

## A Tecnologia LIDAR no Mercado Brasileiro

Eng. Civil Alexandro G. Schäfer, M. Eng. <sup>1</sup>  
Dra. Ruth E. N. Loch <sup>2</sup>

<sup>1</sup> UFSC - Depto. de Engenharia de Produção  
CEP 88040-900 Florianópolis SC  
a.schafer@ig.com.br

<sup>2</sup> UFSC - Depto. de Engenharia Civil  
CEP 88040-900 Florianópolis SC  
renloch@cfh.ufsc.br

**Resumo:** O uso de lasers como instrumento de sensoriamento remoto tem uma história de mais de 30 anos. A partir de 1995 o desenvolvimento comercial da tecnologia Light Detection and Ranging (LIDAR) cresceu rapidamente e se estabeleceu como uma técnica importante para a aquisição de dados de Modelo Digital do Terreno (MDT) e Modelo Digital de Elevação (MDE). No Brasil, o primeiro mapeamento utilizando o LIDAR foi realizado em 2001 por uma empresa de aerolevantamentos. Em 2002, um instituto de pesquisa e uma empresa especializada em cartografia também adquiriram o sensor, que é utilizado em levantamentos e pesquisas. Este trabalho traz um histórico da utilização da tecnologia LIDAR no Brasil, sua aplicação, resultados alcançados e expectativas quanto ao desenvolvimento da tecnologia em nível nacional. As informações foram obtidas mediante entrevista com os principais profissionais brasileiros que estão trabalhando diretamente com aplicações LIDAR e com aqueles que estão desenvolvendo pesquisas na área.

**Palavras chaves:** sensoriamento remoto, LIDAR, desenvolvimento

**Abstract:** The use of laser, as a remote sensory instrument, has been in a developing stage for over 30 years. Starting in 1995, the commercial development of Light Detection and Ranging technology (LIDAR) grew fast and became an important technique for obtaining data of digital model of land, as well as digital model of surfaces. In Brazil, the first use of mapping with LIDAR, was performed in 2001 by an aerosurvey company. In 2002, a research institute and a specialized company in cartography also acquired the sensor, which is being used in surveys and research in Brazil. This work has the objective of reporting use of LIDAR technology in Brazil, to show its application, results and expectations obtained, as related to the development of the technology at national level. The information was obtained by interviews with main Brazilian professionals who are working directly with LIDAR applications LIDAR and with those who are developing research in this area.

**Keywords:** LIDAR, Development, Remote Sensing

### 1. INTRODUÇÃO

Existe no Brasil mais de uma dezena de empresas que realizam aerolevantamentos para a produção de mapas em escala grande. Elas estão concentradas na parte mais desenvolvida do país, isto é, no sul e sudeste. Há pelo menos dez anos essas empresas utilizam a fotogrametria digital no processo de mapeamento. Portanto, à despeito de muitos pesquisadores considerarem a América do Sul, e mesmo o Brasil atrasados tecnologicamente na produção de mapas, isto não é verdade.

O certo é que temos uma defasagem muito grande na atualização do mapeamento sistemático nacional, que é de responsabilidade do governo federal. Também temos quase nada das nossas cidades mapeadas em escala compatível para o planejamento urbano. E isso é reflexo de duas vertentes: (a) falta de uma política de investimento na cartografia nacional e (b) poucos recursos destinados a esse fim.

Entretanto, o desenvolvimento do país trouxe novas necessidades e elas estão atreladas ao conhecimento físico do território, da propriedade, e das questões sócio-ambientais. E isso tudo precisa estar fisicamente determinado e espacializado, o que faz a necessidade de ter mapas. Então, temos um país continental para mapear, temos tecnologia compatível, mas temos poucos recursos econômicos, o que justifica a preocupação com a relação custo/benefício nos investimentos em novas tecnologias como a do Laser

Scanner.

Mello (2002), levantando a situação do mercado brasileiro para os sensores imageadores suborbitais conclui que o alto custo das novas tecnologias só é assimilado no mercado quando as vantagens e aplicações são compensatórias. E isso é uma realidade não só no Brasil, mas para qualquer empresa em qualquer lugar do mundo. Provavelmente, a recente aquisição do sensor Laser Scanner por três empresas brasileiras deve ter sido resultado desse conhecimento.

O primeiro sensor foi adquirido no ano de 2001 por uma empresa de aerolevantamentos. Em 2002 foram adquiridos mais dois sensores, um por uma empresa especializada em cartografia e outro pelo instituto de tecnologia para o desenvolvimento (LACTEC), ligado à UFPR (Universidade Federal do Paraná) e a COPEL (Companhia Paranaense de Energia).

Várias pesquisas vêm sendo realizadas com os produtos LIDAR tanto pelas próprias empresas detentoras, quanto por pesquisadores em universidades brasileiras. É justamente a situação atual das aplicações do LIDAR no Brasil que esse artigo tratará a seguir.

## 2. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS LIDAR UTILIZADOS NO BRASIL

Altimetria por LASER, mais comumente referida no setor comercial como mapeamento LIDAR (Light Detection and Ranging), está se tornando uma ferramenta operacional comum nos campos do sensoriamento remoto, fotogrametria e mapeamento. A tecnologia LIDAR é capaz de gerar rapidamente denso e acurado modelo digital da topografia e estrutura vertical de uma superfície. Para muitas aplicações que necessitam de alta acurácia nos modelos de elevação, a tecnologia LIDAR oferece capacidades técnicas únicas, reduz custos de operações de campo, e reduz o tempo e esforço de pós-processamento se comparado aos métodos de levantamento tradicionais (FLOOD, 2001).

O quadro 1 apresenta o instituto e as empresas brasileiros que possuem o sistema LIDAR, o modelo, o fabricante do sistema e ano de aquisição.

**Quadro 1:** sensores Laser Scanner utilizados no país.

Empresa/Instituição	ESTEIO S.A.	GEOID Ltda	LACTEC
Modelo do sistema ALS	ALTM 2025	ALTM 1225	ALTM 2050
Fabricante	Optech Inc.	Optech Inc.	Optech Inc.
Taxa de repetição do laser	25 kHz	25kHz	50 kHz
Ano de aquisição	2001	2002	2002

## 3. LEVANTAMENTOS REALIZADOS NO BRASIL UTILIZANDO A TECNOLOGIA LIDAR

Os primeiros levantamentos utilizando a tecnologia LIDAR no Brasil foram realizados em faixas de servidão de dutos da Companhia Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRÁS) espalhados pelo país. A finalidade era o mapeamento altimétrico desta faixa com objetivo de derivar um Modelo Digital do Terreno (MDT) para retificação de ortofotos. O levantamento foi executado ao longo da faixa de servidão. Nesta etapa, foram percorridos cerca de 3.000 km lineares com uma faixa média de 700 m, o que equivale a 2.100 km<sup>2</sup> de dados LIDAR.

Já foram realizados levantamentos LIDAR: para a área de engenharia rodoviária, levantamentos em faixa para linhas de transmissão de energia elétrica e faixas de servidão de oleodutos, em áreas urbanas, em áreas de mineração, de áreas de interesse para potencial hidráulico e de recursos hídricos, em reflorestamento e mata nativa para estimativa de biomassa e classificação da vegetação.

A tabela 1 mostra as quantidades levantadas por duas empresas, mostrando que 8.600 km<sup>2</sup> foram imageados em diversos locais e para diversas finalidades.

Os mapeamentos de recursos hídricos visaram inventários de hidrelétricas e determinação de cota de enchente. Nas aplicações para reflorestamentos e mata nativa, foi utilizado para auxiliar na estimativa de biomassa e na classificação da vegetação (utilizando a altura com relação à superfície terrestre). Em engenharia rodoviária, os mapeamentos foram realizados no anteprojeto do projeto final de rodovias. Estudos estão em andamento visando o emprego da tecnologia na fase final de projeto rodoviário. Os mapas urbanos e rurais vem sendo gerados, em alguns casos, utilizando-se somente produtos derivados do sensor Laser Scanner, em outros são resultado de fusão dos dados Laser Scanner e de produtos da

Fotogrametria digital, como as ortofotos.

**Tabela 1: área mapeada utilizando-se o sensor Laser Scanner no Brasil**

TIPO DE LEVANTAMENTO	ÁREA LEVANTADA (Km <sup>2</sup> ) <sup>(1)(2)</sup>	(%)
Levantamento em faixa (linhas de transmissão, faixas de servidão de dutos)	3225	37,5
Derivação de altimetria (MDT para retificação de ortofotos, geração de curvas de nível)	2150	25,0
Recursos Hídricos	1800	21,0
Engenharia Rodoviária	975	11,23
Mapeamento urbano e rural	400	4,7
Reflorestamento	50	0,57
TOTAL	8600	100

#### 4. PRODUTOS DESENVOLVIDOS PELAS EMPRESAS UTILIZANDO AS INFORMAÇÕES PROVENIENTES DO SENSOR LASER SCANNER

A partir da nuvem de pontos Laser Scanner são criadas: Curvas de Nível, Mapas hipsométricos, Modelos Digitais de Terreno e de Elevação, composições com cores hipsométricas e imagens de intensidade.

Desenvolvimento de aplicativos (nos últimos dois anos) pelos detentores de equipamentos LIDAR no país: para estimativa de biomassa em áreas de reflorestamento; mapeamento 3D de linhas de transmissão. programas exclusivamente para trabalhar com a tecnologia, como é o caso de um software para tratar as informações provenientes do sistema LIDAR visando a busca automática de quedas em corpos d'água.

Fusão de dados Laser Scanner e outros: Alguns clientes necessitam somente a altimetria de uma região, então os dados Laser Scanner são o produto final (exemplo das Cias. de Mineração e de projetos de Engenharia). Por outro lado, existe a dificuldade de extrair informações sobre um objeto em particular somente com os dados Laser Scanner (ACKERMANN, 1999). Os produtos complementares são exigências ou necessidades do cliente. Se o propósito é obter ortofotos, planimetrétrico, etc., o Laser Scanner é uma ferramenta que complementa o processo, atuando em uma das fases (aquisição de MNT). Já existem no país áreas em que se produziu mapas utilizando apenas os produtos do sensor Laser Scanner, sem a necessidade de outros produtos complementares (utilizou-se curvas de nível derivadas dos pontos laser e imagens provenientes da composição de hipsometria e imagem de intensidade Laser Scanner).

#### 5. PESQUISAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Desde o surgimento da tecnologia LIDAR no país, várias pesquisas vem sendo desenvolvidas tanto por empresas detentoras da tecnologia quanto por pesquisadores em universidades. Assim, começam a surgir publicações em nível nacional e internacional dos resultados alcançados por estas pesquisas.

Antes de existir a tecnologia LIDAR no país, já existiam pesquisadores em convênio com universidades alemãs, desenvolvendo trabalhos envolvendo produtos Laser Scanner e que trouxeram a técnica para o país. Desde então, pesquisadores desenvolvem no país trabalhos e produtos utilizando a tecnologia. As primeiras pesquisas em universidade foram realizadas tendo como áreas de estudo ambientes urbanos de cidades européias. Envolviam principalmente classificação de imagens espectrais e espaciais do sensor Laser Scanner, detecção e identificação de construções e vegetação.

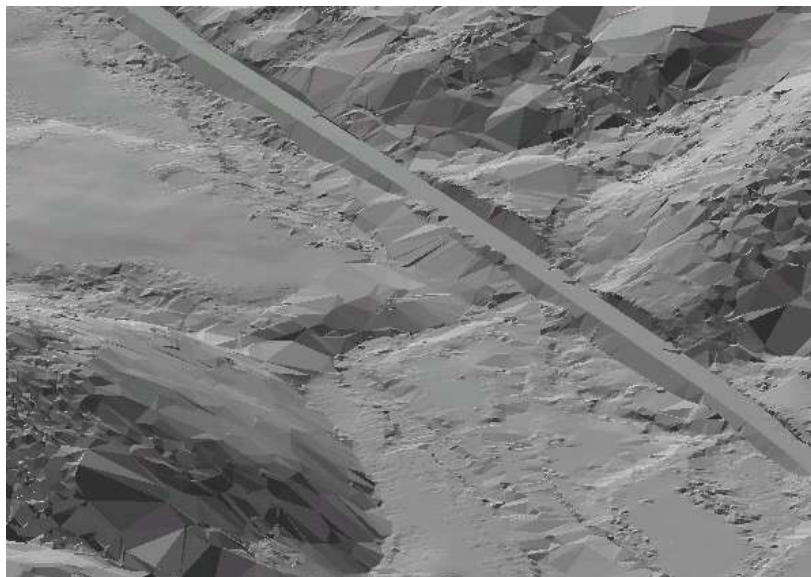
Atualmente existem no país dissertações e teses em andamento tendo como objeto de estudo o sistema LIDAR, seus produtos e aplicações, e algumas já concluídas, como o estudo da aplicação dos produtos do sensor Laser Scanner e fotogramétricos em projetos rodoviários (SCHÄFER, 2004).

Uma linha de pesquisa é relacionada ao tratamento de produtos derivados do LIDAR como filtragem, classificação e geração de modelos do terreno. Questões como a segurança operacional do sensor Laser Scanner também foram objetos de estudo (BRANDALIZE, 2002).

Uma tese de doutorado em desenvolvimento na universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) envolve a comparação de resultados obtidos com o sistema LIDAR com outros tipos de produtos disponíveis,

examinando se os resultados atendem aos padrões cartográficos existentes no país.

Outra linha de pesquisa tem como objetivo principal o estudo da utilização de produtos derivados do LIDAR para as mais diversas aplicações. Entre as utilizações em estudo, pode-se citar projetos rodoviários (figuras 1) (SCHÄFER, 2004), estudo de relevo em áreas de usinas hidrelétricas, caracterização e monitoramento de recursos naturais (GROSZEWICZ, 2003), problemas de escoamento, distribuição de energia (MÜLLER, 2002), linhas de transmissão (BAUNGARTEN, 2003) e estudos em áreas urbanas (CALMON, 2003; GROSZEWICZ, 2003). Já existem dissertações de mestrado concluídas nesta linha de pesquisa.



**Figura 1:** Aplicação de produtos derivados do sensor Laser Scanner em projetos rodoviários (simulação da rodovia a ser construída em um MDT). (SCHÄFER, 2004)

## 6. PROBLEMAS ENFRENTADOS PELOS DETENTORES DO SISTEMA LIDAR

O maior problema citado pelos detentores do sistema é o alto custo de manutenção do equipamento em função de tratar-se de tecnologia de última geração. Outro problema é a compreensão dos usos e limitações da tecnologia por parte dos clientes que são influenciados por conceitos emitidos por pessoas que desconhecem um equipamento Laser Scanner e suas limitações e potencialidades.

Outra dificuldade é a necessidade de equipe altamente especializada e treinada para trabalhar tanto na aquisição dos dados LIDAR (planejamento e execução de voo, processamento dos dados), tratamento (filtragem, classificação), confecção de produtos (MDT/MDE, mapas hipsométricos, etc) e aplicação destes produtos para as mais diversas finalidades.

Deve-se ressaltar que é um trabalho para engenheiros especializados, caso contrário corre-se o risco de produzir dados incoerentes com a realidade. Além disso, para se obter melhores resultados, há a necessidade de correta interpretação dos objetivos do projeto a ser executado tanto na fase de aquisição de dados como na fase de processamento.

## 7. DIFICULDADES EM TERMOS DE MERCADO

Os detentores da tecnologia LIDAR no Brasil concordam que o mercado de cartografia no país já é difícil por si só. A tecnologia LIDAR é, atualmente, ainda uma novidade para muitos contratantes de serviços de mapeamento no Brasil. Na comunidade cartográfica o Laser Scanner pode ser considerado uma nova tecnologia para a produção de mapas experimentada em testes e aprovada.

Além disso, este mercado está contaminado por idéias conservadoras que tendem a refutar novas tecnologias sem ao menos tentar conhecê-las. É difícil para um cliente (geralmente de um organismo estatal) entender o produto derivado do levantamento por Laser Scanner. A questão da qualidade

altimétrica é exemplo disso; muitos não conseguem dissociar-se das curvas de nível obtidas pela fotogrametria, cuja qualidade sofre influência da subjetividade do operador e escala do mapeamento. A explicação desse novo produto torna-se uma tarefa tão árdua quanto o próprio levantamento. Outro fato importante é a questão dos custos de um levantamento por Laser Scanner, que ainda são altos para um mercado restrito com o brasileiro. Os custos são semelhantes a um levantamento aerofotogramétrico. Conforme relatado, diversos testes e aplicações foram desenvolvidos, mas a aceitação da tecnologia parece ainda persistir por outros problemas como:

- desinformação – falsa idéia dos produtos a serem gerados;
- dificuldades tanto dos detentores da tecnologia quanto dos usuários em “utilizarem os dados LIDAR”, pois são todos manipulados em meio digital, e são novos produtos;
- a falta de cultura cartográfica dos técnicos (engenheiros, arquitetos e planejadores) das instituições que contratam serviços de mapeamento. Essa parece ser a maior dificuldade e não só com os novos sensores, mas principalmente em como lidar com mapas e outros produtos para obter informações espaciais.

## 8. EXPECTATIVAS QUANTO AO FUTURO DA TECNOLOGIA LIDAR NO PAÍS.

Os levantamentos e pesquisas já realizados e em andamento estão ampliando as possibilidades de aplicação da tecnologia LIDAR no país. A aprovação da lei nº 10.257 (estatuto da cidade) em 2001, tornou obrigatório a implantação de plano diretor para as cidades brasileiras com mais de 20.000 habitantes, fazendo ainda mais urgente a necessidade da realização de mapeamentos nessas cidades. Embora a demanda por mapeamento seja elevada, os recursos financeiros para realizá-los são limitados. O sensor Laser Scanner pode ser uma alternativa para mapear as cidades visando a execução do plano diretor.

A aplicação de SIGs para planejamento urbano, fins ambientais e florestais, setores de energia elétrica, etc. constitui-se em vasto campo para aplicação da tecnologia LIDAR no Brasil. Ainda mais levando-se em conta que os dados são utilizáveis em ambiente digital, uma nova forma de utilizar dados espaciais e produtos de sensores remotos.

Espera-se que nos próximos anos novos levantamentos e pesquisas tragam benefícios para os seguintes setores:

Ambiental: Monitoramento de ações antrópicas, criação de modelos digitais do terreno e de elevação, monitoramento de erosão, mapeamento de bacias hidrográficas, controle de inundações;  
 Setor florestal: altura da vegetação, remoção virtual da vegetação, estimativa de biomassa;  
 Planejamento urbano: drenagem urbana, telecomunicações, modelos digitais de elevação urbanos;  
 Setor elétrico: projeto e monitoramento de linhas de transmissão, mapeamento de bacias hidrográficas, modelagem de reservatórios;  
 Outros: volumes de corte e aterro, projetos rodoviários e ferroviários, petróleo e gás.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ACKERMANN, F.** Airborne Laser Scanning – Present status and future expectations, ISPRS Journal of photogrammetry and Remote Sensing. nº 54(2-3), pp. 64-67. 1999.

**BAUNGARTEN, A.P. et al.** O mapeamento a laser e suas aplicações em linhas de transmissão. GISBRASIL. Curitiba, 2003.

**BRANDALIZE, M. C.** Padrões de Classificação de Elementos Laser Utilizados em Levantamentos Terrestres e Aéreos. 5º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC. Florianópolis, 2002.

**CALMON, A. T. et al.** Tecnologia de mapeamento digital a laser e suas aplicações em hidrologia urbana. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba, 2003.

**FLOOD, M.** Laser altimetry: from science to commercial LIDAR mapping. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. EUA, v. 67, n. 11, p 1209-1218, nov. 2001.

**GROSZEWICZ, R.** Mapeamento urbano digital utilizando a tecnologia LIDAR. In: XI EVINCI. Curitiba, 2003

**GROSZEWICZ, R.** Aplicações do mapeamento digital a laser em monitoramento ambiental. In: XI EVINCI. Curitiba, 2003

**MELLO, E. T. O.** O mercado brasileiro para sensores imageadores digitais suborbitais. Florianópolis, 2002. (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

**MÜLLER, M. et al.** O perfilador laser e suas aplicações na distribuição de energia. In: XV Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica – SENDI. Salvador, 2002.

**SCHÄFER, A.** Aplicação de produtos fotogramétricos e do sensor Laser Scanner em projetos rodoviários. Estudo de caso: Trecho da SC-414. Florianópolis, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a colaboração da empresa ESTEIO S.A. na pessoa do Sr. Eng. Amauri Brandalize; ao Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) na pessoa do Sr. Eng. Maurício Müller e de todos os professores, pesquisadores, mestrandos e doutorandos que disponibilizaram, durante as entrevistas, informações essenciais para o desenvolvimento deste artigo. Os autores agradecem também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro.