



**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - FATECS**  
**CURSO: ADMINISTRAÇÃO**  
**LINHA DE PESQUISA: LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS**  
**ÁREA: MATERIAIS**

PEDRO MELLO LOMBARDI  
RA: 2097700/7

**O EMPREGO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO ELEMENTO DE  
SUSTENTABILIDADE NAS ESCAVAÇÕES DO AHE BELO MONTE**

PEDRO MELLO LOMBARDI

**O EMPREGO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO ELEMENTO DE  
SUSTENTABILIDADE NAS ESCAVAÇÕES DO AHE BELO MONTE**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Administração de Empresas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Prof. Gilberto Gomes Guedes Msc

PEDRO MELLO LOMBARDI

**O EMPREGO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO ELEMENTO DE  
SUSTENTABILIDADE NAS ESCAVAÇÕES DO AHE BELO MONTE**

Trabalho de Curso (TC) apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Administração de Empresas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Prof. Gilberto Gomes Guedes Msc

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

**Banca Examinadora**

---

Professor Gilberto Gomes Guedes Msc  
Orientador

---

Prof. (a):  
Examinador (a)

---

Professor (a):  
Examinador (a)

## O EMPREGO DA LOGÍSTICA REVERSA COMO ELEMENTO DE SUSTENTABILIDADE NAS ESCAVAÇÕES DO AHE BELO MONTE

Pedro Mello Lombardi<sup>1</sup>  
Gilberto Gomes Guedes<sup>2</sup>

### RESUMO:

Este artigo caracteriza a utilização da logística reversa como elemento de sustentabilidade (em seus aspectos econômico e ambiental) nas escavações do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte, por meio da análise documental do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do referido empreendimento, confrontado com a teoria existente, levantada por pesquisa bibliográfica realizada nos temas sustentabilidade e logística, com enfoque em logística reversa. Também é apresentada a devida contextualização, com a exposição de breve relato da evolução histórica da energia elétrica no Brasil, da matriz energética nacional e dos requisitos ambientais necessários à implantação de Usinas Hidrelétricas (UHE), bem como a apresentação do AHE Belo Monte.

Palavras chave: Logística reversa. Sustentabilidade. AHE Belo Monte.

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de Administração de Empresas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

<sup>2</sup> Docente do curso de Administração de Empresas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília, graduado em Administração de Empresas pelo UniCEUB e mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

## 1. INTRODUÇÃO

Em função da contínua expansão econômica do Brasil nas últimas décadas, a demanda por energia vem crescendo de forma vertiginosa no País, o que torna imprescindível o constante investimento na geração de energia elétrica. Assim, e considerando que a energia hidrelétrica se mostra a mais adequada para as características geográficas brasileiras, 109.138.181,00 kW de energia foram outorgados para este tipo de exploração até 12/4/2012, dos quais 11.181.000 kW provém do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte, no rio Xingu, no Estado do Pará.

No entanto, tais empreendimentos exigem obras imensas, de alto custo e complexidade. Segundo Luiz Fernando Rufato, diretor de construção do consórcio Norte Energia, a obra de Belo Monte exigirá a ampliação do aeroporto de Altamira (para suportar o fluxo de operários - 22 mil, espalhados em três canteiros de obra no meio da mata), a pavimentação da rodovia Transamazônica (BR-230), abertura de novos 400 km de estradas cortando a floresta, além da construção de um porto. (BORGES, 2011) Tudo isso para possibilitar a chegada de máquinas e insumos, o que evidencia a complexidade logística do projeto, cujo canteiro encontra-se em meio à Floresta Amazônica.

Ademais, tais obras representam relativa interferência no meio ambiente, razão pela qual costumam despertar a ira de ambientalistas, normalmente contrários à implantação de grandes aproveitamentos hidrelétricos, o que se evidencia por diversas manifestações e pela criação do Movimento Gota D'água, grupo de ativistas contrários à implantação do AHE Belo Monte que contou com o apoio de artistas para alcançar milhares de brasileiros, causando grande agitação acerca do tema.

Diante do exposto, este Trabalho de Curso (TC) apresenta o resultado de pesquisa bibliográfica sobre os temas sustentabilidade, logística e logística reversa, confrontado com o resultado de pesquisa documental no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do AHE Belo Monte, buscando verificar se a logística reversa é empregada para mitigar os impactos ambientais decorrentes da referida obra.

No entanto, a magnitude do projeto explorado inviabilizaria a pesquisa, diante da limitação de recursos do pesquisador, razão pela qual o estudo se limitou às

escavações da Usina citada, que, em função do grande volume de terra e pedra retirado, ofereceu material suficiente material para a elaboração do trabalho.

Diante do exposto, o Objetivo Geral deste artigo é avaliar o emprego da logística reversa como elemento de sustentabilidade nas escavações do AHE Belo Monte. Para tal, foram estabelecidos os seguintes Objetivos Específicos:

1. Discutir conceitualmente os temas sustentabilidade e logística, com enfoque em logística reversa;
2. Apresentar as exigências ambientais impostas à implantação de empreendimentos hidroelétricos nos Brasil, as características da AHE Belo Monte e sua importância estratégica para o país; e
3. Conhecer o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do AHE Belo Monte, apresentando as práticas de logística reversa propostas para mitigar os impactos ambientais decorrentes das escavações do empreendimento.

Para viabilizar o alcance dos objetivos propostos, foi realizada pesquisa bibliográfica, em livros dos mais renomados autores e em artigos atuais, sobre os temas sustentabilidade, logística e logística reversa, além de pesquisa documental na legislação afeta e no EIA do AHE Belo Monte, conforme apresentado a seguir.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A primeira etapa do desenvolvimento deste trabalho consiste na discussão teórica dos temas sustentabilidade e logística - com enfoque em logística reversa -, para tecer o arcabouço necessário à evolução do tema. Feito isto, serão apresentadas as características do setor elétrico e as exigências ambientais do processo de implantação de usinas hidrelétricas no Brasil, para então expor as principais características do AHE Belo Monte.

Por fim, serão coletados os dados no Estudo de Impactos Ambientais (EIA) do citado aproveitamento hidrelétrico.

### 2.1 Referencial Teórico

A seguir é apresentada a pesquisa bibliográfica realizada sobre os dois eixos teóricos que fundamentam o artigo, sustentabilidade e logística, e, logo após, a pesquisa documental realizada para apresentar o setor elétrico brasileiro, o processo de implantação de usinas hidrelétricas e as características do AHE Belo Monte.

#### 2.1.1 Sustentabilidade

Consequência da rápida expansão da atividade industrial e do crescimento econômico observado nas últimas décadas, o tema sustentabilidade vem sendo cada vez mais explorado, tomando grande importância nas estratégias empresariais, muito em função da atuação cada vez maior do Estado no sentido de impor a preocupação com as gerações futuras, além da sensibilização da sociedade que, em todo o mundo, tem se preocupado com os diversos aspectos do equilíbrio ecológico. (LEITE, 2009).

Como resultado, pode-se destacar a emergência de diversos conceitos, formulados tanto por acadêmicos quanto por governos, sendo que todos possuem algo em comum: o interesse em conciliar a preservação ambiental, a responsabilidade social e o desenvolvimento econômico.

O primeiro conceito com reconhecimento internacional – ainda atual e aceito – de sustentabilidade (ou desenvolvimento sustentável) surgiu em um contexto ecologicamente conturbado pelo recente desastre nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, e foi levado a público no relatório Nosso Futuro Comum, da Comissão Mundial sobre

o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), da ONU, publicado em 1987 (ROLIM, 2004): "o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades". (VIEIRA, 2002, p. 105).

Desde então, o tema tem ganhado importância e vem sendo cada vez mais discutido em todas as esferas da sociedade mundial, desde cidadãos comuns até os governos. Neste contexto, desde o lançamento do conceito da CMMAD, a União Europeia já debatia a sustentabilidade de forma conjunta, sendo que, da Cúpula Mundial para Desenvolvimento Social - realizada em Copenhague, em 1995 - e do Tratado de Amsterdã de 1997, surgiu o Modelo de Sustentabilidade de Três Pilares, o qual propõe que o desenvolvimento sustentável se baseia em três fatores igualmente importantes e necessários – o ecológico, o econômico e o social. (BADER, 2008).

Mantendo perfeito alinhamento aos conceitos anteriores, Buckley (2011) afirma que a sustentabilidade está intimamente ligada a modelos que apoiem empresas que combinem de forma igualitária os recursos humanos, financeiros e ambientais, na busca por processos mais eficientes e inovação tecnológica em prol de ganho de produtividade.

Acrescenta ainda que, de acordo com a Conferência Internacional do Trabalho (CIT) de 2007 (reunião realizada entre os Estados-membro, os empregadores e os trabalhadores da Organização Internacional do Trabalho - OIT),

as empresas sustentáveis são uma fonte fundamental de crescimento, de geração de riqueza, de empregos e de trabalho decente e, por isso, para a conquista dos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODMs (*Millenium Development Goals* – MDGs). (p. xiii).

Nesse sentido, e considerando a já citada difusão da discussão sobre a sustentabilidade, o presidente executivo do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), Fernando Almeida, afirma que a participação das empresas privadas nestes debates vem crescendo mundialmente: "no mundo inteiro, os empresários mais conscientes estão comprovando, com ações e resultados, que investir em sustentabilidade representa um excelente negócio, além de ser eticamente correto". (ROLIM, 2004).



Assim, fica evidente o alinhamento conceitual no discurso dos diversos autores estudados, podendo ser adotada a definição de sustentabilidade proposta pelo Instituto Ethos (2011):

a forma de gestão que se define pela relação ética e transparente da empresa com todos os públicos com os quais ela se relaciona e pelo estabelecimento de metas empresariais que impulsionem o desenvolvimento sustentável da sociedade, preservando recursos ambientais e culturais para as gerações futuras, respeitando a diversidade e promovendo a redução das desigualdades sociais.

A este conceito apenas convém somar o discurso de Garcia (2008), que reforça a necessidade de uma gestão responsável, no sentido de identificar os impactos da atividade desenvolvida, buscando mitigar os efeitos negativos e reforçar os positivos.

Trazendo o tema ao escopo deste artigo, convém ressaltar que, segundo Reis e Cunha (2006, p.58), o aumento vertiginoso do emprego da energia elétrica para sustentar a indústria em franca expansão a partir do século XIX trouxe inúmeros problemas ambientais, dentre os quais se destaca a degradação do solo, que deve ser levada em consideração no momento da elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA):

Os principais impactos esperados no solo estão ligados ao conjunto das obras de engenharia, tais como: instalação do canteiro de obras, abertura das entradas de serviço, áreas de empréstimo e de deposição de descartes, estrada de interligação e, finalmente, a própria formação dos reservatórios.

### 2.1.2 Logística e Logística Reversa

Neste tópico será apresentado um rápido panorama sobre a evolução da logística até o surgimento da logística reversa, descrita em seguida.

De acordo com Filho e Berté (2009), durante a Segunda Guerra Mundial a logística ganhou grande importância nas forças armadas pela necessidade de desenvolvimento de novas atividades e processos que garantissem: (i) o abastecimento das linhas de produção (em função do ambiente de conflito da Europa); (ii) a produção de grande gama de produtos novos e em quantidades nunca antes demandadas (armas, equipamentos, veículos de guerra, medicamentos, etc.) e (iii) distribuição dos produtos citados em ambiente de combate. Após aquele momento, a evolução da logística empresarial ocorreu de

forma acentuada, apresentando seis fases com características distintas, conforme evidenciado a seguir:

- Primeira fase: após a desmobilização das tropas da Segunda Guerra Mundial, os militares introduziram nas empresas privadas diversos conceitos logísticos que se mostraram eficientes na guerra, revolucionando o mercado e se mostrando, em alguns casos (como o dos transportes e distribuição), determinante para o sucesso daquelas organizações. Importante ressaltar que essa “absorção” da logística militar pelo ambiente empresarial se deu em um momento de reconstrução mundial em decorrência da guerra, em que o mundo se encontrava carente de produtos e serviços. Em função disso, as organizações voltaram seus esforços para produção de grandes lotes e redução de custos, o que deu à logística daquela época um enfoque no controle rigoroso dos estoques, para suportar a estratégia de redução dos custos.

- Segunda fase: após a regularização dos mercados, a economia mudou e uma grande quantidade de produtos passou a ser ofertada em supermercados, na era do autosserviço e da venda por catálogos. Em função disso, o enfoque logístico da distribuição precisou se desenvolver fortemente para acompanhar o aumento nas vendas e a expansão geográfica do mercado.

- Terceira fase: o próximo momento logístico ocorreu em um período de investimentos de capitais das empresas, trazendo o foco das organizações para o aumento da lucratividade pela redução dos custos. Assim, a logística passou a se preocupar com os processos produtivos internos, os quais dependiam tão e somente da própria empresa, diferentemente das fases anteriores, dependentes de terceiros.

- Quarta fase: nesta fase, muito em função do surgimento do Modelo Toyota de Produção, a grande competitividade em nível mundial trouxe ao mundo corporativo o enfoque na qualidade dos produtos, exigindo da logística uma visão mais holística, compreendendo desde as compras até as vendas, passando pelo processo produtivo, na busca pela qualidade da aquisição da matéria prima a entrega do produto final.

- Quinta fase: a próxima etapa ocorreu em um momento de consolidação do processo de globalização e de surgimento da terceirização, em que a competição começa a acontecer no ambiente temporal (conquista o mercado quem chega primeiro). Assim, a logística passa a ser vista com um processo gerencial, e a

compreensão dos chamados fluxos logísticos se torna imprescindível. Esta fase também marca o surgimento de legislação e cobranças de caráter ambiental, exigindo das empresas posturas mais ecológicas.

- Sexta fase: esta fase (atual) apresenta não só a competição temporal como também a competição espacial, já que, em função das evoluções tecnológicas e do *e-commerce*, as empresas chegaram a mercados nunca antes alcançados. Desta forma, as organizações precisam estar disponíveis para todos os seus *stakeholders*, 24 horas por dia e 365 dias por ano, em todo o mundo, exigindo dos processos logísticos flexibilidade e agilidade nunca vistos. Além disso, as questões ambientais tomaram ainda mais força e se somaram a novas tendências de responsabilidade social, o que exige da logística a preocupação com a sustentabilidade (socioambiental, conforme exposto na seção 2.1.1) dos bens e serviços produzidos e ofertados.

Filho e Berté (2009) reforçam a necessidade de observar que as características de uma fase não foram abandonadas na fase seguinte. Pelo contrário, trata-se de um processo evolutivo, de forma que as características foram somadas, ampliando a abrangência e a complexidade da logística com o passar dos anos.

Após descrito o panorama histórico, aprestam-se a seguir os conceitos mais aceitos de logística, conforme Campos e Brasil (2007).

Tabela 1 - Definições de Logística

Autor	Conceito
Ballou (1993, p.15)	Estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e aos consumidores através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visem facilitar o fluxo de produtos.
Bowersox et al. (1986, p. 26)	É um esforço integrado com o objetivo de ajudar a criar valor para o cliente ao menor custo total possível.
Christopher (1997, p. 02)	Processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, a movimentação e a armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informações correlatas) através das organizações e dos seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presentes e futuras, por meio do atendimento dos pedidos a baixo custo.
<i>Council of Supply Chain</i>	Processo de planejamento, implantação e controle eficiente e eficaz do fluxo e da armazenagem de mercadorias, serviços e

<i>Management Professionals</i> (CSCMP) (1995)	informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades do cliente.
Dornier et al. (2000, p. 39)	É a gestão de fluxos entre funções de negócio.
Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAM) (2000, p. 01)	Processo que integra, coordena e controla a movimentação de materiais, o inventário de produtos acabados e as informações relacionadas (dos fornecedores), através de uma empresa para satisfazer às necessidades dos clientes.

Fonte: CAMPOS; BRASIL, 2007, p.25.

De acordo com Ballou (2006), a definição mais completa de logística empresarial é a proposta pelo *Council of Supply Chain Management Professionals*<sup>3</sup>, apresentada na Tabela 1, por ser capaz de expressar elementos de todas as fases da sua evolução e reforçar a posição já mencionada de que passou a ser encarada como um processo holístico, que perpassa por diversas atividades distintas e igualmente importantes na produção e distribuição de produtos e serviços.

Para evidenciar ainda mais a importância estratégica da logística no contexto atual, convém transcrever trecho da obra de Filho e Berté, *O Reverso da Logística e as Questões Ambientais no Brasil*:

Se na década de 1980 até meados da década de 1990 o enfoque foi na qualidade e na produtividade, a partir da segunda metade da década de 1990 as organizações começaram a vislumbrar na logística as respostas necessárias para aumentar sua competitividade, uma vez que produtividade e qualidade, fatores já considerados diferenciais competitivos significativos no mundo corporativo, constituem condições *sine qua non* para as empresas que pretendem manter a competitividade no atual cenário global (2009, p. 37).

Percebe-se no histórico apresentado que, a partir da quinta fase da evolução da logística, a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade se tornou forte no mundo empresarial, e uma das respostas dadas a esta nova demanda social foi a logística reversa, que, de acordo com Rogers e Tibben-Lembke (1998, *apud* Leite, 2002), pode ser definida como planejamento, implementação e controle de fluxos de matérias-primas, produtos em curso e produtos acabados, desde o ponto de e consumo até ao ponto de origem, com o objetivo de agregar valor, o que,

<sup>3</sup> Grupo de pessoas envolvidas com a logística (gestores, educadores e profissionais da área) que, em 1962, se organizaram para promover o intercâmbio de experiências e ideias afetas ao tema.

segundo Leite (2009), pode ocorrer, dentre outras, de formas econômica, ecológica e legal.

Tal definição é suficiente para compreender a diferença maior entre a logística tradicional e a logística reversa: o sentido do aparato logístico. Em outras palavras, a logística tradicional se preocupa com todos os processos da empresa desde o ponto de origem até o consumo, enquanto a logística reversa se preocupa com os processos necessários para retornar os produtos consumidos (bem como resíduos da produção) do ponto de consumo até a origem.

De forma a complementar a definição, e aproximá-la ao escopo deste artigo, a definição de Stock (1998, *apud* Leite, 2002, p. 1) é reproduzida abaixo:

o termo refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura.

A figura abaixo, extraída do artigo “Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxico para preservação do meio ambiente”, publicado em 2010 no *site* Rumo Sustentável, apresenta claramente a diferença citada:

Figura 1 – Logística x Logística Reversa



Fonte: Rumo Sustentável, 2012.

Lacerda menciona que

existe uma clara tendência de que a legislação ambiental caminhe no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida de seus produtos. Isto significa ser legalmente responsável pelo seu destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem no meio ambiente. (2002, p. 01)

Em resposta a esta tendência de aumento de rigor da legislação ambiental, a logística reversa tem sido cada vez mais utilizada nas empresas, dado o seu potencial como fator redutor de custos e agregador de sustentabilidade (LEITE, 2009), e como fonte de vantagem competitiva para as empresas (GARCIA, 2006).

Note-se que logística reversa e sustentabilidade são assuntos que guardam relação e podem ser estudados de forma encadeada. Mais do que isso, sustentabilidade ambiental pode ser vista como fator de incentivo à prática de logística reversa. (LEITE, 2009).

### 2.1.3 O Processo de implantação de UHEs no Brasil

Apesar de não apresentar elemento relevante à análise dos dados coletados, esta seção se mostra conveniente para que o leitor compreenda o contexto no qual o artigo foi desenvolvido. Para tal, inicialmente será apresentado o panorama geral e funcionamento do setor elétrico brasileiro, desde a sua origem até a atualidade, a matriz energética brasileira e então as etapas necessárias à instalação destes empreendimentos, com base em requisitos ambientais.

#### 2.1.3.1 O Setor Elétrico Brasileiro – Evolução e Atualidade

Conforme apresentado por MATTAR (2010), de 1879 (chegada da energia elétrica ao Brasil) até 1930, a geração de energia era monopolizada por capital estrangeiro e tipicamente de pequeno porte, provendo energia para prestação de serviços públicos de iluminação e transporte, impulsionar a indústria nacional (basicamente têxtil), estimular a mineração e implantar a infraestrutura para comercialização do café (beneficiamento e transporte). Isso mostra que, desde a sua gênese, a energia elétrica é uma importante (se não essencial) ferramenta para o crescimento do país em todos os setores: primário, secundário e terciário.

Em 1903 foi publicada a Lei nº 1.145/1903 - regulamentada pelo Decreto nº 5.704/1904 -, regulamentando a concessão e o aproveitamento da energia hidráulica no Brasil. Neste momento o sistema recebeu sua primeira crítica, quando Rui Barbosa, consultor jurídico do consórcio que viria a constituir a Light, expressou sua visão quanto à impossibilidade da livre concorrência neste mercado, já defendendo, naquele momento, alguma interferência estatal, o que viria a acontecer mais tarde (MATTAR, 2010).

Com o passar dos anos, a demanda por energia cresceu de forma exponencial (de 1907 a 1919, a capacidade instalada no Brasil cresceu mais de 600%), o que estimulou a enxurrada de investimentos estrangeiros na geração de energia, culminando na monopolização do setor por grupos internacionais, inclusive

com a transferência de parte das empresas de capital nacional para o controle estrangeiro, o que se deu maciçamente na segunda metade da década de 1920 (GOMES et al., 2003, *apud* MATTAR, 2010).

O próximo momento histórico na evolução do setor elétrico brasileiro, de 1930 a 1945, inicia-se com o enfraquecimento do modelo primário exportador e com a aceleração da industrialização do País, e foi caracterizado pelo grande descompasso entre demanda e oferta de energia: enquanto o consumo no eixo Rio-São Paulo aumentou 250%, a geração de energia teve acréscimo de aproximadamente 70% (VIANA et al., *apud* THEOTÔNIO, 1999).

Este momento também foi marcado pela promulgação, em 10/7/1934, do Decreto nº 24.643, mais conhecido como Código de Águas, pelo então presidente Getúlio Vargas. Tal Decreto, ainda vigente, marcou o início da interferência do Estado no setor, possibilitando grande controle sobre as concessionárias de energia elétrica, principalmente pela caracterização jurídica da água como propriedade exclusiva da União e pelo regime de concessões estabelecido, onde este Ente Federativo deveria conceder ao interessado uma espécie de autorização (hoje dividida em outorga, autorização ou permissão, a depender das características do empreendimento) para que o empresário – particular ou o próprio Estado -, explorasse os recursos hídricos (BRASIL, *apud* MATTAR, 2010).

Após a Segunda Guerra Mundial, com o grande aquecimento da indústria local, a oferta de energia não foi suficiente para atender a demanda, o que culminou em repetidos racionamentos. Em função disto, visando à capitalização do setor elétrico, foram criados, pela Lei nº 2.308, de 31 de agosto de 1954, o Fundo Federal de Eletrificação e o Imposto Único sobre Energia Elétrica – IUEE (JANNUZI, 2007, *apud* MATTAR). Como consequência, houve grandes investimentos estatais na geração e na transmissão de energia neste período, de forma que a potência instalada do Brasil subiu de 1.342 MW, em 1945, para 30.068 MW, em 1979 (CASTELO BRANCO, 1996, *apud* THEOTÔNIO, 1999).

Apesar da entrada em operação de duas grandes hidrelétricas - UHE Itaipu Binacional (com potência instalada de 14 MW) e UHE Tucuruí (primeira grande hidrelétrica construída na Amazônia) - na década de 1980 (MATTAR, 2010), este período foi marcado pela crise econômico-financeira do setor, decorrente do

aumento do endividamento externo do País, que resultou em cortes de investimentos do governo. Como consequência, o setor recebeu pouco recurso e algumas obras de geração foram paralisadas, iniciando-se um processo de crise que só foi estancado a partir de severas mudanças ocorridas a partir da década de 90. (SANTANA, 1995, *apud* THETÔNIO, 1999).

A primeira delas teve início com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, pela lei nº 9.427, de dezembro de 1996. Suas maiores características foram a privatização e a desverticalização das empresas do setor (que passaram a ser divididas por segmentos: geração, transmissão, distribuição e comercialização), e pela determinação de realização de leilões para exploração dos potenciais hidráulicos, sendo detentora da outorga a empresa que oferecesse o maior valor pelo uso do bem público (ANEEL, 2008). Já a segunda mudança instituiu o chamado Novo Modelo do Setor Elétrico, vigente desde 2004, abaixo detalhado.

#### 2.1.3.1.1 O Novo Modelo do Setor Elétrico

Concebido pela Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, o Novo Modelo do Setor Elétrico foi proposto visando atingir três objetivos principais: (i) garantia do suprimento de energia elétrica; (ii) promoção da modicidade tarifária e (iii) inserção social no Setor Elétrico Brasileiro por meio dos programas de universalização (CCEE, 2012).

Para a garantia do suprimento, o modelo prevê diversas medidas a serem observadas pelos Agentes, dentre as quais o monitoramento permanente da continuidade e da segurança de suprimento, buscando identificar desequilíbrios entre oferta e demanda (CCEE, 2012), o que poderia comprometer o crescimento do País (REIS; CUNHA, 2006).

Na busca pela modicidade tarifária, o modelo determina que a energia deve ser comprada pelas distribuidoras (no Ambiente de Contratação Regulada) por meio de leilões de energia, observando o critério de menor tarifa, minimizando o custo da energia a ser repassado para a tarifa dos consumidores cativos (CCEE, 2012).

A inserção social busca promover a universalização do acesso e do uso do serviço de energia elétrica, criando condições para que os benefícios da eletricidade sejam disponibilizados aos cidadãos que ainda não contam com esse serviço, e



garantir subsídio para os consumidores de baixa renda, de tal forma que estes possam arcar com os custos de seu consumo de energia elétrica (CCEE, 2012).

Quanto a este aspecto, convém observar que, segundo Reis e Cunha (2006), hoje o acesso à energia é fator de inclusão social e, conseqüentemente um requisito de sustentabilidade. Buscando alcançar este objetivo, está em vigor o programa Luz para Todos, do Governo Federal, que pretende levar energia elétrica a todos ainda sem acesso.

Como características básicas do modelo, se destacam as que seguem (MATTAR, 2010):

- Empresas divididas por segmentos: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação de energia elétrica;
- Possibilidade de competição nos segmentos de geração e comercialização;
- Existência de dois ambientes de comercialização de energia elétrica: (i) Ambiente de Contratação Livre – ACL: preços livremente negociados; e (ii) Ambiente de Contratação Regulada – ACR: necessidade de leilão e licitação pela menor tarifa.

#### 2.1.3.2 Matriz Energética Atual – A Relevância da Fonte Hidráulica de Geração de Eletricidade no Brasil

Por matriz energética, se entende toda a forma de energia disponível para o desenvolvimento das atividades de um país, sendo dividida em fontes não renováveis e renováveis.

Segundo Reis e Cunha (2006), quase 80% da matriz energética do mundo depende da queima de combustíveis fósseis, fator que contribui diretamente com o aquecimento global e indiretamente com os recentes desastres naturais. À contramão desta tendência, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2010, 45,4% da matriz energética brasileira advinha de fontes renováveis (EPE, 2011), se destacando neste cenário a geração hidráulica de energia elétrica, que respondia a 14,2% da matriz. Estes números garantem ao Brasil a matriz energética mais limpa do mundo industrializado.

Acerca da energia elétrica, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica, o Brasil possui 2.062 empreendimentos de geração em operação, gerando

117.462.871 KW de potência. Para suprir o constante aumento na demanda por energia, típico de um país em acelerado processo de desenvolvimento, essa oferta vem sempre crescendo, sendo que atualmente existem 175 empreendimentos de geração em fase de construção (com potência outorgada de 27.003.788 KW) e outros 543 outorgados, porém com a construção não iniciada (com potência outorgada de 21.184.243 KW). (ANEEL, 2012).

Antes de detalhar esta informação, se faz necessário esclarecer quais são os tipos de usinas utilizadas para geração de energia elétrica no Brasil (ANEEL, 2012):

- Central Geradora Hidrelétrica (CGH): aproveitamentos de potenciais hidráulicos iguais ou inferiores a 1 MW;
- Pequena Central Hidrelétrica (PCH): usinas com potência instalada superior a 1 MW e igual ou inferior a 30 MW e com o reservatório com área igual ou inferior a 3 Km<sup>2</sup>;
- Usina Hidrelétrica (UHE): usinas com potência instalada superior a 30 MW, ou aquelas com potência entre 1 MW e 30 MW com o reservatório com área superior a 3 Km<sup>2</sup>;
- Usina Termelétrica (UTE);
- Usina Eólicoelétrica (EOL);
- Fonte Alternativa de Energia (SOL); e
- Usina Termonuclear (UTN)

Conhecendo os tipos de geração existentes, apresentam-se a seguir tabelas com o detalhamento do parque gerador do Brasil, de acordo como dados publicados no Banco de Informações da Geração (BIG) da ANEEL (2012).

Tabela 2 - Empreendimento de Geração em Operação

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (KW)</b>	<b>%</b>
CGH	373	220.216	0,18%
PCH	73	3.935.209	3,21%
UHE	423	81.943.063	66,84%
EOL	8	1.575.738	1,29%
UFV	182	5.494	0,00%
UTE	1.541	32.928.528	26,86%
UTN	2	1.990.000	1,62%
<b>Total</b>	<b>2.602</b>	<b>122.598.248</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Banco de Informações da Geração (BIG), ANEEL, 2012 – Adaptado.

Tabela 3 - Empreendimentos de Geração em Construção

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (KW)</b>	<b>%</b>
CGH	1	848	0,00%
PCH	59	717.345	2,66%
UHE	11	18.252.400	67,59%
EOL	59	1.506.690	5,58%
UTE	44	5.176.505	19,17%
UTN	1	1.350.000	5,00%
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>27.003.788</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Banco de Informações da Geração (BIG), ANEEL, 2012 – Adaptado.

Tabela 4 - Empreendimentos de Geração Outorgados entre 1998 e 2012, mas que não iniciaram a construção

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (KW)</b>	<b>%</b>
CGH	61	40.698	0,43%
PCH	134	1.849.090	19,47%
UHE	11	2.179.042	22,95%
EOL	188	5.414.790	57,03%
UTE	148	11.700	0,12%
<b>Total</b>	<b>542</b>	<b>9.495.320</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Banco de Informações da Geração (BIG), ANEEL, 2012 – Adaptado.

A partir das tabelas apresentadas, é possível perceber que a geração proveniente de fonte hidráulica (CGH, PCH e UHE) se mostra predominante no Brasil, somando 70,23% dos empreendimentos de geração em operação (Tabela 2), 70,25% dos empreendimentos de geração em construção (Tabela 3) e 42,85% dos empreendimentos de geração outorgados, porém com a construção não iniciada (Tabela 4)

### 2.1.3.3 Processo de Outorga de Geração – Exigências Ambientais

Dependendo das características do empreendimento a ser construído, a exploração de recursos hídricos pode ocorrer de três formas, pela instalação de (i) Central Geradora Hidrelétrica (CGH), (ii) Pequena Central Hidrelétrica (PCH) ou (iii) Usina Hidrelétrica (UHE). De acordo com a Prestação de Contas 2011 da ANEEL, as CGHs apenas precisam ser registradas e as PCHs dependem de autorização outorgada pela ANEEL para operar (ANEEL, 2012).

Já as UHEs, seara deste estudo, dependem de outorga de concessão emitida por decreto presidencial, após realização de leilão, cujo processo é conduzido pela ANEEL, por delegação do Ministério de Minas e Energia (MME). (ANEEL, 2012).

Para iniciar a implantação das UHEs, o investidor deve cumprir exigências técnicas e ambientais, com a ANEEL e o órgão ambiental responsável pela avaliação do empreendimento<sup>4</sup>, respectivamente. Considerando os objetivos deste Trabalho de Curso, serão apresentadas apenas as exigências ambientais do processo.

O licenciamento ambiental possui três etapas distintas: (i) licença prévia (LP) - emitida na fase de planejamento do empreendimento, aprova a viabilidade ambiental do projeto; (ii) licença de instalação (LI) - autoriza o início da obra; e (iii) licença de operação (LO) – aprova a entrada em operação do empreendimento, após verificação do atendimento de todas as exigências feitas nas LP e LI. (IBAMA, 2012)

No processo acima descrito, o empreendedor elabora estudos ambientais detalhados para cada etapa do licenciamento e os encaminha ao órgão ambiental para análise e deferimento (IBAMA, 2012). Na fase de licenciamento prévio, conforme o artigo 2º da Resolução CONAMA nº 001/1986, o documento a ser submetido é o Estudo de Impacto Ambiental - EIA (BRASIL, 1986), o qual será analisado neste artigo.

#### 2.1.4 Caracterização do AHE Belo Monte

Componente do Plano de Expansão do Setor Elétrico desde 1986, o empreendimento objeto do presente estudo é o Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte - 3ª maior usina do mundo e 2ª maior do Brasil -, projetado para a região Norte do Brasil, no rio Xingu, estado do Pará, localizado na área denominada de Volta Grande do rio Xingu. Estima-se investimento na ordem de R\$ 17,3 bilhões na sua construção, que envolverá o alagamento de uma área de 516 Km². (EIA)

Considerando-se todo o complexo do aproveitamento (barragem, reservatório, tomada d'água e casa de força), o empreendimento ocupará terras dos municípios de Vitória do Xingu, Altamira e Brasil Novo, tendo como principal acesso a Rodovia

---

<sup>4</sup> Estadual ou Federal, a depender das características do potencial hídrico.

Transamazônica (BR-230), além da possibilidade de acesso fluvial, pelo rio Xingu. (EIA)

De acordo com os Estudos de Viabilidade realizados pela ELETROBRÁS e ELETRONORTE, o AHE Belo Monte foi projetado para gerar energia elétrica à fio d'água<sup>5</sup> e sua capacidade instalada será de 11.181,3 MW, com uma estimativa de energia firme equivalente a 4.719 MW médios anuais na Casa de Força Principal e 77 MW médios na Casa de Força Complementar. Esta energia será transportada para os centros consumidores do Norte, em menor parte, e para os grandes centros consumidores do Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste, que apresentam déficit energético e estão com seu potencial hidrelétrico praticamente todo explorado. (EIA)

Para que se perceba a grandiosidade desses números, gerando por um ano, Belo Monte seria capaz de abastecer, sozinha, todo o Brasil por 35 dias (considerando-se o consumo de 2009). Ou, em outra análise, tal produção seria suficiente para atender 21,5 milhões de unidades consumidoras residenciais, 39% do total do país. (ANEEL, 2011).

## 2.2 Metodologia

De acordo com Gil (2002), a presente pesquisa se classifica, quanto aos objetivos, como exploratória, por sua intenção de buscar maior familiaridade com o problema e o aprimoramento de ideias. Não é intenção deste trabalho esgotar (ou concluir assertivamente) nada acerca do emprego da logística reversa no AHE Belo Monte ou qualquer outro grande empreendimento hidrelétrico, ele pretende apenas explorar um novo caminho para estudos futuros.

Quanto à forma de abordagem do problema, este artigo se classifica como qualitativo, visto que utiliza subjetividade e liberdade na interpretação dos dados, buscando verificar a utilização de práticas de logística reversa como ferramenta de sustentabilidade no canteiro de obras do AHE Belo Monte. Não pretende afirmar ou generalizar seus resultados para os demais empreendimentos, mas sim criar um espaço balizado para discussão do tema. (GOMES; ARAÚJO, 2005.)

---

<sup>5</sup> As turbinas são acionadas, basicamente, pelas vazões naturais afluentes às Casas de Força, uma vez que o reservatório não tem capacidade de acumulação, característica que permitiu reduzir a área alagada do empreendimento.

Os meios técnicos de investigação adotados foram a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental, utilizando as seguintes fontes:

- Pesquisa Bibliográfica
  - Bibliotecas do UniCEUB e da ANEEL, além de biblioteca virtual do UniCEUB: livros sobre logística, logística reversa e sustentabilidade;
  - Google, Google Acadêmico, SCIELO e ENANPAD. Palavras chave: Logística Reversa. Sustentabilidade. UHE. (e variações); Sem limitação de prazo, mas priorizando artigos a partir de 2000.
- Pesquisa Documental:
  - Lei nº 9.433/97 (Presidência da República)
  - Lei nº 10.848/2004 (Presidência da República)
  - Documentação referente ao processo de licitação/outorga de geração (MME e ANEEL)
  - Estudo de Impactos Ambientais (EIA) do AHE Belo Monte (IBAMA)
  - Demais documentos e legislação correlatos.

As análises foram realizadas com base no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do AHE Belo Monte, entregue ao IBAMA como parte do processo de licenciamento ambiental do empreendimento, à luz da teoria advinda da pesquisa bibliográfica realizada.

### 2.3 Coleta de Dados

Os dados desta pesquisa foram obtidos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do AHE Belo Monte, documento elaborado visando apresentar os resultados de estudos ambientais realizados entre 2006 e 2009, que mensuram os impactos decorrentes da implantação do AHE Belo Monte, elaborado pela Leme Engenharia Ltda, de acordo com acordo de cooperação técnica firmado com a ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A. e as construtoras Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa e Norberto Odebrecht, sendo parte do processo de licenciamento do referido empreendimento.

O Estudo apresenta análise quanto à viabilidade econômica e técnica, e à sustentabilidade, em seus aspectos sociais e ambientais, do empreendimento, bem como sua adequação ao planejamento energético do País. Este artigo, no entanto, apenas abordará aspectos relacionados à sustentabilidade, mais especificamente

em análise referente ao volume de escavações necessárias e ao seu reaproveitamento.

Para facilitar a apresentação destes dados, convém esclarecer que o AHE Belo Monte foi dividido em 3 sítios construtivos distintos:

- Sítio Pimentel;
- Sítio Bela Vista; e
- Sítio Belo Monte.

Ademais, existem dois outros conjuntos de obras que não se enquadram em nenhum dos sítios citados, quais sejam os diques e canais necessários à formação de parcela do reservatório situada na margem esquerda da chamada Volta Grande, o Reservatório dos Canais. Estes conjuntos de obras foram considerados neste artigo como um quarto sítio construtivo.

### 2.3.1 Volume de Escavações

De acordo com o documento em análise serão necessários 150.725.000 m<sup>3</sup> de escavação comum e mais 59.336.000 m<sup>3</sup> de escavação em rocha para implantar o AHE Belo Monte, conforme apresentado abaixo, em tabela detalhada para cada um dos sítios construtivos:

Tabela 5 – Quantitativo de Escavações do AHE Belo Monte

Tipo de Escavação	Sítio				Total
	Belo Monte	Bela Vista	Pimentel	Canais	
Comum (m <sup>3</sup> x 1.000)	27.800	17.443	932	104.550	<b>150.725</b>
Em Rocha (m <sup>3</sup> x 1.000)	13.684	575	1.437	43.640	<b>59.336</b>
<b>Total (m<sup>3</sup> x1.000)</b>	<b>41.484</b>	<b>18.018</b>	<b>2.369</b>	<b>148.190</b>	<b>210.061</b>

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

Para aproximar esses números à realidade do público, o total de escavações em solo e rocha do AHE Belo Monte seria suficiente para construir aproximadamente 84.024 piscinas olímpicas, com 50 metros de comprimento, 25 de largura e 2 de profundidade. Para encher tantas piscinas, seriam necessários mais de 210 bilhões de litros de água.

### 2.3.2 Origem e Destino de Materiais Naturais de Construção

A construção do empreendimento em questão necessita de aporte de grande quantidade de diversos materiais de construção (inclusive naturais), cuja logística é apresentada no documento EIA elaborado pela Leme Engenharia.

Tais estudos apresentam duas formas de fornecimento de materiais terrosos e pétreos para o abastecimento da obra: utilização de volumes já escavados, quando possível, e utilização de áreas de empréstimo<sup>6</sup>. Durante a análise do EIA, percebeu-se a preocupação constante com a otimização do aproveitamento dos volumes de escavação obrigatória.

No entanto, nem todo volume escavado pode ser reaproveitado nas obras, parte em função da qualidade da terra e da rocha retirados (inadequadas para a destinação), parte pela distância entre os pontos de escavação e de construção, o que elevaria o custo em razão do incremento logístico necessário.

Dito isso, a seguir serão apresentados os quantitativos de terra e rocha necessários às obras em cada um dos sítios construtivos, identificando a parcela deste volume que advém de escavações obrigatórias.

#### 2.3.2.1 Sítio Pimentel

Para as obras do sítio Pimentel, serão necessários 65.204.420 m<sup>3</sup> de solo comum, dos quais apenas 4.671.800 poderão ser aproveitados de escavações obrigatórias da região. Por outro lado, dos 21.370.550 m<sup>3</sup> de material pétreo necessários, 17.626.850 (82,48%) serão aproveitados de escavações próximas necessárias às obras. A tabela a seguir, apresenta a relação descrita:

Tabela 6 – Origem de Materiais Terrosos e Pétreos – Sítio Pimentel

<b>Material</b>	<b>Origem</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Percentual</b>
Terroso	Escavação Obrigatória	4.671.800	7,16%
	Áreas de Empréstimo	60.532.620	92,84%
	<b>Subtotal</b>	<b>65.204.420</b>	<b>100%</b>
Pétreo	Escavação Obrigatória	17.626.850	82,48%
	Áreas de Empréstimo	3.743.700	17,52%
	<b>Subtotal</b>	<b>21.370.550</b>	<b>100%</b>

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

<sup>6</sup> Áreas próximas ao local de aplicação, cujo material foi estudado e apresentou características compatíveis com as exigências de sua aplicação.



Lembrando que a decisão quanto ao aproveitamento de material advindo de escavações obrigatórias deve considerar, também, a distância entre a sua origem e o ponto de utilização, a tabela abaixo apresenta as distâncias máxima e média, tanto para materiais terrosos quanto pétreos, no sítio Pimentel:

Tabela 7 – Distância entre Obtenção e Aplicação de Material – Sítio Pimentel

Material	Escavação	Distância	
		Máxima	Média
Terroso	Obrigatória	1,0 Km	0,61 Km
	Empréstimo	1,2 Km	0,63 Km
Pétreo	Obrigatória	1,0 Km	0,56 Km
	Empréstimo	2.2 Km	1,1 Km

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

### 2.3.2.2 Sítio Bela Vista e Reservatório dos Canais

Em função da proximidade e da relação guardada entre os volumes escavados e aplicados no sítio Bela Vista e no Reservatório dos Canais, a logística de abastecimento de materiais naturais a estes dois pontos foi abordada de forma conjunta pelo EIA estudado.

Dito isso, abaixo é apresentada a origem da terra e rocha necessários às obras do Sítio Bela Vista e do Reservatório dos Canais:

Tabela 8 – Origem de Materiais Terrosos e Pétreos – Sítio Bela Vista e Reservatório dos Canais

Material	Origem	Volume (m <sup>3</sup> )	Percentual
Terroso	Escavação Obrigatória	90.644.900	58,96%
	Áreas de Empréstimo	63.103.600	41,04%
	<b>Subtotal</b>	<b>153.748.500</b>	<b>100%</b>
Pétreo	Escavação Obrigatória	15.365.930	100%
	Áreas de Empréstimo	0	0,00%
	<b>Subtotal</b>	<b>15.365.930</b>	<b>100%</b>

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

Observa-se que quase 60% do volume da terra e 100% da rocha necessários às obras citadas tem origem em escavações obrigatórias, o que reduz em mais de 100 milhões de metros cúbicos o volume a ser escavado para esta finalidade.

Reforçando a relevância da distância entre a origem do material e seu ponto de utilização na decisão quanto ao aproveitamento de material advindo de escavações obrigatórias, a tabela abaixo apresenta as distâncias máxima e média,

tanto para materiais terrosos quanto pétreos, no sítio Bela Vista e no Reservatório dos Canais:

Tabela 9 – Distância entre Obtenção e Aplicação de Material  
Sítio Pimentel e Reservatório dos Canais

Material	Escavação	Distância (Km)	
		Máxima	Média
Terroso	Obrigatória	2,5 Km	1,24 Km
	Empréstimo	1,0 Km	0,62 Km
Pétreo	Obrigatória	10 Km	4,87 Km
	Empréstimo	-	-

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

### 2.3.2.3 Sítio Belo Monte

A Tabela abaixo apresenta a relação de origem e destino para os materiais terrosos e pétreos necessários às obras do Sítio Belo Monte:

Tabela 10 – Origem de Materiais Terrosos e Pétreos – Sítio Belo Monte

Material	Origem	Volume (m <sup>3</sup> )	Percentual
Terroso	Escavação Obrigatória	26.434.000	64,05%
	Áreas de Empréstimo	14.835.000	35,95%
	<b>Subtotal</b>	<b>41.269.000</b>	<b>100%</b>
Pétreo	Escavação Obrigatória	33.254.000	100%
	Áreas de Empréstimo	0	0,00%
	<b>Subtotal</b>	<b>33.254.000</b>	<b>100%</b>

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

Da mesma forma que ocorre no sítio Bela Vista e no Reservatório dos Canais, a maior parte do material terroso e 100% do material pétreo necessários às obras do sítio Belo Monte tem origem em escavações obrigatórias, o que representa grande ganho em termos de sustentabilidade.

Conforme ocorrido nas seções anteriores, a tabela abaixo apresenta as distâncias máxima e média entre a origem do material e seu ponto de utilização, tanto para materiais terrosos quanto pétreos, no sítio Belo Monte:

Tabela 11 – Distância entre Obtenção e Aplicação de Material – Sítio Belo Monte

Material	Escavação	Distância (Km)	
		Máxima	Média
Terroso	Obrigatória	1,0 Km	0,61 Km
	Empréstimo	1,0 Km	0,9 Km
Pétreo	Obrigatória	2,5 Km	1,7 Km
	Empréstimo	-	-

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

### 2.3.2.4 Bota-fora

Conforme já apresentado neste trabalho, nem todo volume escavado pode ser reaproveitado nas obras, o que gera a necessidade de disposição dos excedentes nos chamados bota-fora, áreas destinadas a receber os materiais rejeitados.

O volume previsto para disposição em bota-fora em cada um dos sítios construtivos é apresentado abaixo:

Tabela 12 – Volume Previsto para Bota-Fora

Material	Sítio Construtivo			TOTAL
	Pimentel	Bela Vista e Canais	Belo Monte	
<b>Terroso</b>	932.370 m <sup>3</sup>	121.992.790 m <sup>3</sup>	27.799.885 m <sup>3</sup>	<b>150.725.045</b>
<b>Pétreo</b>	1.437.220 m <sup>3</sup>	44.214.710 m <sup>3</sup>	13.683.900 m <sup>3</sup>	<b>59.335.830</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2.369.590 m<sup>3</sup></b>	<b>166.207.500 m<sup>3</sup></b>	<b>41.483.785 m<sup>3</sup></b>	<b>210.060.875</b>

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

### 2.4 Apresentação e Discussão dos Resultados

Conforme apresentado na seção 2.1.1, um dos impactos ambientais mais relevantes na implantação de usinas hidrelétricas decorre da utilização do solo, tanto em função da interferência causada quando da sua retirada de áreas de empréstimo quanto na sua disposição final.

O volume de escavações necessário à implantação do AHE Belo Monte (210.061.000 m<sup>3</sup> - conforme Tabela 5), evidencia este problema, que pode ser mitigado com o reaproveitamento do material construtivo em outras etapas da obra. Desta forma, os dois principais problemas decorrentes da utilização do solo podem ser minimizados: (i) a quantidade de terra e rocha a ser retirada de áreas de empréstimo e (ii) a quantidade de material a ser disposta em bota-fora.

Ao encarar cada etapa do cronograma de construção do AHE Belo Monte como um processo produtivo distinto, pode-se considerar que a terra e rocha retirados nada mais são do que resíduos da produção, que deveriam ser descartados, provavelmente em bota-fora.

Propondo uma destinação distinta, tal qual a alocação como insumo produtivo em outra fase da obra, pode-se caracterizar que o consórcio adotou uma prática de

logística reversa, conforme os conceitos apresentados na seção 2.1.2, que descrevem esta forma de logística como aquela que se preocupa com a destinação final dos resíduos produtivos.

A utilização da terra e da rocha retiradas de escavações obrigatórias como material de construção se alinha perfeitamente à definição de logística reversa proposta por Stock (1998), que a relaciona com a preocupação em substituir e reutilizar materiais, além de dispor corretamente os resíduos.

A partir dos dados apresentados na seção 2.3.2, foi possível construir a tabela 13, que compila o volume de material terroso e pétreo necessário às obras do AHE Belo Monte, separado apenas pela fonte: escavação obrigatória ou área de empréstimo.

Tabela 13  
Material Terroso e Pétreo Necessário à Implantação do AHE Belo Monte.

Sítio	Escavação Obrigatória		Áreas de Empréstimo	
	Volume (m <sup>3</sup> )	Percentual	Volume (m <sup>3</sup> )	Percentual
Pimentel	22.298.650,00	25,76%	64.276.320,00	74,24%
Bela Vista e Reservatório dos Canais	106.010.830	62,69%	63.103.600	37,31%
Belo Monte	59.688.000	80,09%	14.835.000	19,91%
<b>TOTAL</b>	<b>187.997.480</b>	<b>56,93%</b>	<b>142.214.920</b>	<b>43,07%</b>

Fonte: O próprio autor, com base em dados do EIA do AHE Belo Monte.

Ao analisar a tabela percebe-se que, dos 210.061.000 m<sup>3</sup> de escavação obrigatória para construir o AHE Belo Monte (tabela 8, seção 2.3.1), 187.997.480 m<sup>3</sup> podem ser aplicados em outras etapas da obra, o que evidencia grande ganho em termos de sustentabilidade, pois reduz em 187.997.480 m<sup>3</sup> o montante a ser obtido em áreas de empréstimo, o qual representaria um acréscimo de mais de 132%.

Ademais, 187.997.480 m<sup>3</sup> adicionais teriam que ser dispostos em áreas de bota-fora, o que implicaria em um acréscimo de 89,50% à previsão de disposição existente (210.060.875 m<sup>3</sup>) conforme números da Tabela 12.

A análise quanto ao emprego da logística reversa como elemento de sustentabilidade estaria incompleta se não abordasse a questão econômica, visto que, conforme apresentado na seção 2.1.1, diversos autores convergem na adoção da economicidade como um fator de sustentabilidade, mas não foram encontrados

dados que evidenciassem a economia (ou a falta dela) nas escavações do AHE Belo Monte.

No entanto, o EIA estudado apresenta a informação quanto à distância entre a fonte de materiais térreos e pedrosos e o local de aplicação deles, conforme tabelas 7, 9 e 11, e evidencia a preocupação com este fator na definição da origem dos materiais construtivos a serem utilizados.

Analisando as tabelas mencionadas, percebe-se que as distâncias são curtas, não sendo significativamente distintas quando a fonte é uma área de empréstimo ou uma área de escavação obrigatória.

Assim, sabendo que a distância entre o ponto de origem e o ponto de consumo de qualquer bem (ou insumo, no caso) é um fator de elevação do custo, à luz da logística, a pequena distância entre os pontos de escavação obrigatória e os pontos de reaproveitamento do volume retirado pode ser considerado um fator favorável à caracterização do emprego da logística reversa como elemento de sustentabilidade, agora no aspecto de redução de custo.

Ademais, o reaproveitamento dos resíduos das escavações elimina a necessidade de dispêndio de recursos com a disposição em bota-fora e com a escavação de novas áreas de empréstimo.

A respeito do terceiro pilar da teoria de sustentabilidade apresentada na seção 2.1.1, o fator social, não foi possível encontrar no EIA analisado qualquer evidência de agregação ou desagregação de valor social direta decorrente do uso da logística reversa nas escavações do AHE Belo Monte. Desta forma, este aspecto foi desconsiderado na análise.

### 3. Conclusão

O presente artigo alcançou plenamente seu objetivo geral de verificar o emprego da logística reversa como elemento de sustentabilidade nas escavações do AHE Belo Monte, através do atendimento de todos os objetivos específicos. A pesquisa bibliográfica forneceu o embasamento teórico necessário à análise dos documentos afetos à implantação do AHE Belo Monte, concluindo-se pela resposta positiva ao problema de pesquisa, conforme evidenciado na discussão apresentada na seção 2.4.

Mesmo que o EIA do AHE Belo Monte não apresente com clareza a utilização de logística reversa, a análise do documento à luz da teoria apresentada possibilita clara caracterização daquela prática logística que, conforme demonstrado, pode ser considerada como elemento de sustentabilidade em pelo menos dois dos pilares Modelo de Sustentabilidade de Três Pilares: econômico e ambiental.

Quanto à busca pelo terceiro pilar, o fator social, o estudo não encontrou resposta satisfatória quanto à contribuição da logística reversa para o seu alcance (no caso específico das escavações do UHE Belo Monte). No entanto, isto não compromete a conclusão de que a logística reversa é empregada como elemento de sustentabilidade nas escavações do UHE Belo Monte.

Algumas limitações dificultaram a evolução do trabalho, a saber: (i) a complexidade da linguagem utilizada no EIA do AHE Belo Monte, por se tratar de documento técnico; (ii) a dificuldade em confrontar a informação obtida no EIA estudado com outros documentos, criando dependência à percepção do consórcio responsável pela obra; (iii) a escassez bibliográfica específica sobre a utilização de logística reversa em canteiros de obras; e (iv) a escassez de recursos financeiros, o que inviabilizou a verificação *in loco* das constatações obtidas na análise dos documentos.

Como sugestão para estudos futuros, propõe-se a ampliação do escopo desta pesquisa em dois momentos: primeiro, estudar o emprego da logística reversa como elemento de sustentabilidade em todas as fases do processo de implantação do AHE Belo Monte; e segundo, após consolidada a metodologia e definidos os parâmetros adequados, replicar a pesquisa em outros grandes empreendimentos

hidrelétricos, permitindo o levantamento de dados suficientes ao estabelecimento de estado da arte sobre o tema.

Recomenda-se que as pesquisas futuras não se limitem a pesquisa documental, mas que busquem a elucidação de pontos controversos por meio de entrevistas com membros das equipes responsáveis pela concepção dos EIAs e com autoridades nos temas envolvidos, além da verificação *in loco* das constatações obtidas nas análises documentais.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Banco de Informações da Geração**. Brasília, 2012. Disponível em:  
<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>. Acesso em 13 abr. 2012. 11:30.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Prestação de Contas Ordinária Anual: Relatório de Gestão do Exercício de 2011**. Brasília, 2012. Disponível em:  
<[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Relatorio\\_Gestao\\_2011\\_ANEEL\\_V1.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Relatorio_Gestao_2011_ANEEL_V1.pdf)>. Acesso em 8 mai. 2012. 11:15.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Relatório ANEEL 2010**. Brasília, 2011.

BADER, Pascal; tradução MALINA, Hedda. **Sustentabilidade – do modelo à implementação**. 2008. Disponível em  
<<http://www.goethe.de/ges/umw/dos/nac/den/pt3106180.htm>>. Acesso em 30 abr. 2012. 16:00.

BALLOU, Ronald H; tradução RUBENICH, Raul. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BORGES, André. **Valor: Logística de guerra para montar Belo Monte no Pará**. Blog Belo Monte. Brasília, 2011. Disponível em:  
<<http://www.blogbelomonte.com.br/2011/07/18/valor-logistica-de-guerra-para-montar-belo-monte-no-para/>> Acesso em 20 abr. 2012. 10:30.

BUCKLEY, Graeme; SALAZAR-XIRINACHS, José Manuel; HENRIQUES, Michael; tradução SANTI, Ilka Maria de Oliveira. **A promoção de empresas sustentáveis**. Curitiba: Ibpex, 2011. (Série Desenvolvimento Sustentável).

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **O Setor Elétrico Brasileiro**. 2012 Disponível em  
<<http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=e1f9a5c1de88a010VgnVCM100000aa01a8c0RCRD>>. Acesso em 7 mai. 2012. 16:45.

CAMPOS, Luiz Fernando Rodrigues; BRASIL, Caroline V. de Macedo. **Logística: teia de relações**. Curitiba: Ibpex, 2007.

CONAMA. **Resolução nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 27 mar. 2012. 14:18.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). **Balço Energético Nacional 2011 – Ano base 2010: Resultados Preliminares**. Rio de Janeiro: EPE, 2011.



FILHO, Edelvino Razzolini; BERTÉ, Rodrigo. **O Reverso da Logística e as Questões Ambientais no Brasil**. Curitiba: Ibpex, 2009.

GARCIA, Manuel Garcia. **Logística Reversa**: uma alternativa para reduzir custos e criar valor. XII SIMPEP, Bauru - SP, 2006.

GARCIA, Katia C; PIRES, Silvia Helena M.; MATOS, Denise F. De; PAZ, Luciana R. L.; DAMÁZIO, Jorge M.; MENEZES, Paulo Cesar P.; MEDEIROS, Alexandre M. **O Desafio da Sustentabilidade Empresarial no Setor Elétrico Brasileiro**. Anais do XII Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, Volume III, 2008, p. 915-927.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, F.; ARAÚJO, R. **Pesquisa Quanti-Qualitativa em Administração**: uma visão holística do objeto em estudo. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 8, 2005, São Paulo. Anais. São Paulo: FEA/USP, 2005.

INSTITUTO ETHOS. **O que é RSE**. São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www1.ethos.org.br/EthosWeb/pt/29/o\\_que\\_e\\_rse/o\\_que\\_e\\_rse.aspx](http://www1.ethos.org.br/EthosWeb/pt/29/o_que_e_rse/o_que_e_rse.aspx)>. Acesso em 27 mar. 2012. 14:15.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Sistema Informatizado de Licenciamento Federal – Processo de Licenciamento**. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em 3 mai. 2012. 19:00.

LACERDA, Leonardo. **Logística Reversa**: Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. 2002. Disponível em: <[http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica\\_Reversa\\_LGC.pdf](http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2012. 13:50

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa**: nova área da logística empresarial. Revista Tecnológica – maio 2002. São Paulo: Publicare. Disponível em <<http://meusite.mackenzie.com.br/leitepr/LOG%CDSTICA%20REVERSA%20-%20NOVA%20%20C1REA%20DA%20LOG%CDSTICA%20EMPRESARIAL.pdf>>. Acesso em 6 mai. 2012. 14:30.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa**: meio ambiente e competitividade. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LEME ENGENHARIA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte**. Disponível em <[http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento\\_ambiental/UHE%20PCH/UHE%20Belo%20Monte/EIA/](http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/UHE%20PCH/UHE%20Belo%20Monte/EIA/)>. Acesso em 12 mar. 2012. 10:00.

MATTAR, Carlos Alberto Calixto. **Da Gênese à Implantação de Procedimentos de Distribuição – PRODIST**: desafios e oportunidades. Itajubá – MG: 2010. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/Dissertação\\_Carlos%20Mattar.pdf](http://www.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/Dissertação_Carlos%20Mattar.pdf)>. Acesso em 12 abr. 2012. 10:40.

NAGATA, Marcelo T.; VIEIRA, Maria Angélica; SILVA, Raquel Rocha da; GIMENES, Higor Correa. **Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxico para preservação do meio ambiente**. Campinas – SP, 2010. Disponível em <<http://www.rumosustentavel.com.br/logistica-reversa-de-embalagens-vazias-de-agrotoxico-para-preservacao-do-meio-ambiente/>>. Acesso em 6 mai. 2012. 14:00.

REIS, Lineu Belico dos; CUNHA, Eldis Camargo Neves. **Energia Elétrica e Sustentabilidade**: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais. Barueri – SP: Manole, 2006. (Coleção Ambiental).

ROLIM. **Conceito de sustentabilidade nasceu nos anos 80**. 2004. Disponível <em <http://www.gestaoambiental.com.br/articles.php?id=23>>. Acesso em 30 abr. 2012. 17:00.

THEOTÔNIO, Rodrigo da Cunha Rocha. **Princípios de análise da reforma do setor elétrico**: um estudo comparativo. Florianópolis – SC: 1999. Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/disserta99/theotonio/index.html>>. Acesso em 10 abr. 2012. 18:00.

VIEIRA, Vicente P. P. B.; **Sustentabilidade do Semi-Árido Brasileiro**: Desafios e Perspectivas. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Humanos, Vol. 7, n. 4. Out.–dez./2002, p. 105-112. Disponível em <[http://www.abrh.org.br/novo/arquivos/artigos/v7/v7n4/v74\\_08sustentabilidadefinal.pdf](http://www.abrh.org.br/novo/arquivos/artigos/v7/v7n4/v74_08sustentabilidadefinal.pdf)>. Acesso em 30 abr. 2012. 16:30