



XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Limpeza de Faixa e Aceiro em Redes de Distribuição em Ambiente Georreferenciado: Uma Abordagem Metodológica Desenvolvida com de Técnicas de Geoprocessamento

Ricardo Costa Álvares	Daniel Lorentz Oliveira	Eduardo Miguel Raposo
Cemig -GT	Coffey Information	Cemig -D
rcosta@cemig.com.br	daniel_oliveira@coffey.com	emraposo@cemig.com.br

Edmilson Martins Gomes	Carlos Alberto Moura
Cemig -D	Cemig -GT
edmilson@cemig.com.br	camoura@cemig.com.br

PALAVRAS - CHAVE

Geoprocessamento, Limpeza de faixa e aceiro, Orçamento, PDA, Sistema de Informação Geográfica.

RESUMO

O projeto de Limpeza de Faixa e Aceiro em Redes da Distribuição em Ambiente Georreferenciado teve seu início em setembro de 2008 a partir das necessidades levantadas pela Gerência de Coordenação e Gestão da Engenharia de Manutenção da Cemig. O objetivo foi elaborar uma metodologia de trabalho utilizando recursos de geoprocessamento para identificar e quantificar de forma automatizada e em tempo hábil a necessidade real de limpeza de faixa e aceiro nas redes de distribuição rural da Cemig D.

O software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado para realizar as análises foi o GeoMedia, da empresa Intergraph disponível na Cemig pelo Grupo de Geoprocessamento Corporativo da TI – TI/AP.

A utilização das técnicas de geoprocessamento permitiu que fossem realizadas análises em ambiente SIG, que possibilitou a negociação da divisão do orçamento plurianual para o projeto limpeza de faixa de forma mais assertiva.

Para possibilitar a operacionalização do projeto, dentre as alternativas estudadas, o uso do PDA se mostrou viável pela facilidade de coletar os dados geográficos e alfanuméricos observados em campo e integrá-los em ambiente SIG, além de indicar os trechos de faixa onde há necessidade real de área a ser limpa.

1. INTRODUÇÃO

A área de concessão da CEMIG cobre 96,7% do Estado de Minas Gerais totalizando 774 municípios, que é a extensão territorial de um país do porte da França. Possui um parque gerador instalado de 6.568 MW, a maior rede de energia elétrica da América Latina, em torno de 442 mil km de redes de distribuição e 22 mil km de linhas de transmissão, 354 subestações e 6,2 milhões de clientes.

O setor da Cemig responsável pela Gestão e Execução de Manutenção de redes e linhas de distribuição de energia elétrica exerce um papel fundamental na manutenção desse ativo. Dentre as atividades realizadas, a limpeza da faixa de servidão e aceiro em redes e linhas de distribuição constitui uma atividade imprescindível para assegurar a manutenção adequada destes circuitos. A realização dessa atividade proporciona o livre acesso das equipes de inspeção e manutenção aos componentes do circuito, evita a redução da receita e o pagamento de multas impostas pelo órgão regulador, além de melhorar a satisfação dos consumidores.

O levantamento da necessidade real de faixa a ser limpa fica prejudicado devido à grande dimensão da área, ao tempo gasto para inspeção e à escassez de mão-de-obra. O orçamento disponibilizado para subsidiar esta atividade era realizado levando-se em consideração o histórico de execução, dados físicos de rede e a quantidade solicitada por cada regional que por sua vez, onerava muito o custo anual da atividade.

Portanto, houve a necessidade da elaboração de uma metodologia mais consistente e condizente com a realidade para identificar e quantificar o total de área a ser limpa de forma automatizada e em tempo hábil. A solução encontrada foi o uso de técnicas de Geoprocessamento¹ para auxiliar no levantamento das necessidades.

O convênio firmado entre a CEMIG e o Instituto Estadual de Florestas - IEF possibilitou a utilização da camada de vegetação do Estado de Minas Gerais em formato vetorial² para a realização das análises, além de estabelecer normas e procedimentos para obtenção das autorizações para intervenção em vegetação. A camada de vegetação utilizada no projeto foi um subproduto desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras – UFLA que realizou o método de classificação³ sobre as imagens de satélite LandSat de resolução espacial 30 metros dos anos 2005 e 2007.

Após análises realizadas em ambiente SIG, foram realizados vários trabalhos de campo com a finalidade de validar a informação levantada e a realidade observada nos locais percorridos. Os resultados foram satisfatórios ao ponto de retratar de forma expressiva a realidade. Como forma de compensar os resultados obtidos foram atribuídos pesos diferenciados em cada classe de vegetação. O objetivo do peso foi retratar e quantificar a área real de faixa a ser limpa conforme a Tabela 01 no item 2.1.7. Os pesos foram definidos por especialistas da área de meio ambiente da empresa.

¹ O Geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de ciências, tecnologias e técnicas empregadas na aquisição, armazenamento, gerenciamento, manipulação, cruzamento, exibição, documentação e distribuição de dados e informações geográficas.

² É um modelo matemático de representação e estruturas bidimensionais, composta por objetos estáticos. O elemento básico de uma representação vetorial é o ponto, que é definido pelas suas coordenadas (x,y) em qualquer referencial.

³ É a extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos a fim de mapear as áreas da superfície terrestre.

O uso do SIG – permitiu realizar análises complexas e integrar dados de diversas fontes, além de criar bancos de dados georreferenciados. Desta forma, a ferramenta proporcionou na elaboração de uma metodologia que fosse capaz de identificar e quantificar a necessidade de execução de limpeza de faixa e aceiro nas redes de distribuição rural da CEMIG-D. A partir dos dados gerados e tabulados foi possível negociar a divisão do recurso orçamentário com cada regional do sistema elétrico de maneira mais assertiva.

Outra forma de melhorar a qualidade da informação é através do uso do Personal Digital Assistant – PDA⁴. A utilização do PDA no Projeto Limpeza de Faixa e Aceiro em Redes da Distribuição em Ambiente Georreferenciado está em fase experimental, surge como uma ferramenta inovadora e com grande potencial por atender as demandas do projeto. O operador de PDA inspeciona e verifica em campo classes de vegetação onde há risco e necessidade de execução da faixa, coleta e armazena os dados geográficos e alfanuméricos e posteriormente atualiza o banco de dados do projeto.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia

A metodologia a seguir consiste na utilização de imagens de satélite e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a identificação e quantificação da vegetação sob as redes de distribuição da Cemig além de constituir um banco de dados georreferenciado.

2.1.1 Área de Estudo

A área de estudo possui aproximadamente 567.625,7 km² dividida em sete regiões: Norte, Leste, Sul, Oeste, Triângulo, Centro e Mantiqueira conforme Figura 01 abaixo:

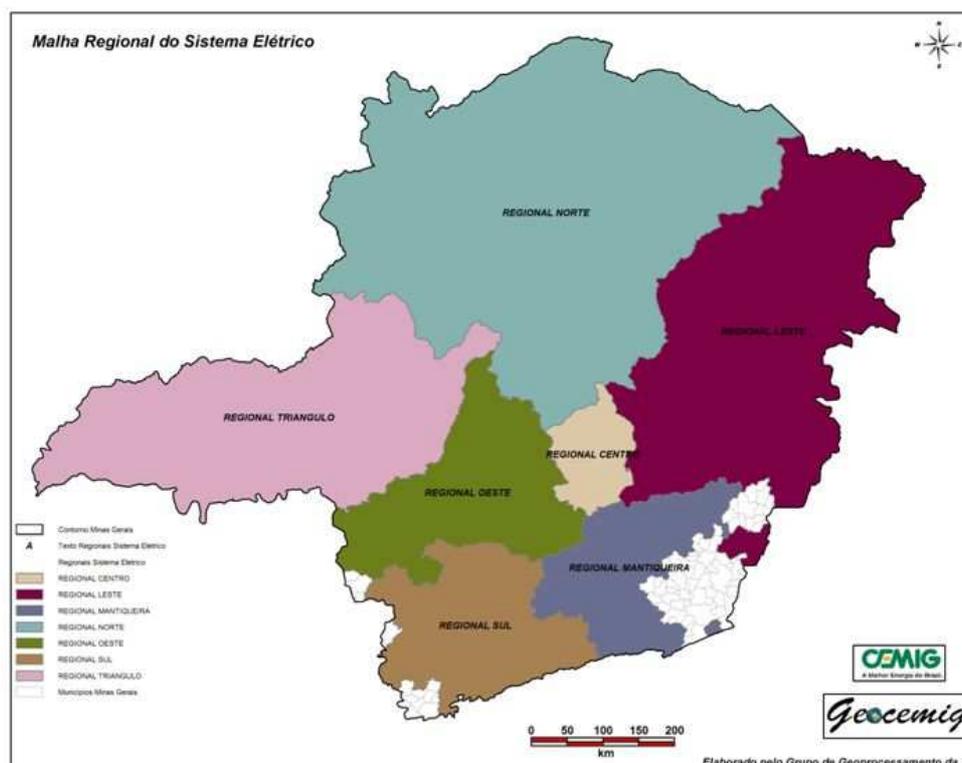


Figura 01: Divisão das regionais de distribuição

Fonte: Geocemig

⁴ É um computador de dimensões reduzidas, dotado de capacidade computacional com possibilidade de interconexão com um computador.

2.1.2 Materiais

A camada de vegetação em formato vetorial foi fornecida para a CEMIG pelo Instituto Estadual de Florestas – IEF por meio de convênio. Esta camada é um subproduto originado das imagens de satélite LandSat elaborado pela Universidade Federal de Lavras – UFLA que realizou o método de classificação para a obtenção de informação da vegetação.

O processo de classificação da imagem LandSat do ano 2007 resultou em um conjunto de classes: Campo, Campo Rupestre, Campo Cerrado, Cerrado, Cerradão, Eucalipto, Floresta Estacional Semidecidual Sub Montanha, Floresta Estacional Semidecidual Montanha, Floresta Estacional decidual Sub Montanha, Floresta Estacional decidual Montanha, Floresta Ombrófila Sub Montanha, Floresta Ombrófila Montanha, Floresta Ombrófila Alta Montanha, Outros, Urbanização, Pinus, Água e Vereda.

Os dados do sistema elétrico (postes, equipamentos e trafos) disponibilizados pela Gerência de Desenvolvimento de Sistemas de Engenharia da Distribuição (TD/SD) foram extraídos do banco de dados *Gemini*⁵ em formato txt e tiveram que passar por um tratamento antes da realização da geocodificação. Já as redes de distribuição rural vieram em formato vetorial.

2.1.3 Tratamento e Construção dos Bancos de Dados

Para construir os bancos de dados georreferenciado, foi necessário realizar o tratamento em algumas camadas (vegetação anos 2005 e 2007) como a conversão de formatos dos arquivos e a definição do sistema de coordenadas. O sistema de coordenadas utilizado foi o Geográfico e datum Córrego Alegre por contemplar o Estado de Minas Gerais.

2.1.4 Faixa de Servidão em Redes de Distribuição

A Limpeza de Faixa consiste no corte e derrubada rente ao solo, na altura máxima de 20 cm, de toda vegetação de qualquer porte e corte de galhos que estejam dentro da faixa de segurança, em faixas de terreno conforme local e características da rede, cujo eixo coincida com eixo da respectiva faixa. Os aceiros são faixas de terra de 1 metro ao redor dos postes de madeira e 0,5 metros dos postes de concreto, sem vegetação, mantidas limpas com grades, roçadeira, ou até mesmo com ferramentas manuais para evitar a propagação do fogo.

De posse dos bancos de dados e das camadas foi definido a largura padrão para a faixa de servidão nas redes de distribuição. Na rede elétrica da distribuição da CEMIG a largura padrão em faixa de servidão estabelecida para o vão monofásico é de 10 metros o diâmetro e para o vão bifásico e trifásico é de 15 metros. Já os aceiros dos postes, a largura padrão estabelecida é de 1 metro de raio para os postes de madeira e de 0,5 metros para os postes de concreto conforme procedimento operacional disponível na Cemig (POP – DDC- SIG 007, 2008).

A geração dos *buffers*⁶ dos vãos e dos aceiros foi necessário, por auxiliar a definir diretrizes de como identificar e quantificar estratos de vegetação nas imediações dos postes equipados com equipamentos e dispositivos de manobra e sob as redes de distribuição rural. Após a geração dos *buffers* dos vãos e dos aceiros foi possível identificar e calcular a quantidade de vegetação passível de ser limpa, conforme a Figura 02. A figura a seguir, retrata a faixa de vegetação de floresta estacional semidecidual levantada no sistema de informação geográfica (SIG) sob o vão trifásico. Ao lado uma foto tirada em campo identifica e reforça de forma expressiva a realidade.

⁵ Banco de dados da Cemig que contém as informações das redes de distribuição.

⁶ Buffer área de abrangência estabelecida no entorno de um determinado objeto geográfico.

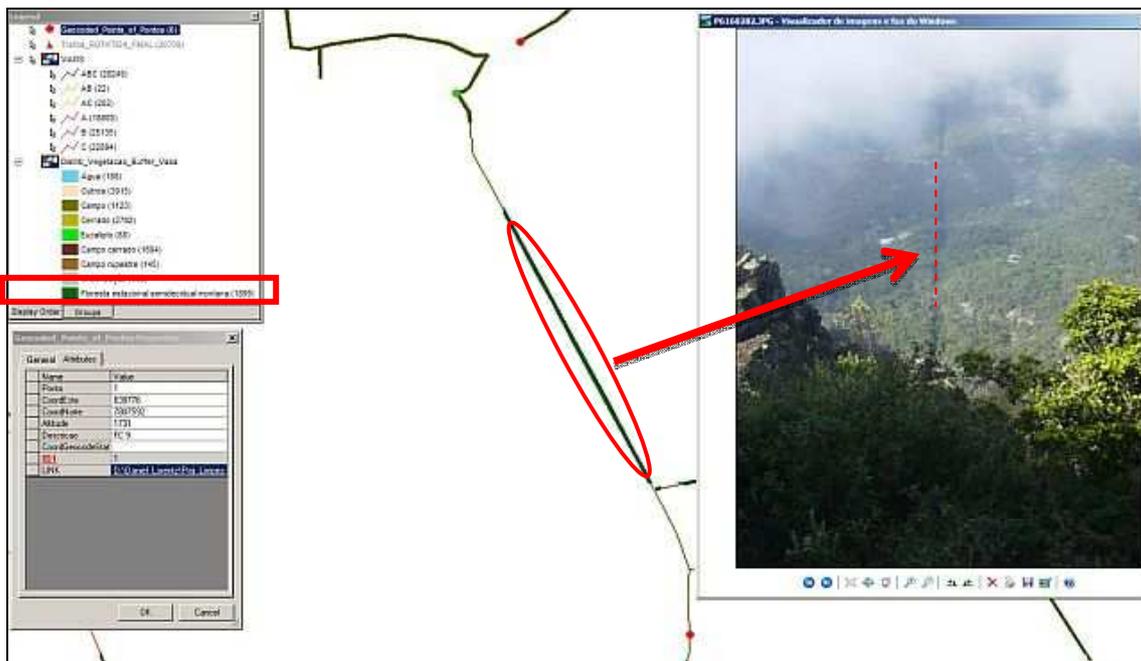


Figura 02: Classe de vegetação identificada como floresta estacional semidecidual sob o vão trifásico
 Fonte: Dados da pesquisa, IEF e Geocemig

2.1.5 Consulta

Para evitar redundância de informação, foi preciso realizar consultas espaciais por diferença, entre o *buffer* gerado a partir dos vãos e o *buffer* dos postes conforme Figura 03.

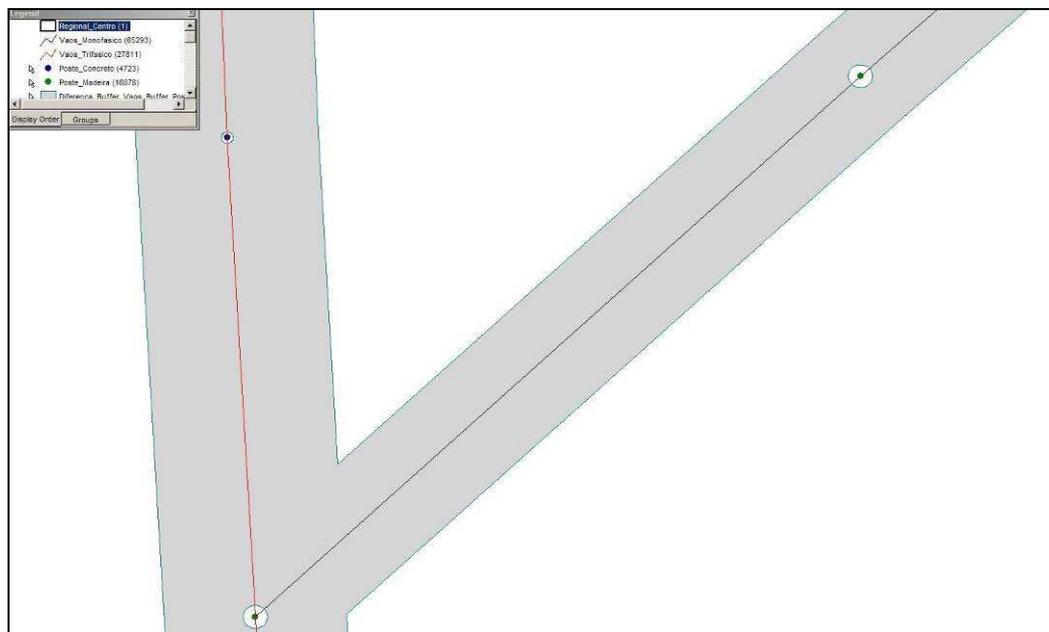


Figura 03: Resultado da consulta espacial por diferença entre *buffer* dos vãos e *buffer* dos postes
 Fonte: Dados da pesquisa e Geocemig

2.1.6 Simbologias

Como forma de representar cartograficamente os dados da rede de distribuição, trafos, equipamentos e postes foi necessário construir simbologias em ambiente GeoMedia. A simbologia consiste em uma linguagem de comunicação visual, porém, de caráter monossêmico (significado único). Além disso,

mantém suas propriedades e suas relações com os elementos da informação que eles revelam conforme Figura 04.

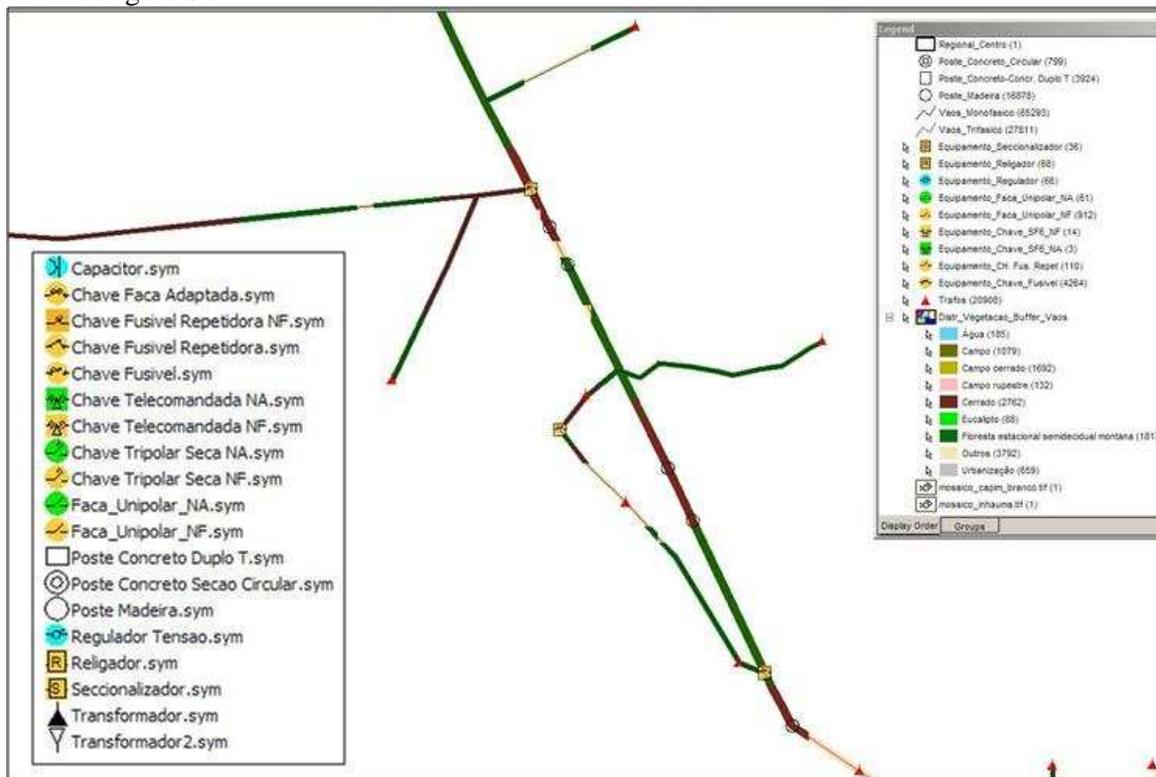


Figura 04: Aplicação de simbologias nos equipamentos da Cemig
Fonte: Dados da pesquisa, IEF e Geocemig

2.1.7 Geração de Relatórios

Após análises realizadas em ambiente SIG foi possível gerar relatórios em forma de tabelas e gráficos retratando a distribuição da vegetação para cada regional do sistema elétrico da CEMIG. Foram atribuídos pesos diferenciados para cada tipo de vegetação com a finalidade de retratar a necessidade real de área a ser limpa conforme a Tabela 01.

Tabela 01

Análise Quantitativa da Distribuição da Vegetação 2007 Limpeza Faixa e Aceiro - Regional Centro					
Classes de Vegetação 2007	Vegetação Buffer		Área Total (m ²)	Poste Concreto 0,5m raio	Poste Madeira 1m raio
	Área (m ²)	Peso		Área (m ²)	Área (m ²)
Água	353.955,00	0,00	-	12	76
Campo	6.357.536,00	0,10	635.753,60	242	3120
Campo Rupestre	989.580,00	0,30	296.874,00	39	584
Eucalipto	771.214,00	0,50	385.607,00	20	259
Campo cerrado	4.052.000,00	0,30	1.215.600,00	141	1516
Cerrado	18.684.308,00	0,30	5.605.292,40	549	8694
loresta Estacional Semidididual Montanh	7.429.296,00	0,50	3.714.648,00	161	4204
Urbanização	2.916.126,00	0,00	-	286	1791
Outros	76.283.678,00	0,05	3.814.183,90	3233	30434
Área dos buffer poste madeira (m ²)	50658		15.667.958,90		
Área dos buffer poste concreto (m ²)	4687				
Área Total dos Buffer (m ²)	117840525				

Fonte: Dados da pesquisa

Na tabela acima, podemos observar o levantamento da distribuição da vegetação na Regional Centro com os valores de área a ser limpa após a aplicação dos pesos.

2.1.8 Visitas em Campo

Com objetivo de validar os dados levantados em ambiente SIG com a realidade, foram realizados vários trabalhos de campo. O trabalho contou com a participação de especialistas das áreas de engenharia e geoprocessamento. Antes da realização do trabalho de campo foram selecionados alguns pontos de interesse a serem visitados *in loco* conforme as Figuras de 05 a 08.



Figura 05: Identificação da vegetação de floresta estacional semidecidual sob a rede trifásica no município de Confins próximo ao centro de manutenção da Gol Linhas Aéreas.

Fonte: Google Earth

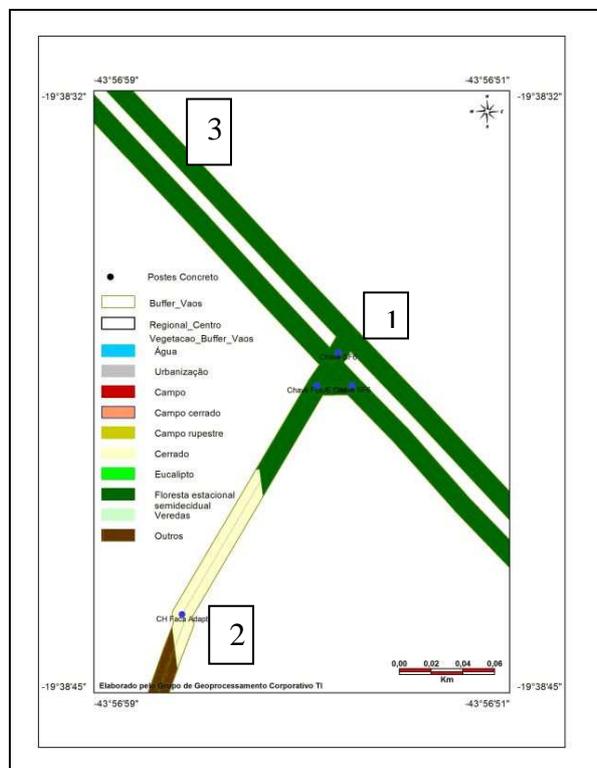


Figura 06 : *Buffer* do vão trifásico com as respectivas classes de vegetação

Fonte: Dados da pesquisa e IEF

A Figura 07 faz menção a Figura 06 onde é possível identificar o tipo de vegetação levantado em ambiente SIG como a classe cerrado.

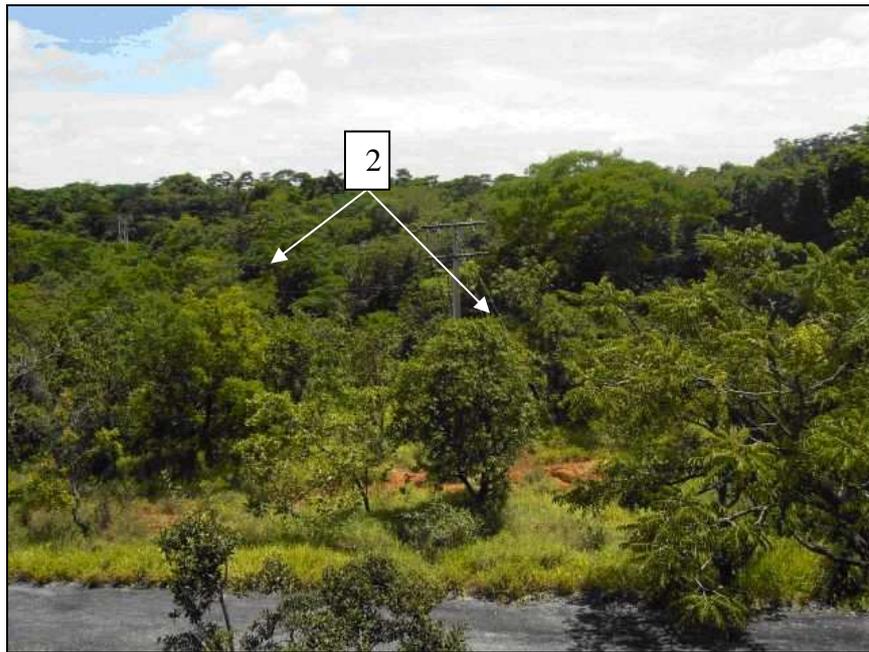


Figura 07: Área identificada como vegetação de cerrado.
Fonte: Dados da pesquisa

A Figura 08 identifica o mesmo trecho do vão trifásico visualizado na figura 05 com presença de vegetação de floresta estacional semidecidual, porém, numa outra perspectiva de vista.

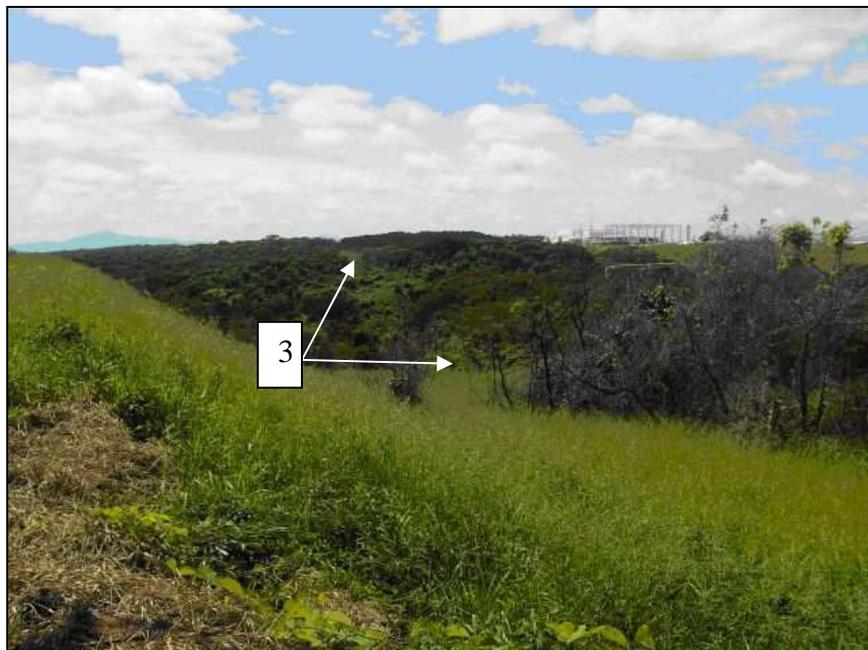


Figura 08: Visão da faixa ao longo do vão trifásico com a vegetação de floresta
Fonte: Dados da pesquisa

2.1.9 Resultados

A Tabela 02 mostra a quantidade de área demandada por algumas regionais e a quantidade de área levantada em ambiente SIG.

Tabela 02

Comparativo Entre o Demandado e o Levantado em Ambiente SIG		
Regional	Total Demandado por Regional (m ²)	Total Levantado no SIG (m ²)
Centro	27.000.000	15.667.959
Mantiqueira	26.725.700	21.260.937
Sul	24.339.200	12.949.343
Oeste	18.700.000	19.678.806

Fonte: Dados da pesquisa

2.1.10 Implementação do uso do PDA

A utilização do PDA no projeto Limpeza de Faixa e Aceiro em Redes da Distribuição em Ambiente Georreferenciado está em fase experimental, mas surge como uma ferramenta inovadora e com grande potencial por atender as demandas do projeto.

Foram realizados alguns experimentos com o PDA a fim de avaliar seu desempenho e suas funcionalidades. Após experimentos realizados em campo para coleta e armazenamento dos dados e no escritório para a transferência, conclui-se que a utilização do PDA é de fundamental importância por otimizar o processo de inspeção em campo. Além de otimizar a inspeção em campo, identifica trechos onde há riscos da vegetação interferir na rede elétrica, mantém a base cartográfica atualizada e confiável ao ponto de tomar decisões estratégicas.

A Figura 09 demonstra a utilização do PDA na fase de coleta e armazenamento de dados.

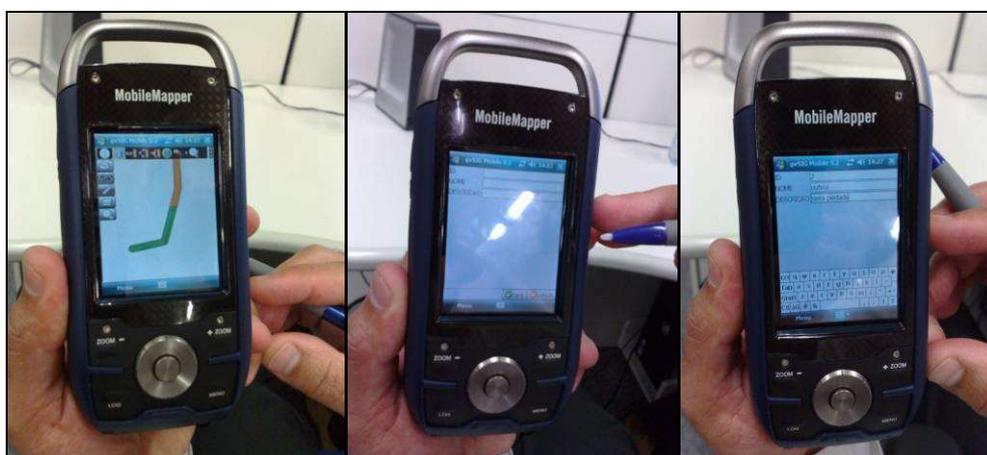


Figura 09: Identificação e cadastro da faixa, informações dos atributos da faixa, cadastro dos atributos da faixa

Fonte: Dados da pesquisa

Após o cadastro dos dados em campo inicia-se uma nova etapa de transferência de dados para uma base de dados onde é possível gerar diversos relatórios. Um exemplo desta possibilidade é mostrado na Figura 10.

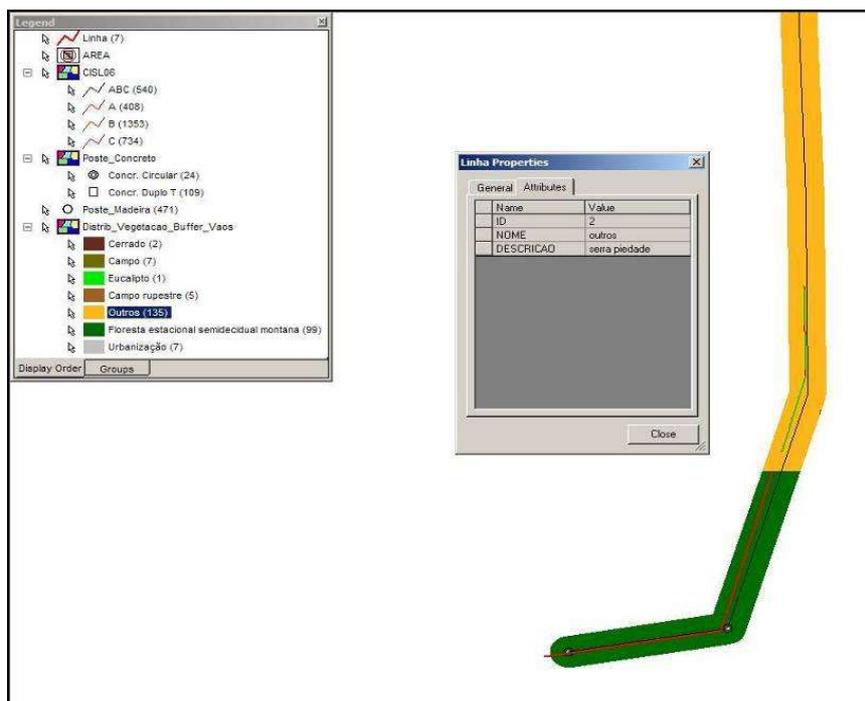


Figura 10: Transferência e atualização da base de dados

Fonte: Dados da pesquisa

Com intuito de melhorar a qualidade da informação como na identificação da distribuição da vegetação em faixas de servidão, será realizado em breve um workshop sobre Sensoriamento Remoto⁷, onde discutiremos quais tipos de imagens podem contribuir com maior precisão e detalhamento na identificação das classes de vegetação.

3. CONCLUSÕES

A utilização das técnicas de geoprocessamento possibilitou a negociação mais assertiva na distribuição do orçamento plurianual para a atividade de limpeza de faixa atendendo o objetivo proposto.

Considerando que esta etapa foi realizada com imagens de satélite LandSat de resolução espacial de 30 metros o que poderia indicar imprecisão na classificação da vegetação, o SIG mostrou seu potencial em apresentar resultados satisfatórios e condizentes com a realidade.

Melhorias estão em fase experimental, como a implementação do PDA e a realização de um workshop para definir qual a melhor imagem pode contribuir com maior precisão e detalhamento na identificação das classes de vegetação. Estas etapas possibilitará a operacionalização da atividade alinhando a gestão com a execução dos serviços.

⁷ É a ciência e arte de obter informação acerca de objetos, áreas ou fenômenos através da análise dos dados obtidos por sensores que não entram em contato com os alvos investigados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

FHAZ NEW tecnologia. Acesso em 22/02/2010, disponível em: <http://www.fhaznew.com/2007/06/o-que-um-pda.html>.

CEMIG: POP- DDC- SIG – 007 - Limpeza de Faixa -. Belo Horizonte / MG, dezembro/2008.

CEMIG: 30.000-PN/MT-629b - Instrução, Procedimento e Critério Técnico para Manutenção da Vegetação nas Faixas, Trilhas e Estradas de Acesso de Linhas de Transmissão. Belo Horizonte / MG, janeiro/2010.

CEMIG: IM-OM-RD-00024 – Poda e Limpeza de Faixa – Belo Horizonte / MG, agosto/2008.

MÁXIMO, Orlando Alves & FERNANDES, David - Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Classificação supervisionada de imagens SAR do SIVAM pré-filtradas - Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4139-4146.