas futuras instalações. Para isto devem ser analisados, prioritariamente, os seguintes recursos: água, solo e relevo (POLI et al., 2004). O planejamento da atividade tem sido dificultado principalmente devido a ausência de informações precisas sobre a disponibilidade destes recursos, dentre outros (KAPETSKY et al., 1988).

A identificação e a seleção das áreas adequadas para a carcinicultura são extremamente críticas, não só para assegurar o sucesso da produção, mas, especialmente para os demais aspectos do manejo dos ecossistemas costeiros. Por isto a concepção e planejamento devem contribuir para evitar conflitos com as comunidades tradicionais e com outras atividades econômicas da área em questão.

A correta localização constitui fator chave do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. Devendo os critérios específicos formar a base para o controle e o manejo da atividade. A abordagem do planejamento territorial através de distintos propósitos, tanto para empreendimentos de carcinicultura quanto para demais atividades, deve estar em consonância com a legislação ambiental para que se possam estabelecer os usos e conflitos de ocupação e a aplicabilidade de medidas mitigadoras visando a minimização dos impactos ambientais.

Para tanto, o conhecimento geográfico através do levantamento topográfico é um conhecimento fundamental para a viabilização econômica e ambiental de um projeto num determinado local, já que este trabalho oferece uma descrição detalhada do terreno e permite assim um melhor planejamento e aproveitamento da área disponível.

Nos últimos anos, inovações no sensoriamento remoto, como o ALS (“Airborne Laser Scanning”) abriram novas possibilidades da aplicação de sensoriamento remoto para a solução de problemas de planejamento e gestão. E mesmo encontrando vários trabalhos relacionados à técnica do ALS aplicados ao mapeamento e ao gerenciamento costeiro (RANGO et al., 2000; LOHANI e MASON , 2001; HWANG et al., 2000; KRAUS e PFEIFER, 1998) , há uma inexistência de trabalhos sobre o uso do ALS aplicados diretamente no planejamento e gestão de projetos de carcinicultura marinha.

Neste sentido, o presente trabalho visa desenvolver pesquisa aplicada no estudo desta nova tecnologia visando o conhecimento das relações espaciais existentes entre os elementos do meio físico. Avaliando, assim, as potencialidades das técnicas do ALS no planejamento técnico, gestão espacial na implantação de unidade de produção em carcinicultura.

## 2 Referencial Teórico

O cultivo de camarões tem gerado uma série de debates, principalmente nos últimos anos em razão dos benefícios sociais e custos ambientais associados, criando controvérsias entre os países produtores e os importadores de camarão cultivado. A opinião pública tem sido influenciada pela alta lucratividade do setor contraposto com os impactos sociais e ambientais (BELTRAME, 2002). Entre os principais aspectos divergentes está a modificação dos ecossistemas naturais, particularmente a supressão dos manguezais para dar lugar aos viveiros de produção. Também a salinização de águas subterrâneas, uso de terras agricultáveis, uso da farinha de peixe na fabricação de alimentos, poluição das águas costeiras, possíveis alterações da biodiversidade pela captura de pós-larvas da natureza e conflitos com comunidades locais, constituem pontos de divergência (PRESTON et al., 2002).

Com a crescente intensidade e expansão das operações de carcinicultura evidenciada nos últimos anos, técnicas apropriadas de desenho e de construção devem ser utilizadas ao implantar novas fazendas de camarão. Para isto deve-se seguir as seguintes orientações:

- *Incorporar áreas de amortecimento, técnicas e práticas da engenharia que minimizam a erosão e a salinização de áreas circunvizinhas durante a construção e a operação da fazenda.*
- *Minimizar o distúrbio de solos ácido-sulfatados durante a construção e a operação.*
- *Conservar a biodiversidade e incentivar o restabelecimento de habitats naturais no projeto da fazenda.*
- *Minimizar a criação de áreas degradadas tais como pilhas de solo não utilizadas e poços.*
- *Projetar diques, canais e infra-estrutura de forma que não afete adversamente a hidrologia.*

Os MDTs podem ser construídos de várias maneiras, porém comumente são inteiramente baseados em informações retiradas a partir de curvas de nível e pontos cotados oriundos de cartas topográficas digitais.

Dependendo da escala da carta, essas informações são insuficientes para representar adequadamente o relevo em ambiente virtual com uma qualidade mínima, tornando o MDT inconsistente para determinadas aplicações, como é demonstrado neste trabalho.

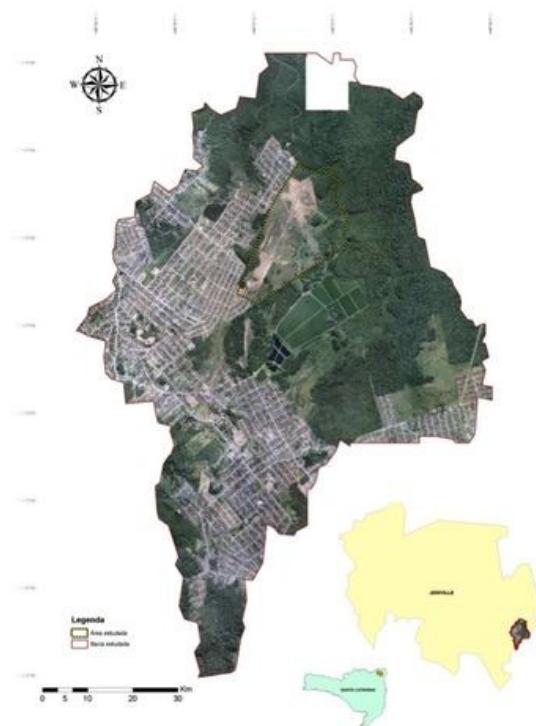
Em trabalhos realizados no nordeste brasileiro, na concepção e planejamento de unidades de produção aquícolas, ficou evidenciada a importância da qualidade dos dados para o planejamento do uso dos recursos naturais e, também, o sucesso dos empreendimentos. Mas, no entanto, produtos oriundos do sensoriamento remoto eram pouco utilizados ou simplesmente eram desconhecidos os benefícios que tais produtos poderiam trazer aos estudos que eram realizados.

Com objetivo e anexar a estes estudos uma tecnologia que pode fornecer informações para confecção de mapas, monitoramento de alterações de recursos naturais, bem como a modelagem de impactos provenientes de decisões de gestão ambiental, optou-se pelo estudo da tecnologia ALS neste trabalho.

### 3 Caracterização da área de estudo

Os dados usados neste trabalho foram cedidos pela prefeitura municipal de Joinville, dados originados do levantamento realizado pela empresa Aeroimagem S/A, com sede em Curitiba-PR. A área do estudo está situada as margens da Baía da Babitonga, uma das maiores formações de águas mixohalinas do litoral sul Brasileiro e a região de maior concentração de manguezais do Estado se de Santa Catarina. Este complexo é formado, além do corpo principal, pelo Canal do Palmital e pelo Canal do Linguado e nas zonas marinhas e fluvio-marinhas de maior energia predominam sedimentos das fácies areia, areia siltica e silte arenoso (OLIVEIRA, 2000).

A Baía da Babitonga está situada ao norte do litoral catarinense, entre as coordenadas geográficas de 26°02' - 26°28' S e 48°28' - 48°50' W. com uma superfície de 130 Km<sup>2</sup> e profundidade média de 6m. Confronta-se com os Municípios de Joinville, Araquari, São Francisco do Sul, Barra do Sul, Itapoá e Garuva (IBAMA, 1998). A área estudada com 92,4 ha encontra-se inserida no perímetro urbano de Joinville, cercada de mangue e banhada pelo rio velho que é contribuinte da Baía da Babitonta. Estas características são importantes para o objetivo do estudo, pois está em uma área de conflitos e suscetível a restrições legais de uso.



**Figura 1** – Localização da bacia hidrográfica: Em destaque área de estudo

## 4 Metodología

A ênfase no uso da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita. Ou seja, é incorporar espaço a análise que se quer fazer. Para a realização da análise espacial e geração dos mapas temáticos foi utilizado o ArcGIS 9.2.

Os levantamentos do uso atual da terra foram baseados em características geográficas que puderam ser identificadas no mosaico da cobertura aerofotogramétrica aérea. Nesta etapa realizou-se uma fotointerpretação preliminar no mosaico de ortofotos. Inicialmente importou-se o mosaico de ortofotos para o programa ArcGIS, analisando-o com o auxílio das ferramentas de zoom do programa. Com auxílio do da ferramenta Editar do programa delimitou-se as áreas com distintos aspectos de uso da terra. As classes foram divididas nos seguintes temas: área urbana, pastagem; solo exposto, vegetação de mangue, vegetação arbórea.

Para gerar os MDTs de alta resolução optou-se por utilizar estrutura TIN (Triangular Irregular Network). Nesta estrutura os segmentos são sempre definidos como bordas de triângulos que compõe o TIN (SCHAFFER e LOCH , 2005). Neste modelo composto por grades triangulares, os pontos cotados formam os vértices dos triângulos e estes formam a malha na forma vetorial. Os arquivos foram criados utilizando a ferramenta '3D Analyst' do ArcGIS 9.2

## 5 Resultados e discussão

## 5.1 Potencialidades das técnicas do laser scanner

O uso dos dados provenientes do ALS para medir características de superfície e propriedades da paisagem tem aumentando fortemente. Notou-se neste trabalho que esta tecnologia torna-se uma importante fonte de dados para aplicações de planejamento e gestão ambiental nas zonas costeiras, quando da sua avaliação no planejamento e concepção de projetos de carcinicultura marinha , como apresentado a seguir:

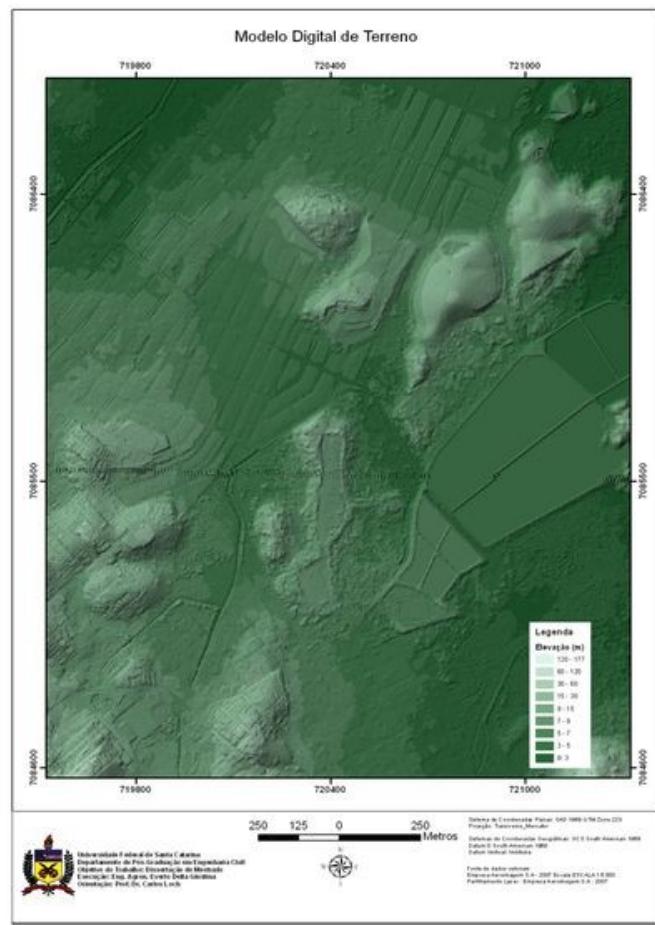
## 5.2 GERAÇÃO DE MODELO DIGITAL DO TERRENO (MDT)

**Figura 2** – Modelo digital de terreno (MDT) oriundo dos dados laser scanner

O MDT aqui obtido pela nuvem de pontos da varredura laser constitui-se uma importante fonte de dados usados para análise geográfica (figura 2). As análises podem ser qualitativas ou quantitativas e são importantes para fins de simulações e tomadas de decisões no contexto de desenvolvimento de aplicações de geoprocessamento.

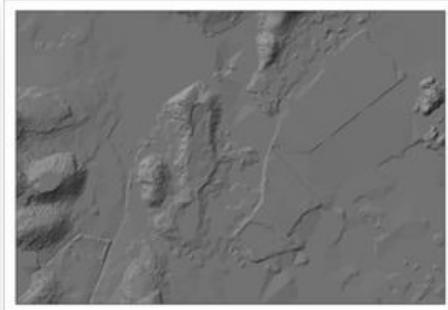
No caso presente o MDT foi obtido pelos dados laser scanner. Mas podem ser construídos de várias maneiras: como informações retiradas a partir de curvas de nível e pontos cotados oriundos de cartas topográficas digitais. Vale ressaltar que dependendo da escala da carta, essas informações são insuficientes para representar adequadamente o relevo em ambiente virtual com uma qualidade mínima, tornando o MDT inconsistente para determinadas aplicações, como observados por Simoni (2005).

Com o intuito de comparar os MDTs, gerados

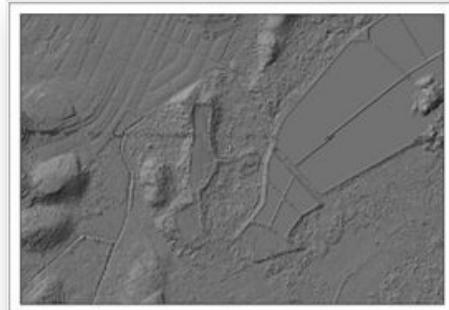


através da estrutura TIN, que descrevesse de forma mais aproximada possível a superfície real da área de estudo, foram gerados dois MDTs para posterior comparação visual e avaliação: (1) a partir das curvas de nível da restituição aerofotogramétrica, (2) a partir dos pontos laser scanner.

O modelo da figura 3, onde um MDT foi gerado a partir de curvas de nível com equidistância de 1 m, obtidas da base cartográfica, deixou a desejar com relação à representação, quando comparado com a figura 4.



**Figura 3-** MDT gerado a partir das curvas de nível da restituição aerofotogramétrica escala 1:5.000



**Figura 4 -** MDT gerado a partir dos pontos laser scanner

A figura 4 ilustra o MDT de parte da área de estudo obtido a partir de pontos derivados do laser scanner. Uma das principais características deste MDT é a boa representação devido à alta densidade de pontos do laser scanner.

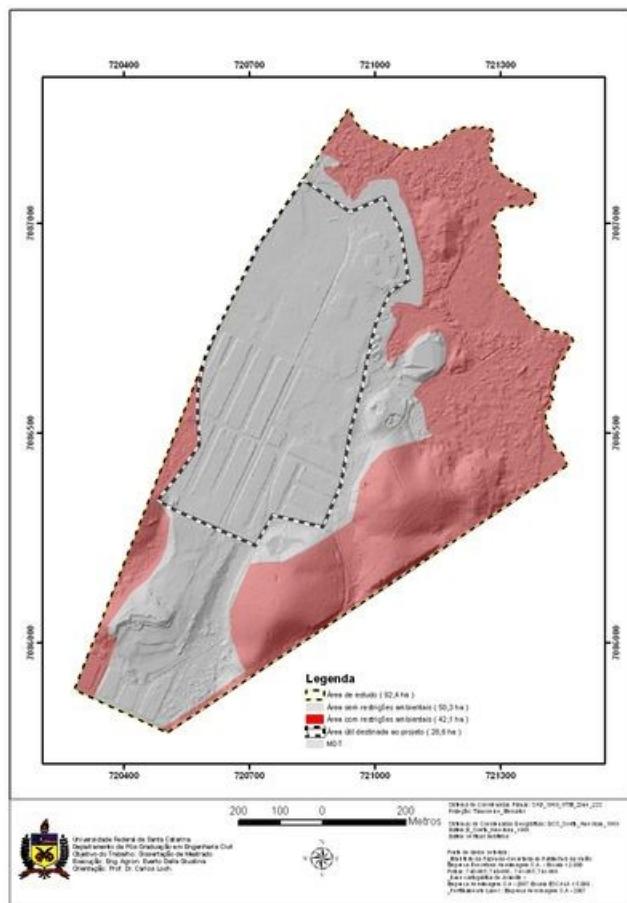
O resultado da modelagem topográfica com os pontos derivados do laser scanner com alta densidade de pontos, é de particular importância, pois forma a base para o projeto de engenharia e modelagem do mesmo. Podendo assim ser usado determinação de volumes de corte e aterro. É possível, também, combinar o projeto e o modelo do terreno para criar uma visualização do impacto de projetos de engenharia no ambiente em que serão inseridos.

### 5.3 Delimitação da área destinada ao projeto geométrico

A delimitação da área destinada ao projeto geométrico buscou o uso eficiente dos recursos terrestres e aquáticos e de forma que conservem a biodiversidade, os habitats ecologicamente sensíveis e as funções do ecossistema, reconhecendo os demais usos da terra. Os critérios de seleção da área com características próprias para implantação de fazendas de cultivo de camarões foi definidos com base no levantamento bibliográfico, no conhecimento dos requerimentos da implantação de projetos de cultivo de camarões marinhos e no conjunto de características físicas do ambiente até aqui estudos.

As características até aqui levadas em consideração constituíram planos temáticos de informação (PTI) da área de abrangência, armazenados em uma geodatabase, que posteriormente foram relacionadas através do uso do *modelbuilder* do ArcGIS 9.2.

O PTI constituído pela topografia foi formado pelas áreas com altimetria inferior a 8,5 metros e áreas supra marés (cotas altimétricas maiores ou com pouca influência da maré).



**Figura 5 – Mapa da área destinado ao projeto geométrico da fazenda**

O uso do sistema de informações geográficas, ambientado no ArcGIS 9.2, representou uma ferramenta bastante útil, que agilizou todo o processo de manipulação de informações, quando o objetivo foi de delimitar as áreas com restrições legais e a área destinada ao projeto geométrico. Permitiu realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Já a utilização do *modelbuilder* – ArcGIS demonstrou-se eficiente na análise aqui realizadas, pois a ferramenta simplificou o processo do mapeamento e o modelo pode ser utilizado em qualquer outra área na especialização dos PTI, sendo necessário, somente, fornecer os novos dados de entrada e os parâmetros que se pretende analisar.

Após a realização das análises espaciais dos PTI obteve-se como resultado uma área de 28,6 ha propícia ao projeto geométrico de carcinicultura conforme os critérios até aqui adotados. As áreas com restrições ambientais somaram 42,1 ha, as quais são destinadas a preservação e a título de reserva legal.

#### **5.4 Adição do projeto geométrico de fazenda de camarão e geração de MDT com a unidade projetada**

##### **VISUALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL**

Estudos comprovam que a tecnologia SIG em 2D é freqüentemente utilizada para adquirir um conhecimento rigoroso do território, ao passo que a visualização 3D se revela importante para a compreensão visual do mesmo. Os dados laser scanner, quando integrados a um sistema de informações geográficas, possibilitaram a vantagem da visualização 3D, mantendo a possibilidade de gerar a

informação gráfica e alfanumérica em 2D, ou seja, operações de análise espacial.

Os dados de entrada para a visualização 3D da área de estudo faziam parte do Modelo Digital do Terreno (MDT) obtidos dos dados laser scanner, que definiu a forma geométrica da superfície da terra na área de estudo.

A visualização do MDT como superfícies em três dimensões tanto da bacia hidrográfica quanto da área de estudo (Figura 25) teve a finalidade de obter uma percepção geral da estrutura da área de estudo. Pode-se assim demonstrar relações espaciais, além de oferecer a possibilidade de ilustrar grande quantidade de informações para o planejamento de projetos aquícolas.

Geralmente a obtenção de um MDT é trabalhosa e consome muito tempo. Esse problema tende a ser minimizado pelos modernos sistemas digitais já existentes. Neste caso, aqui estudado, a tecnologia laser scanner mostrou-se eficiente na obtenção do MDT, fornecendo a possibilidade de gerar mapas tridimensionais atualizados para os estudos ambientais, otimizando os projetos aquícolas.

A partir dos modelos criados notou-se o potencial que pode ser extraído. Pode-se calcular diretamente volumes, áreas, desenhar perfis e secções transversais, gerar imagens sombreadas ou em níveis de cinza, gerar mapas de aspectos, gerar fatiamentos nos intervalos desejados e perspectivas tridimensionais.

**Figura 6** - Visualização do MDT como superfícies em três dimensões da bacia hidrográfica



**Figura 7** - Visualização do MDT como superfícies em três dimensões da área de estudo



Nesta etapa do estudo, vale ressaltar, problemas enfrentados devido à alta exigência do poder computacional para se trabalhar com os produtos laser scanner, e os MDTs gerados por estes. Pois apresentam arquivos com grande quantidade de pontos. A visualização em 3D e a projeção de uma imagem digital sobre um MDT requerem uma placa de vídeo com uma boa capacidade de memória. Neste caso, recomenda-se trabalhar com computadores que possuam adaptador de vídeo com memória dedicada (acelerador gráfico). Com isto pode-se gerar imagens e efeitos visuais tridimensionais aliviando o trabalho do processador principal e gerando um resultado final melhor e mais rápido.

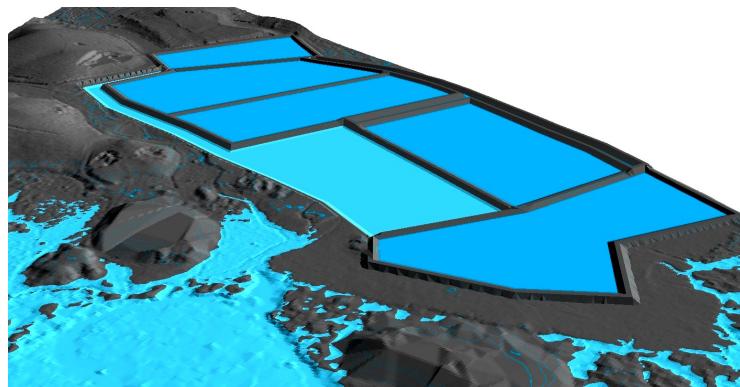


**Figura 8** - Projeção de uma imagem digital sobre um MDT

### VISUALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL COM SIMULAÇÃO DO PROJETO GEOMÉTRICO

A utilização do MDT com a simulação do empreendimento feita através da adição do projeto geométrico da fazenda de camarão na área de estudo e a sua visualização em 3D (figura 28) constituiu-se em excelente base estudos do efeito do projeto geométrico no ambiente em que ele será inserido. Proporciona, por exemplo, uma visualização dos locais onde devem ser realizados cortes e aterros.

**Figura 9** - Visualização 3D de parte do MDT da bacia hidrográfica com adição do projeto geométrico.



### 6 Considerações finais

A delimitação da área destinada ao projeto geométrico buscou o uso eficiente dos recursos terrestres e aquáticos e de forma a conservar a biodiversidade, os habitats ecologicamente sensíveis e as funções do ecossistema, reconhecendo os demais usos da terra. Neste sentido buscou-se o como apoio a tomada de decisão os mapas temáticos confeccionados.

A visualização do MDT com superfície em três dimensões tanto da bacia hidrográfica quanto da área de estudo (figura 7) teve a finalidade de uma melhor percepção geral da estrutura da área de estudo, já que assim podemos visualizar as relações espaciais, além de oferecer a possibilidade de ilustrar grande quantidade de informações para o planejamento de projetos rodoviários.

Os dados de entrada para a visualização 3D da área de estudo faziam parte do Modelo Digital do Terreno (MDT), que definiu a forma geométrica da superfície da terra na área de estudo.

A utilização do MDT com a simulação do empreendimento feita através da adição do projeto geométrico da fazenda de camarão na área de estudo e a sua visualização em 3D constituiu-se em excelente base estudos do efeito do projeto geométrico no ambiente em que ele será inserido, pois proporciona uma

visualização clara dos locais onde devem ser realizados cortes e aterros. Estudos de simulação e enchentes também servem como elemento de representação para consultas públicas quando da avaliação do empreendimento pelo público em geral.

A utilização do MDT com a simulação do empreendimento permite, além disso, a extração e análise de uma nova rede de drenagem da bacia.

A tecnologia ALS encontra-se adequada para a cobertura de faixas estreitas do terreno, não possui restrições em coberturas de áreas de vegetação densa bem como em áreas costeiras podendo ser integrado aos dados obtidos por outras técnicas. Outra vantagem apontada ao ALS é a rapidez com que os dados são coletados e processados.

Estudos realizados por Rivas e Silva Brito (2003) na comparação feita entre os dados obtidos com o sensor laser e dados coletados no terreno com apoio do sistema GPS, evidenciam o alto nível de confiabilidade e precisão alcançado pelo sistema de varredura laser.

Embora a tecnologia ALS seja concorrente em certa medida com fotogrametria, podendo substituí-la em certos casos, as duas tecnologias são bastante complementares e sua integração pode levar a produtos mais precisos e completos, e abrir novas áreas de aplicação (BALTSAVIAS, 1999a).

Assim como ilustra Beltrame (2003), os dados do levantamento de campo e aqueles adquiridos através de Sensoriamento Remoto, após integração e análise por meio de técnicas de Geoprocessamento, constituíram uma base adequada e eficiente para a seleção de áreas a serem destinadas ao desenvolvimento da carcinicultura.

Concluímos então que a geração de um mapa temático de declividade por pontos obtidos pelo levantamento laser scanner atende às necessidades de análise física da área de estudo, mostrando-se de extrema valia na concepção de projetos aquicolas, quando da área da carcinicultura, no dimensionamento de estruturas.

## 7 Referências

- BALTSAVIAS, E. P. **A comparison between photogrammetry and laser scanning.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Zürich, v. 54, n. 2-3, p. 83-94, 15 jul. 1999a.
- BELTRAME, E. **Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias.** Florianópolis. Programa de Pós-graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.2003, 200p (Tese de doutorado)
- BELTRAME, E.; BONETTI FILHO, J.; BONETTI, C. 2002a. **Pré-seleção de sítios adequados a carcinicultura na região de Laguna - SC com base na análise integrada das características hidrológicas locais.** Resumo. In.: Anais Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Cd-rom. São Paulo, 26 a 30 de agosto de 2002. USP/IO.
- FILHO, J. C. 2002. **O camarão ecologicamente correto de Santa Catarina ou O jeito catarinense de criar camarão.** Panorama da aquicultura. v.12, n. 74. p.36-41.
- GESAMP (IMO/FAO/Unesco-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP.1991. **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), Reducing Environmental Impacts of Coastal Aquaculture.** Rep. Stud. Gesamp, (47):35 p.
- HWANG, P.A., KRABILL, W.B., WRIGHT, W., SWIFT, R.N., WALSH, E.J., 2000. **Airborne scanning measurement of ocean waves.** Rem.Sens. Environ. 73 (2), 236– 246.
- IBAMA. 1998. **Proteção e Controle de Ecossistemas Costeiros: Manguezal da Baía da Babitonga.** Brasília, Coleção Meio Ambiente IBAMA Série Estudos Pesca, 25, p. 49-58.
- KAPETSKY, J.M.; McGREGOR, L. & NANNE, E.H 1987 . **A geographical Information system and satellite remote sensing to plan for aquaculture development,:a FAO-UNEP/GRID cooperative study in Costa Rica.** FAO Fisheries Technical Paper, n . 287 51p.
- KRAUS K , PFEIFER N.;**Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data .** ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 53 (1998) 193–203
- LOHANI B., MASON D.C. **Application of airborne scanning laser altimetry to the study of tidal channel geomorphology.** ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 56 (2001) 100– 120
- OLIVEIRA, M. S. C. 2000. **Heranças da Babitonga: Aspectos paleoambientais e préhistóricos das planícies costeiras de Joinville.** In: Anais do Seminário: Gestão dos recursos naturais em ecossistemas costeiros, com ênfase à Baía da Babitonga, SC, Joinville: FUNDEMA e UNIVILLE.
- POLI, C. R.; B. POLI. A.T.; ANDREATTA E.: BELTRAME E. **Aquicultura – Experiências Brasileiras. Multitarefas, Florianópolis 2004.** 406 pg

PRESTON, N.P.; ROTHLSBER, P.C.; BURFOARD, M.A.; JACKSON, C.J. 2002. **“The Environment of Shrimp Farming in Australia”**. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by Consortium. 9 p.

RIVAS, R. A. N.; SILVA BRITO, J. L. N. **A Tecnologia “Laser Scanning”: uma alternativa para o mapeamento topográfico**. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 2003, Belo Horizonte. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2003. Disponível em: [http://www.cartografia.org.br/xxi\\_cbc/227-SR25.pdf](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/227-SR25.pdf) Acesso em: 15 jun 2010.

Ros, G. A. **Visualização 3D de uma imagem digital**. Presidente Prudente ,SP, 81p, 2001.Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, UNESP, Campus de Presidente Prudente-SP.

SCHAFER A. G.; LOCH R. E. N, - **Aplicação dos dados do sensor Laserscanner para modelagem do terreno visando projetos rodoviários**. Anais, XII Simpósio

SIMONI, F. **Mapa temático aplicado à análise ambiental de bacia hidrográfica**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2005. 113 f .Dissertação (Mestrado).