

Diagnostico de recursos hídricos a partir de geoprocessamento como subsídio ao licenciamento ambiental de linha de transmissão

Guilherme José Cunha Gomes¹
Felipe Ramos Barbosa²

¹ Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo – DER-ES
Av. Marechal Mascarenhas de Moraes, 1501 – CEP 29051-015 - Vitória - ES, Brasil
guilherme.gomes@der.es.gov.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE
Centro de Tecnologia, Bloco D, Sala I 206, - CEP: 21944-970 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil
felipe.barbosa@coc.ufrj.br

Abstract. This work presents an alternative method for environmental assessment of water resources under impact studies related to the constructions of great magnitude, like electricity transmission lines. Geoprocessing tools were used to diagnose existing water courses in the direct influence area and generating a three dimensional model of the transmission line trajectory. In routes of electricity transmission lines, drainage crossings and wetlands are constant occurrences. The knowledge of hydrological conditions in the study area constitutes a vital task for evaluation of environmental and geotechnical hazard around line's grounded structures. From geoprocessing technologies, a water resources map was prepared, where two major drainage associations were identified, as well as the points where the building will intercept water surfaces. Aiming to visualize the hydrological and geomorphological aspect that influences the dynamic surface conditions, a digital terrain model (DTM) was produced based on interpolation of contour lines. The created maps preliminarily allowed to evaluate the most significant interferences on water environment, i. e., with greater hazard of impact during the construction work. This article also contributes to consolidate the importance of computational tools in physical environment as supporting decisions (geographic information systems). The presented methodology can also be applied by environmental regulatory agencies, aiming at a better analysis of the work to be licensed.

Palavras-chave: environmental assessment, geographic information systems, geoprocessing, avaliação ambiental, sistema de informação geográfica, geoprocessamento.

1. Introdução

Nos traçados de linhas de transmissão áreas de energia elétrica, travessias de cursos d'água e áreas alagadas são ocorrências constantes. O conhecimento das condições hidrológicas da região de estudo do traçado constitui-se tarefa imprescindível para a avaliação do risco de expansividade, colapsividade e erosão no entorno das estruturas enterradas (Oliveira e Brito, 1998).

O uso de ferramentas de geoprocessamento é fundamental nestes estudos de grande abrangência geográfica, sendo importante que o sistema de informações geográficas (SIG) - conjunto de dados vetoriais, imagens, tabelas de atributos e banco de dados organizados - seja utilizado na avaliação ambiental do projeto. Um SIG integrado ao sensoriamento remoto permite associar objetos à sua posição real sobre a terra, designar-lhes atributos e visualizá-los juntamente a outros objetos, com simplicidade e rapidez (Barbosa, 1997).

Neste contexto, este artigo discorre sobre as possibilidades de análise de recursos hídricos superficiais a partir de técnicas de geoprocessamento previamente à implantação de empreendimentos lineares, tais como rodovias, ferrovias e linhas de transmissão, sendo este último alvo de abordagem específica em função de obra planejada no sul do Estado do Espírito Santo, Brasil. A Figura 1 apresenta mapa de situação da linha de transmissão de energia elétrica a ser implantada no município de Muqui.

De acordo com Belém et al. (2009), os dados armazenados em um sistema de informações geográficas seriam uma base ótima para se obter os critérios de decisão para a definição do melhor traçado para a linha de transmissão. As principais vantagens do método

utilizado são: simplicidade e rapidez na visualização e consulta às informações georreferenciadas e atributos. Isso significa, auxílio na decisão do operador do sistema elétrico e redução de custos para o empreendedor (Ribeiro e Nogueira, 2006).

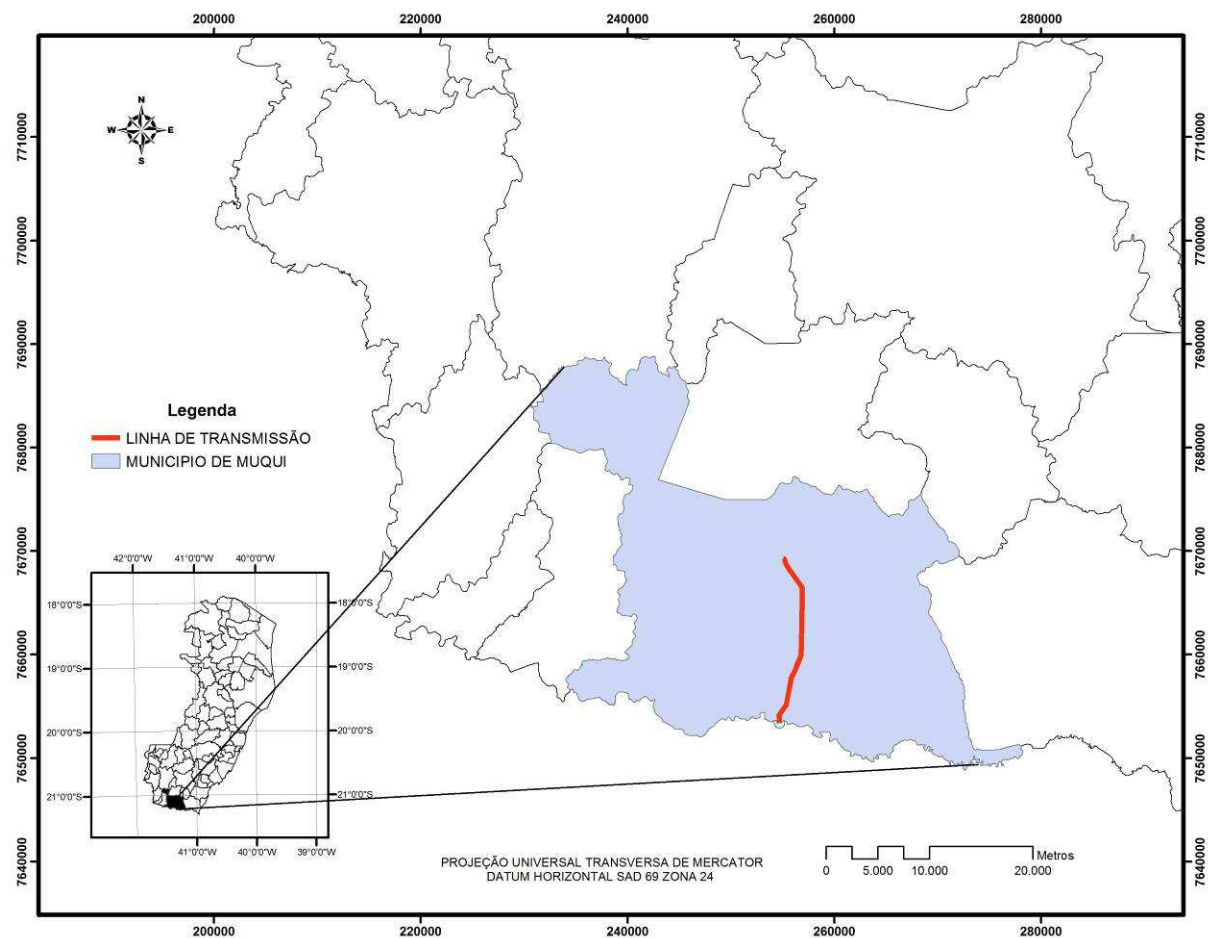


Figura 1. Mapa de situação do empreendimento dentro do contexto do Estado do Espírito Santo.

Conforme Ferreira e Santos (2010), para se gerenciar projetos como os de distribuição elétrica é preciso ter acesso rápido a informações corretas, confiáveis, atualizadas e disponíveis com rapidez e agilidade para auxiliar a tomada de decisão antes da execução dos serviços.

O rio Itabapoana e o rio Muqui do Sul compreendem os principais recursos hídricos superficiais presentes na área de influência da Linha de Transmissão em estudo. O rio Muqui do sul e seus afluentes estão entre os principais contribuintes da porção capixaba do Itabapoana, ou seja, de sua margem esquerda.

O empreendimento está completamente inserido na bacia hidrográfica do rio Itabapoana, onde se inicia, ao sul, estendendo-se obliquamente por 17,21 km para norte da divisa do Estado do Espírito Santo com o Rio de Janeiro, num sentido paralelo ao do rio Muqui do Sul, até a sub-estação Mimoso do Sul.

Neste trabalho são discutidas algumas características dos recursos hídricos das áreas sob influência do empreendimento, visando subsidiar as discussões dos impactos da obra sobre este componente ambiental. Para tanto, o trabalho em ambiente de SIG foi imprescindível para as análises obtidas.

2. Metodologia

O trabalho foi baseado em campanhas de campo da equipe ao local alvo dos estudos, na obtenção de informações da carta do IBGE escala 1:100.000, folha SF-24-V-CII e outros mapas auxiliares, bem como na compilação de informações já existentes sobre os cursos d'água em questão. Esta revisão foi complementada pelo manuseio de informações em SIG, que contribuíram significativamente para as análises ambientais dos recursos hídricos superficiais em foco.

Durante as campanhas de campo realizadas, foram observados os leitos dos rios que cortam o empreendimento, as microbacias hidrográficas, o aspecto de suas águas e a utilização do solo. Após esta etapa, os dados disponíveis foram manipulados no software ArcGIS 9.2[®], visando a obtenção de informações da fisiografia e hidrografia da área em estudo.

A partir dos dados obtidos em campo, as coordenadas UTM das torres da linha de transmissão foram digitadas no software Microsoft Excel[®]. Sob a forma de planilha, estes dados foram importados para o SIG, onde foram visualizados na tela do ArcMap como pontos (*point feature class*). Os pontos foram então ligados para a obtenção de um arquivo vetorial linear.

Após a criação do traçado do projeto do empreendimento, procedeu-se a importação de dados vetoriais disponíveis no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (curvas de nível e drenagens) e no Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA (bacias hidrográficas).

Foram então selecionadas as duas sub-bacias hidrográficas que o empreendimento transpõe para a confecção dos mapas e análise de recursos hídricos. Com isso, foi elaborado um mapa de recursos hídricos (Figura 2), no qual estão identificadas as duas principais associações de drenagens existentes, assim como os pontos onde o empreendimento irá interceptar mananciais superficiais.

Utilizando uma extensão do software ArcGIS 9.2[®] procedeu-se a elaboração de um mapa 3-D, objetivando melhor visualização dos aspectos hidrológicos e geomorfológicos que influenciam a dinâmica superficial da região. O modelo digital do terreno (MDT) foi produzido com base na interpolação de curvas de nível espaçadas de 20 em 20 metros (Figura 3).

As informações adquiridas encontram-se descritas a seguir após a produção de ambos os mapas serão discutidas no próximo item deste artigo.

3. Resultados e Discussões

A bacia hidrográfica do rio Itabapoana possui uma área de drenagem de 4.875 km² e inclui 18 municípios dos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. Por isso, é de domínio federal, tendo sua nascente na Serra do Caparaó, em Minas Gerais. O rio possui cerca de 250 km de extensão, com 5 hidrelétricas, inúmeras cachoeiras e planícies em seu percurso.

Em território capixaba, a bacia hidrográfica do rio Itabapoana possui área de drenagem aproximada de 2.955 km². Os principais afluentes no Estado são os rios Muribeca, São Pedro, Calçado, Ribeirão, Barra Alegre, Boa Vista e Muqui do Sul, estando este último diretamente relacionado ao empreendimento em foco, além dos córregos São Pedro e São Bento. Segundo a base cartográfica do IBGE, na escala 1:250.000, a rede de drenagem abrange aproximadamente 2.090 km. Esta bacia, num contexto geopolítico, engloba diversos municípios do sul do Estado do Espírito Santo, dentre eles, Mimoso do sul.

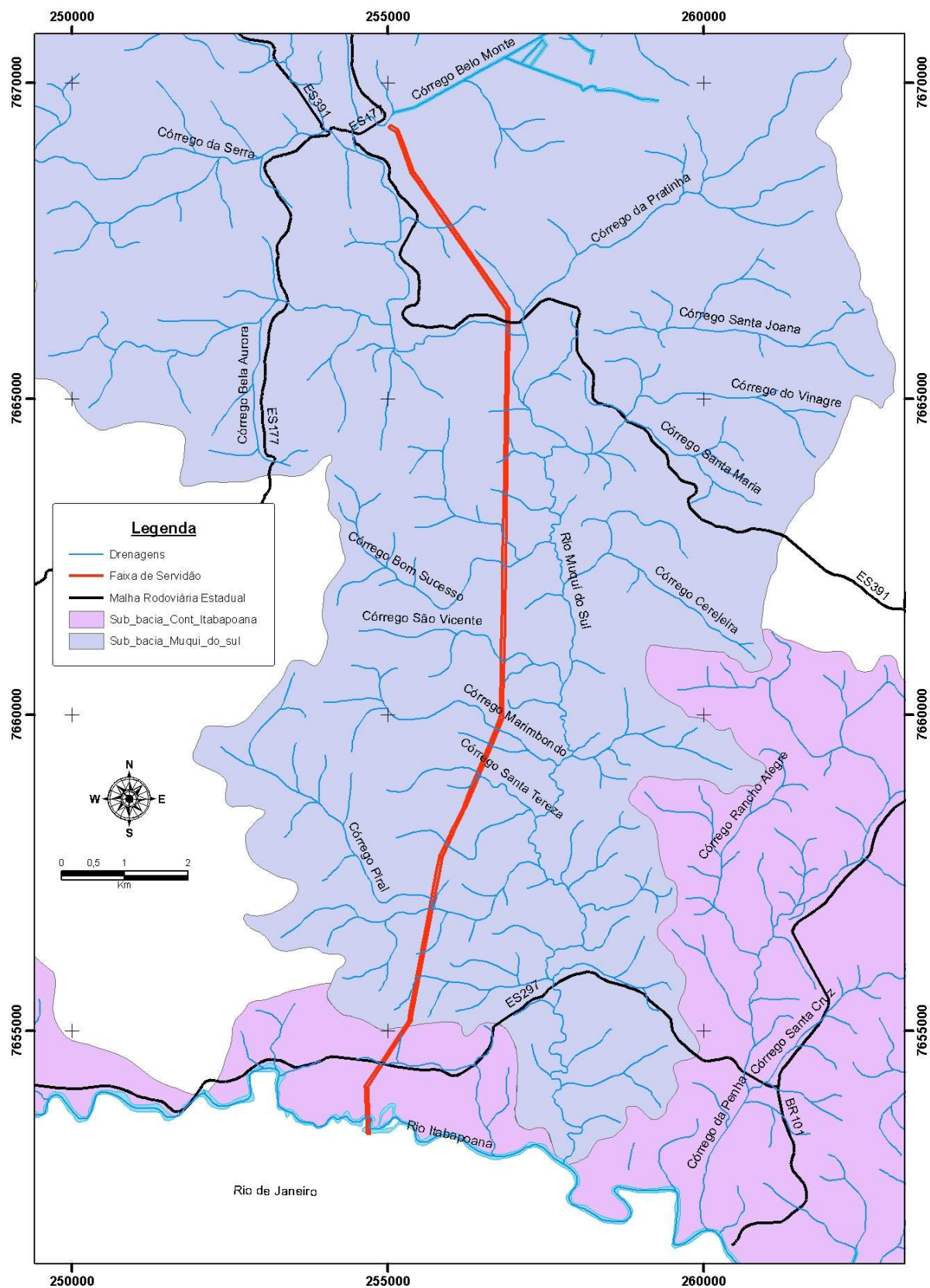


Figura 2. Mapa dos recursos hídricos elaborado em ambiente de SIG, o qual permitiu a identificação dos pontos de transposição das principais drenagens.

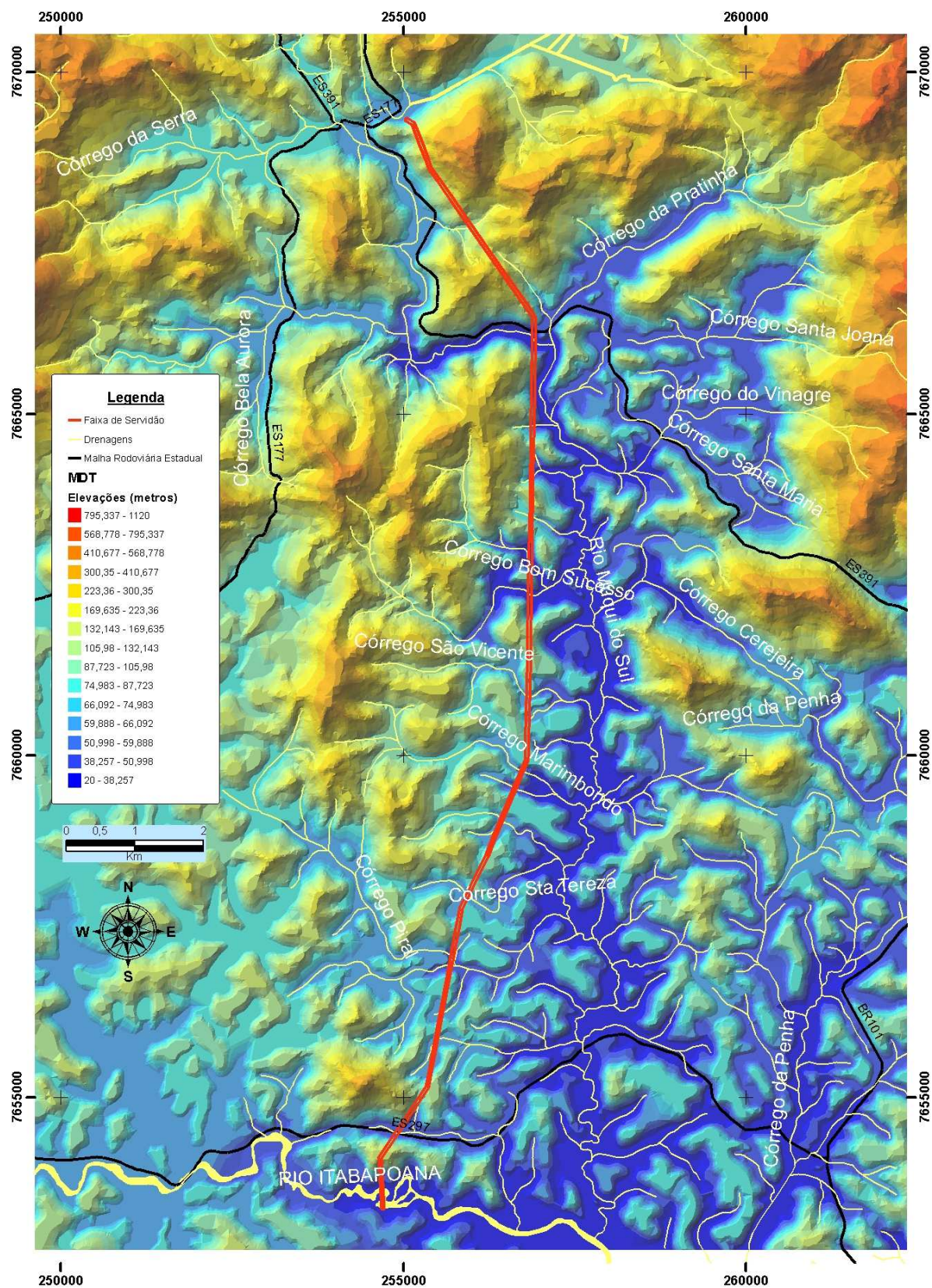


Figura 3: modelo digital do terreno (MDT), que permitiu avaliar o impacto sobre os recursos hídricos de forma mais criteriosa.

Utilizando as ferramentas de seleção e consulta ao banco de dados no SIG, foi identificado que a linha de transmissão a ser implantada ultrapassará duas sub-bacias hidrográficas em sua trajetória, a do rio Muqui do Sul (ao norte) e a sub-bacia de contribuição direta do Itabapoana (ao sul). A Tabela 1 apresenta os principais cursos d'água transpostos na faixa de servidão da linha de transmissão, bem como as coordenadas no sistema UTM datum SAD 69. Outros cursos d'água, sem denominação pela base cartográfica do IBGE, também serão transpostos (Tabela 2). Os dados das tabelas a seguir mostram que o SIG é uma excelente ferramenta preliminar de identificação das interferências do empreendimento sobre as drenagens existentes dentro das duas sub-bacias hidrográficas.

Tabela 1. Principais cursos d'água transpostos na faixa de servidão da linha de transmissão.

Curso d'água	Coordenadas UTM (SAD 69)	
rio Itabapoana	254674	7753620
córrego Piral	255690	7756956
córrego Santa Tereza	256425	7659025
córrego Marimbondo	256753	7659760
córrego São Vicente	256831	7660882
córrego Bom Sucesso	256850	7662342
rio Muqui do Sul	256927	7666065

Tabela 2. Cursos d'água sem denominação transpostos na faixa de servidão da linha de transmissão.

Curso d'água	Coordenadas UTM (SAD 69)	
afluente do rio Itabapoana	254897	7654510
afluente do rio Itabapoana	255216	7654954
afluente do rio Muqui do Sul	255467	7655834
afluente do córrego Piral	255535	7656240
afluente do córrego Piral	255699	7657053
afluente do córrego Santa Tereza	255912	7657971
afluente do córrego Santa Tereza	256376	7658958
afluente do córrego Marimbondo	256608	7659518

O rio Itabapoana é o curso d'água principal da bacia hidrográfica onde o traçado do projeto está localizado. Este nasce na Serra do Caparaó (ES/MG) e após ultrapassar quatro municípios mineiros, onde é denominado inicialmente rio Caparaó e, logo após, rio São João, passa a se chamar rio Itabapoana. O mesmo se torna uma feição geográfica importante, pois serve de limite entre os Estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro. Sua desembocadura situa-se no Oceano Atlântico, entre os municípios de São Francisco do Itabapoana (RJ) e Presidente Kennedy (ES).

A área de drenagem do rio Itabapoana presente em solo capixaba é dividida em 39 sub-bacias hidrográficas, todas delimitadas a partir dos divisores topográficos. Dentre essas sub-bacias, duas delas serão transpostas pela Linha de Transmissão, a do Itabapoana e a do rio Muqui do sul. O uso do solo às margens do Itabapoana compromete a qualidade ambiental dos ecossistemas, que sofrem com o carreamento de herbicidas e fungicidas, além das agroindústrias (usinas de cana, laticínios, abatedouros, curtumes etc.), que também colaboram para elevar os índices de poluição, conforme observado visualmente durante as investigações de campo.

O rio Muqui do Sul nasce em cadeia montanhosa denominada Pontões e cruza a cidade de Mimoso do Sul abastecendo a população e oferecendo produtividade aos agricultores e às atividades empresariais. Em seguida, o rio segue para o encontro com o Itabapoana, na divisa

do Espírito Santo com o Rio de Janeiro. A cadeia de montanhas supracitada pode ser mais bem visualizada a partir do modelo tridimensional do terreno apresentado na Figura 3.

Com o auxílio das ferramentas matemáticas disponíveis no SIG, foi identificado que nos 22 km de rede de drenagem do curso principal, observa-se um cenário que varia constantemente entre áreas degradadas pela pecuária e áreas preservadas por alguns proprietários da região. No encontro com o rio Itabapoana, nota-se a importância do Muqui do Sul para a bacia hidrográfica e ecossistemas a jusante da confluência.

Ainda analisando a Figura 3, verifica-se que a linha de transmissão foi projetada num traçado aproximadamente paralelo ao eixo principal do rio, aproveitando a planície formada pela dissecação do relevo no local. Entretanto, além do empreendimento transpor o rio em um ponto, a faixa de servidão situa-se a aproximadamente 80 metros do Muqui do Sul em seu ponto mais próximo, imediatamente à jusante do córrego Pratinha.

O córrego do Piral possui suas nascentes em região de relevo ondulado num trecho de aproximadamente 1.100 metros, quando a morfologia de sua área de drenagem é modificada para um relevo suavizado. Esta mudança de feição geográfica caracteriza a variação pedológica do cambissolo à montante para o podzólico, devido à dissecação ocasionada por uma falha litológica regional. Os dados geológicos e pedológicos também foram manipulados em SIG e contribuíram para acrescentar informações ao diagnóstico ambiental. A área de drenagem é composta, em sua maior porção, por pastagens, principalmente nas cabeceiras. Em seu médio curso, próximo ao encontro com a futura linha de transmissão, o córrego e seus afluentes, interceptam regiões de floresta natural primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração. Dados florestais também foram manipulados em SIG a partir de informações digitais fornecidas pelo IEMA.

A microbacia do córrego Santa Teresa é uma das menores contribuintes para o rio Muqui do Sul, sendo a rede drenagem de aproximadamente 2,0 km. A vazão do curso d'água sofre menor variação anual devido à plana área de recarga no qual está inserido, quando a água subsuperficial torna-se influente sobre o regime de escoamento. À montante de sua nascente, um fragmento florestal é responsável pela recarga do aquífero da microbacia. O córrego Santa Tereza interceptará a linha de transmissão entre as torres 11 e 12.

Analogamente ao que ocorre com o córrego Piral, a drenagem da bacia do córrego Marimbondo nasce em local ondulado, percorrendo trecho acidentado até o encontro com o rio Muqui do Sul, contribuindo para a vazão de escoamento deste último. Sua perenidade está relacionada ao fragmento florestal à montante, que também é responsável pelas recargas dos córregos São Vicente e Bom Sucesso. No entanto, o solo da microbacia é formado por pastagens em quase sua totalidade.

Afluente da margem direita do rio Muqui do sul, o córrego São Vicente possui pequena bacia de drenagem quando comparada aos outros cursos d'água especificados na Tabela 1. A partir do MDT da Figura 3 é possível localizar suas nascentes, que se situam sobre início da cadeia montanhosa divisora de águas desta sub-bacia. Quanto ao uso do solo à montante da intersecção com o empreendimento, a região assemelha-se à do córrego Marimbondo, com o qual faz limite geográfico.

Contendo nascentes entre vales encaixados de relevos fortemente ondulados, o córrego Bom Sucesso, classificado como de terceira ordem, possui área de drenagem comparável à do Piral, porém sua contribuição ao Muqui do Sul é anterior. Dentre os cursos d'água estudados, o córrego destaca-se por ultrapassar regiões com vegetação de floresta natural primária ou secundária em estágio médio ou avançado de regeneração, o que contribui para o incremento na qualidade da água do rio Muqui do Sul.

Vários pequenos cursos d'água, além dos detalhados nas Tabelas 1 e 2, atravessam o empreendimento em sua extensão total. Devido às suas pequenas dimensões, não estão

mapeados na carta IBGE da região em estudo na escala 1:100.000, não sendo, portanto, apresentados nos mapas das Figuras 2 e 3.

4. Conclusões

O geoprocessamento constitui uma ferramenta muito valiosa a ser utilizada em estudos de impacto ambiental de empreendimentos lineares. O diagnóstico de recursos hídricos em SIG contribui significativamente para diminuir e otimizar o trabalho de campo, uma vez que esta ferramenta permite observar as feições geográficas de forma holística.

Implantação de linhas de transmissão pode impactar os ecossistemas hídricos durante a etapa de perfuração dos solos para fixação da fundação das torres. Mesmo não sendo alvo de abordagem do presente trabalho, este impacto, no entanto, pode ser considerado de baixa magnitude, haja vista que, a baixa movimentação de materiais inconsolidados durante a perfuração dos terrenos contribui para o carreamento mínimo de partículas para os rios e córregos, se ocorrer.

Outro aspecto que deve ser abordado numa análise de impacto ambiental é o fato das fundações das torres serem efetuados apenas em solos que possuam resistência adequada, isto é, que não sejam colapsíveis ou expansíveis, o que diminui a qualidade do terreno para fundações.

Em termos geotécnicos, solos com baixa resistência comumente são encontrados em áreas alagáveis ou travessias de cursos d'água. Estes locais, principalmente os rios mais característicos em uma bacia hidrográfica, constituem zonas de falhas geológicas, originando solos inadequados para uma fundação de linha de transmissão.

A torre de número 15, 75 metros a sul do córrego Maribondo, será a fundação mais próxima de um recurso hídrico, exceto no início do trecho, às margens do Itabapoana, onde a torre 1 será implantada. O restante das torres, portanto, estarão fora de zonas alagáveis e, conseqüentemente, de áreas de preservação permanente, o que atesta para a baixa magnitude do impacto ambiental sobre os ecossistemas hídricos.

Referências Bibliográficas

Barbosa, C. C. F. Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1997.

Belém, F. L.; Pimenta, L. C. A.; Fonseca, A. R.; Rezende, D. T.; Rocha, F. T.; Bosque, M. M.; Mesquita, R. C.; Tavares, T. H. B. C.; Souza, A. R. Ferramenta para seleção de corredor de linha aérea de transmissão utilizando geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 04, 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 3559-3566. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2009/03.02.18.19/doc/@sumario.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

Ferreira, H. M. F.; Santos, M. A. Sig aplicado a gerência de rede de distribuição elétrica rural da área litorânea de Utinga, localizada nos municípios do Conde e Alhandra- Pb. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. **Anais...** Recife, 2010. P 002-008.

Oliveira, A. M. dos S.; Brito, S. N. A. **Geologia de engenharia**. ABGE. São Paulo-SP. 450p, 1998.

Ribeiro, G. T.; Nogueira, A. A. R. Geoprocessamento aplicado às linhas de transmissão de Itaipu. In: Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia. **Anais...** Disponível em: <<http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2006/CRICTE%202006/trabalhos/181441-comp-16-08-5441.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2010.