

A TECNOLOGIA UASB COMO FERRAMENTA PARA DISSEMINAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES EM CIDADES CEARENSES DE PEQUENO PORTE

José Gabriel Mendes dos Santos¹; Monique Albuquerque da Silva²; José Lima de Oliveira Junior³

¹*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará– campus Juazeiro do Norte. E-mail: gabo.mendes97@gmail.com*

²*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará– campus Juazeiro do Norte. E-mail: monique.albuquerque1996@gmail.com*

³*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará– campus Juazeiro do Norte. E-mail: profjr3@gmail.com*

RESUMO

A disseminação do tratamento de esgotos se encontra como uma peça importante para garantir os direitos fundamentais expostos nos artigos 196 e 225 da Constituição Federal, os quais determinam direito a todos o acesso à saúde e a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, uma vez que o correto gerenciamento dos efluentes líquidos propicia a defesa do meio ambiente e bem-estar social. O objetivo do trabalho é verificar a viabilidade de inserção da tecnologia *Up-flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) no tratamento de esgotos em municípios de pequeno porte do Ceará, demonstrando a possibilidade da introdução de tais municípios na realidade de cidades inteligentes. A metodologia consistiu de levantamento bibliográfico e estimativas realizadas com auxílio do *Excel 2013*, para verificação da viabilidade de implantação do sistema UASB para tratamento de esgoto doméstico de cidades de pequeno porte. Verificou – se que, quanto aos custos de instalação, demanda por área e eficiência de tratamento, o sistema anaeróbio se mostrou factível. Além disso, a tecnologia produzirá cerca de 435 kWh de energia elétrica diariamente. Com a efetivação do tratamento de esgoto destes municípios, haverá benefícios para saúde pública e meio ambiente, contribuindo para o cumprimento dos direitos fundamentais previstos na constituinte.

PALAVRAS – CHAVE: Disseminação do Tratamento de Esgoto; Tratamento Anaeróbio; Ceará; Reator UASB.

1. INTRODUÇÃO

A disseminação do tratamento de esgotos domésticos se constitui como uma peça fundamental na busca da melhoria da qualidade de vida nos centros urbanos, uma vez que a efetivação desta acaba por diminuir os impactos provocados pela má gestão dos efluentes, sejam eles ambientais sociais ou econômicos.

É de conhecimento geral que a forma como é administrada os efluentes domésticos controla de modo direto os prejuízos por eles causados. A promoção de problemas como a contaminação do solo e de mananciais subterrâneos e/ou superficiais advém deste controle errôneo que acarreta danos ao meio como um todo. Cogita-se, com muita frequência, a relação entre a disposição adequada dos rejeitos e o bem-estar da população, tendo em vista que, quanto maior a proliferação de afecções oriundas da ausência de saneamento básico, maior será o gasto com saúde pública, fator este que serve como indicador básico da prosperidade da população. Construindo um paralelo entre o cenário explanado e os direitos humanos guardados pela Constituição Federal de 1988, notamos o desacordo com seus artigos 196 e 225 que visam assegurar o direito de todos ao acesso à saúde e um meio ambiente ecologicamente equilibrado, respectivamente. Além disso, tal fator acaba por lesar o princípio da dignidade humana, uma vez que afeta diretamente o equilíbrio de fatores imprescindíveis para que um núcleo urbano seja considerado salubre.

Sabendo-se da relevância da universalização do tratamento de esgotos, surge a problemática de se escolher a tecnologia ideal a ser implantada nas mais diversas regiões do país, principalmente nas áreas com maiores problemas econômicos. Assim, este trabalho tem como objetivo propor a utilização da tecnologia anaeróbia do tipo *Up-flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) em municípios de pequeno porte (50 mil habitantes) no estado do Ceará, demonstrando a viabilidade da mesma quanto à eficiência de tratamento na remoção de matéria orgânica, custos e demanda por área para implantação do sistema, além de estimar a geração de energia elétrica através da suposta produção de biogás oriunda do tratamento de esgoto doméstico, desta forma constatando que é possível inserir pequenas cidades cearenses no contexto do desenvolvimento sustentável.

2. UNIVERSALIZAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

Segundo Pereira (2003), um dos principais sistemas de infraestrutura urbana é o do saneamento básico, sendo diretamente responsável pela preservação do meio ambiente e da

saúde da população. Os gestores encarregados pelo país sempre tiveram um posicionamento significativamente omissivo no que se refere à exclusão social quando o alvo é o desenvolvimento. Avaliando o cenário brasileiro, onde há maior concentração populacional em centros urbanos, pode-se observar uma ineficiência significativa quando se trata dos serviços básicos de saneamento, sobretudo nas periferias (VAZ, 2008). Vale ressaltar que estas incumbências são de responsabilidade pública.

No Brasil, ainda podemos considerar um déficit saliente quando se refere ao tratamento de esgotos domésticos, impactando, assim, cada vez mais nos recursos hídricos de nosso país (SILVEIRA FILHO *et al.*, 2018). O Ranking do Saneamento Básico, elaborado pelo Instituto Trata Brasil, referente ao ano de 2018, revelou que, no país, 48% da população não possuem coleta de esgotos e somente 45% dos esgotos gerados no país são tratados. (ITB,2018)

Segundo Gadêlha, Albuquerque e Belém (2017), a gestão inadequada dos efluentes domésticos proporcionam prejuízos como contaminação do solo e mananciais superficiais e/ou subterrâneos, afetando diretamente o meio como um todo. Além disso, a falta de gerenciamento dos esgotos produzidos afeta diretamente a saúde e bem-estar da população, pois há o aumento da proliferação de doenças relacionadas à falta de saneamento básico, o que tem como consequência um aumento nos gastos com saúde pública. Tais problemas relacionados à falta de tratamento de esgotos seguem em divergência ao que é exposto nos artigos 196 e 225 da Constituição Federal, o direito de todos ao acesso à saúde e um meio ambiente ecologicamente equilibrado, respectivamente. Consequente a isto, o gerenciamento inadequado dos efluentes produzidos ainda acaba por ferir o princípio da dignidade humana, visto que interferem de forma direta nos fatores necessários para garantir a salubridade de um centro urbano.

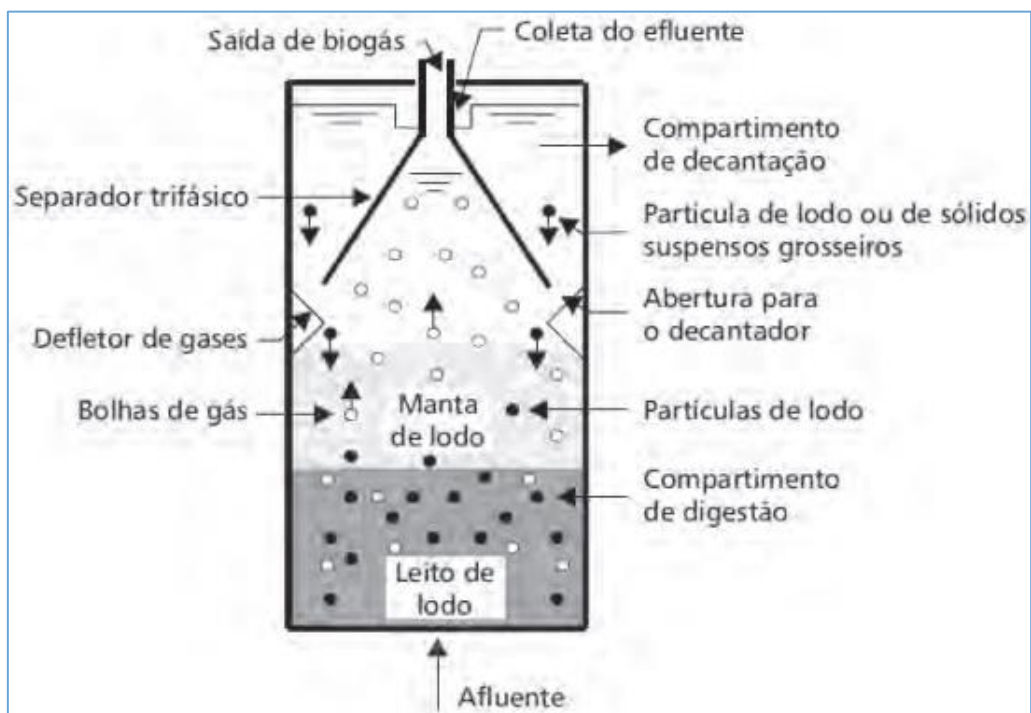
Um dos parâmetros cruciais a ser verificado no tratamento de águas residuárias é a remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), fortemente presente em efluentes domésticos. O esgoto, ao ser lançado *in natura* em um corpo hídrico, potencializa o desenvolvimento de organismos que utilizam a matéria orgânica como fonte de alimento. Consequente a isto, há uma redução do Oxigênio Dissolvido (OD) no corpo hídrico, comprometendo negativamente a qualidade da água (VON SPERLING, 2005; ANDRADE; FELCHAK, 2009).

Tal consideração justifica a necessidade de se utilizar uma tecnologia que possua uma elevada eficiência de remoção da matéria orgânica. Concomitantemente a isto, surge o desafio de se encontrar uma tecnologia que também atenda aos recursos financeiros disponíveis para a aplicação nesta esfera (SILVEIRA FILHO *et al.*, 2018).

2.1 REATORES *UP-FLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET* (UASB)

O reator UASB ou reator anaeróbico de fluxo ascendente (*Up-flow Anaerobic Sludge Blanket*) tem um funcionamento de alta eficiência, assegurando como principal desígnio a remoção da matéria orgânica de águas residuárias (METCALF e EDDY, 2016). A tecnologia UASB, Figura 01, oportuniza um meio vantajoso para o desenvolvimento de microrganismos, que em suma, são os principais incumbidos de degradarem a matéria orgânica. Em consonância com von Sperling (2005), se o processo de operação de um reator UASB for executado de maneira precisa, sua eficiência pode estar em uma faixa entre 60 e 80% quanto à remoção de DBO.

Figura 01 - Esquema de um Reator UASB



Fonte: Chernicharo *et al.*(1999)

Segundo Chernicharo (2007) e Polido (2013), o custo de implantação de um reator UASB é menor se quando comparado a outras tecnologias de tratamento secundário, em virtude de sua maior interação entre os decompositores e a matéria orgânica, oportunizando assim, uma menor área de ocupação da tecnologia e uma elevação na eficiência do tratamento.

2.2 USO DE REATORES UASB NO ESTADO DO CEARÁ

Sabendo-se que o Ceará está inserido na região mais pobre do Brasil (SOARES *et al.*, 2016) e vislumbrando a extrema necessidade de um avanço no quesito “tratamento de efluentes” no Estado, a proposição de uma tecnologia barata e que possua eficiência relativamente alta é de suma importância para a efetivação da disseminação do tratamento de efluentes (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

Além disso, o reator UASB possui um incremento na sua eficiência se inserido em regiões de clima quente, devido ao seu funcionamento ser dependente de microrganismos anaeróbios que possuem metabolismo ótimo em condições de temperatura em faixas mesófilas e termófilas (METCALF & EDDY, 2016).

Sabendo-se que o Ceará possui um clima semiárido (BRASIL, 2017) e que está inserido no contexto da grande região mais pobre do Brasil, pode-se afirmar que o reator UASB seria o mais propício a ser aplicado no Estado. Outro fator que evidencia a viabilidade do uso da tecnologia seria a baixa área demandada se comparada com demais tecnologias de tratamento biológico, tendo em vista que as zonas urbanas estão em permanente expansão e demandam uma área territorial cada vez maior. Logo, quanto menor a área necessária para realização de tratamento de efluentes, maior é a possibilidade da inserção do mesmo nas práticas de saneamento das cidades.

3. METODOLOGIA

O seguinte trabalho irá consistir em uma pesquisa aplicada e descritiva com caráter teórico e uma abordagem quantitativa. Os procedimentos adotados serão baseados em levantamento bibliográfico e documental, tais como artigos, livros, legislações e normativas acerca do tema. Além disso, será feito o tratamento de dados, com auxílio da plataforma *Excel 2013*, para a realização da estimativa de parâmetros como: eficiência de remoção da matéria orgânica, área demandada e custos de implantação do sistema anaeróbio, produção de biogás e energia elétrica. Após isso, será evidenciada a importância e viabilidade da inserção do tratamento de efluentes para pequenas cidades, à luz da Constituição Federal e demais legislações pertinentes, auxiliando assim na disseminação do tratamento de esgotos.

A estimativa para a viabilidade de inserção da tecnologia do tipo UASB será realizada para uma cidade composta por 50 mil habitantes do Estado do Ceará, a qual teria total atendimento no que tange à coleta e tratamento das águas residuais domésticas. A tecnologia

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

UASB será adotada por ser um sistema que possui uma melhor eficiência em regiões de clima quente e por possuir baixos custos de implantação, conforme dito anteriormente. Além disso, o sistema ainda tem a vantagem de ser mais compacto se comparado com os demais. Com tais vantagens, a tecnologia UASB demonstra ser ideal para aplicação na região de estudo, pois o Estado está localizado na região mais pobre do país e possui clima semiárido (SOARES et al., 2016).

As faixas de valores adotados para eficiência de remoção de matéria orgânica, área demandada e custos de implantação do sistema foram extraídas de estudos realizados por Polido (2013). Serão adotados os valores medianos para fins de cálculos de estimativa, conforme mostra a Tabela 01. A concentração de matéria orgânica em esgotos domésticos adotada será de 300 mg/L, dado este baseado em estudos realizados por von Sperling (2005).

Tabela 01 – Valores adotados a fins de estimativa de viabilidade de implantação do reator UASB.

TECNOLOGIA ANAERÓBIA TIPO UASB	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE DBO (%)	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO (R\$/hab)	DEMANDA POR ÁREA (m ² /hab)
FAIXA ESTIMADA	60-75	30 – 50	0,03-0,10
VALOR ADOTADO	70	40	0,065

Fonte: Polido (2013), modificado pelos autores.

Quanto à estimativa de produção de energia elétrica a partir do biogás gerado do tratamento anaeróbio do esgoto doméstico, será considerado o estudo de Flores (2014), o qual demonstra que 1 m³ de biogás pode produzir cerca de 0,670 kWh.

No quesito de eficiência no tratamento do efluente, os resultados encontrados serão comparados com o que é recomendado pela Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011 e a Resolução COEMA N° 02, de 02 de fevereiro de 2017, visto que são as normativas nacional e estadual vigentes, respectivamente, quanto ao parâmetro de remoção de matéria orgânica, uma vez que a tecnologia possui como objetivo primordial o tratamento biológico, ou seja, a remoção de DBO.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se que, para a aplicação da tecnologia anaeróbia UASB no tratamento de efluentes domésticos produzidos por uma população de 50 mil habitantes, seria necessário utilizar apenas 3.250 m² e um custo de instalação de cerca de dois milhões de reais.

A tecnologia UASB em comparação com demais tecnologias de tratamento biológico, como a lagoa facultativa, mostra-se bastante vantajoso em termos econômicos, pois conforme

verificado na Tabela 02, o reator UASB exige um custo para implantação entre os valores de R\$ 30,00 e R\$ 50,00 por habitante, enquanto que, para a implantação de uma lagoa facultativa, é necessário um custo que chega até R\$ 80,00 por contribuinte (POLIDO, 2013). Logo, realizando-se uma análise comparativa simples entre estas duas tecnologias aplicadas observa-se uma economia de cerca de R\$ 1.000.000,00 na escolha do sistema UASB, uma vez que, para atender uma população de 50 mil habitantes, o reator necessita de um investimento de cerca de R\$ 2.000.000,00 para sua instalação, enquanto que a outra tecnologia exige um quantitativo de R\$ 3.000.000,00.

Como as condições no que tange à economia das cidades cearenses são escassas, logo se verifica a importância de escolher a tecnologia com menor custo e com eficiência que atenda à legislação vigente.

Tabela 02 – Estimativa realizada para reator UASB

PARÂMETROS	
Concentração de DBO na saída do tratamento	90 mg/L
Custo de implantação total	R\$ 2.000.000,00
Demanda por área total	3250 m ²

Fonte: Os autores, 2019.

Conforme é mostrado na Tabela 02, o efluente final terá uma concentração de matéria orgânica de 90 mg/L, ou seja, a tecnologia UASB garante a eficiência de remoção de cerca de 70% da matéria orgânica inicial, tendo em vista que a concentração inicial adotada é 300 mg/L. Sendo assim, o sistema UASB, portanto, atende à Resolução CONAMA n°430, de 13 de maio de 2011, a qual recomenda que haja a remoção mínima de 60% da matéria orgânica do efluente bruto.

Tendo em vista que a resolução n°02 do COEMA de 02 de fevereiro de 2017 é mais restritiva que a legislação nacional (CONAMA n°430), deve-se garantir também o atendimento da normativa estadual quanto à concentração de DBO disposta em corpos hídricos. Resultante disso, segundo o artigo 12, IV, da legislação estadual, os efluentes apenas poderão ser lançados nos corpos hídricos desde que atendam uma concentração de DBO de 120 mg/L.(chamada) assim que o reator UASB também garante o atendimento à tal regimento, visto que a estimativa da concentração de DBO na saída do tratamento feito pelo UASB garante a quota de 90 mg/L, conforme exposto na Tabela 02.

O baixo valor encontrado como estimativa da concentração de DBO após o tratamento do efluente ainda assegura uma margem, permitindo possíveis erros de operação, o qual compromete a eficiência do sistema, ou seja, mesmo com falhas operacionais, o reator UASB ainda atende à legislação estadual.

Além de todas as vantagens já expostas, segundo Flores (2014), a tecnologia anaeróbia em comento ainda tem capacidade de produzir biogás que, por possuir entre 50 e 70% de metano em sua constituição, tem um potencial considerável quanto à geração de energia elétrica. Ainda fazendo alusão ao mesmo autor, um metro cúbico de biogás tem capacidade de produzir cerca de 0,67 kWh de energia elétrica.

Para a situação em análise, o sistema UASB terá capacidade de produzir cerca de 650 m³/dia, os quais irão gerar em torno de 435 kWh de energia elétrica diariamente, onde a mesma pode ser reaproveitada na própria estação, gerando economia no tratamento de efluentes. Assim, pode-se observar que há uma transformação de “resíduos em lucros”, visto que os mesmos seriam causa de diversos problemas ambientais e sociais e, com um simples tratamento, parte da sua capacidade poluidora seria transformada em economia nos gastos com energia elétrica. Além disso, no setor de saúde também poderia ser observada uma redução de custos, pois ao realizar o correto gerenciamento dos esgotos domésticos, acarretaria na diminuição significativa da proliferação de doenças provocadas pela falta de saneamento básico e conseqüentemente, uma redução da demanda de gastos com saúde pública.

4. CONCLUSÃO

Diante dos argumentos supracitados no que tange à implantação do reator UASB e sua eficiência de tratamento perante as legislações pertinentes, conclui-se que a tecnologia é ideal para auxiliar a disseminação do tratamento de esgotos domésticos em pequenas cidades do Ceará.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, Aparecido Ribeiro de; FELCHAK, Ivo Marcelo. **A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas- ATI/PR**. Geoambiente On-line, Jataí, v. 1, n. 12, p.108-132, jun. 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/article/viewFile/25985/14954>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

_____. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Áreas Especiais:** Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil. [2017]. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiario.shtm>>. Acesso em: 11 out. 2017.

_____. (Estado). **Resolução nº 02, de 02 de fevereiro de 2017.** Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002.. Resolução. Ceará

_____. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução no 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 11 out. 2017.

FLORES, Marcelo Costa. **Viabilidade Econômica do Biogás produzido por biodigestor para produção de energia elétrica:** Estudo de caso em confinador suíno. 2014. 34 f. TCC (Graduação)-Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014.

GADÊLHA, Laquis Macêdo; ALBUQUERQUE, Monique da Silva; BELÉM, Ravelly Luna Alves. **Análise sobre um enfoque jurídico e ambiental das diretrizes do saneamento básico no município de Juazeiro do Norte.** 2017. Disponível em: <<http://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/ppds/article/view/16430/4077>>. Acesso em: 11 out. 2017.

ITB. INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking de Saneamento Básico.** 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/04/19/trata-brasil-lanca-ranking-do-saneamento/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. 932 p.

METCALF & EDDY, **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos.** tradução: Ivanildo Hespagnol, José Carlos Mierzwa.-5. ed.-Porto Alegre: AMGH, 2016. xxvii, 1980 p. il.; 27,7 cm.

PEREIRA, J. A. R. Saneamento em áreas urbanas. In: Pereira, J. A. R. (org). **Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas.** Belém: UFPA, 23-36. 2003.

POLIDO, Lucas Henriques. **Proposta de projeto e estimativa de custos de uma estação de tratamento de esgoto para o campus Ecoville da UTFPR.** 2013. 88 f. TCC (Graduação)-Curso de Engenharia de Produção Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVEIRA FILHO, Angelo Sebastião Lima *et al.* Dimensionamento de um reator UASB para tratamento de efluentes domésticos e recuperação do biogás para produção energética: um estudo de caso em pouso alegre (MG). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Itajubá, p.77-94, 2018.

SOARES, Sergei et al. **Perfil da pobreza: Norte e Nordeste rurais**. 2016. Disponível em: <http://www.ipc-undp.org/pub/port/PRB50PT_Perfil_da_pobreza_Norte_e_Nordeste_rurais.pdf>. Acesso em: 11 out. 2017.

VAZ, A. J. **A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental**. In: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009, Montevideo. EGAL, 2009.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.