

TRATAMENTO DE EFLUENTES DE CAMPUS UNIVERSITÁRIO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Graziela Pinto de Freitas (1); Kardelan Arteiro da Silva (1); Wosley Sidney Nogueira de Oliveira (1); Ingrid Lélis Ricarte Cavalcante (1); Rosinete Batista dos Santos Ribeiro (2).

Universidade Federal de Campina Grande, graziellapf@hotmail.com (1); Universidade Federal de Campina Grande, kardelanok0@gmail.com (1); Universidade Federal de Campina Grande, wosley_ambiental@outlook.com (1); Universidade Federal de Campina Grande, ingrid_lelis@hotmail.com (1) rosinete.santos@ccta.ufcg.edu.br (2).

Resumo do artigo: Com a crescente demanda populacional da cidade universitária, localizada no semiárido nordestino, aumentam-se os despejos de efluentes líquidos nos corpos hídricos, fazendo-se necessário um tratamento eficaz, a fim de remover a carga orgânica poluidora antes de serem lançados em corpos receptores, evitando assim a ocorrência da contaminação de recursos naturais. Este estudo visa apresentar proposta de sistema de tratamento de efluentes do Campus do CCTA/UFCG localizado no semiárido paraibano. No desenvolvimento do estudo foram realizadas as seguintes etapas: caracterização detalhada do Campus e o levantamento do seu atual sistema de esgotamento sanitário, diagnóstico dos possíveis impactos ambientais decorrentes do atual sistema de tratamento de esgoto, medidas mitigadoras e por fim foi apresentado um sistema de tratamento que melhor se adequa as condições do local em estudo. Na metodologia fizeram-se necessárias visitas *in loco*, entrevistas informais a estudantes e funcionários, fotodocumentação do local de estudo e pesquisas bibliográficas. A partir dos resultados observou-se que o sistema de tratamento de esgoto do campus apresentou falhas, sendo necessária a substituição de tal processo de tratamento. O sistema aqui proposto é composto de processo anaeróbio via reator UASB, seguido de processo aeróbio por Lodo Ativado Convencional. Concluiu-se que esse sistema pode ser uma alternativa viável em Campus universitário, sobretudo localizado em região semiárida visto que é compacto, não necessitando de grandes áreas para implantação, tem baixo custo operacional e apresenta baixo tempo de retenção hidráulica para locais de temperatura elevada comuns nestas regiões, além de ser eficiente em regiões com elevadas temperaturas.

Palavras Chave: Impacto, Degradação ambiental, Reator UASB.

1. Introdução

As ações antrópicas promovem alterações nos recursos naturais e causam impactos ambientais significativos como, por exemplo, a poluição de corpos hídricos e, de forma indireta podem levar a escassez da água. Assim a gravidade dessa situação alerta para a necessidade de mudanças de comportamento que possa compatibilizar as alterações provocadas com a capacidade de recuperação da natureza (BRAGA et al., 2005).

A escassez hídrica é um problema que assusta a sociedade do século XXI, pois a água que antes era considerada como uma fonte inesgotável está se tornando um bem finito devido ao seu uso indiscriminado, ao lançamento de cargas poluidoras nos mananciais, entre outras medidas adversas.

Ademais, o acelerado processo de deterioração do ambiente possui uma série de implicações na disponibilidade de recursos naturais. O lançamento de esgoto sanitário sem tratamento prévio pode provocar a proliferação de organismos patogênicos e favorecer o

surgimento de doenças, devido à poluição do solo e dos corpos de água. O excesso de substância como o fósforo (P) e o nitrogênio (N) pode provocar o processo de eutrofização dos recursos hídricos ao impactar, de maneira direta, nos parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas, impossibilitando seu uso para consumo e lazer (PHILIPPI JR., 2005).

Dados sobre o acesso da população brasileira ao saneamento básico mostram que em 2008 apenas 28,5% dos municípios brasileiros tratavam seus efluentes (IBGE, 2010). Essas informações mostram a vulnerabilidade da população brasileira assim como a qualidade do meio ambiente e conseqüentemente do modo de vida das pessoas.

A disposição adequada de efluentes deve atender aos objetivos sanitários, estéticos e socioeconômicos, e se converter em melhoria da saúde da população e em redução nos recursos financeiros aplicados no tratamento de doenças, assim como a diminuição dos custos no tratamento da água para abastecimento, eliminação da poluição estética e melhoria no desenvolvimento e conservação ambiental.

Contudo, deve-se ressaltar que a coleta e tratamento de esgoto, é uma importante atividade no que se diz respeito à preservação do meio ambiente e a saúde da população. À medida que os indícios de poluição começam a surgir e causar impacto ambiental negativo, a necessidade de tratar efluentes torna-se imperativo. Atualmente é bastante visível a degradação de corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes sem o devido tratamento.

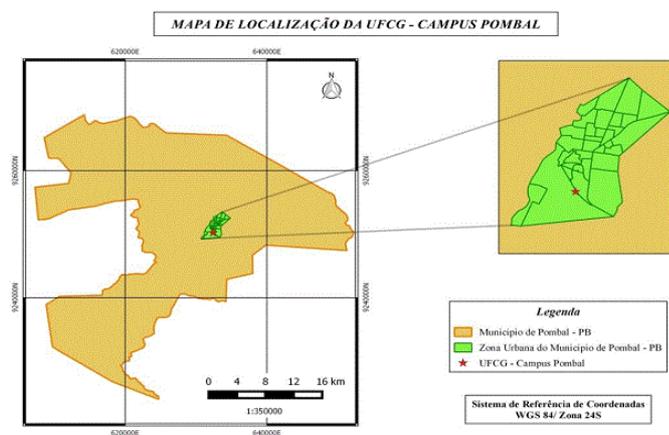
Diante do exposto, necessário se faz o diagnóstico quanto à geração, tratamento e disposição final de efluentes gerados na Universidade Federal de Campina Grande, *Campus CCTA*, localizado no município de Pombal – PB com a finalidade de adequá-los aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental brasileira, uma vez que a região em que se encontra inserido o *Campus*, não é atendida por sistema coletivo de tratamento de esgoto. Com o objetivo de promover melhorias na qualidade do sistema de tratamento de esgoto, assim também como atender às futuras populações universitárias com uma infraestrutura eficaz, foi proposto um sistema de tratamento que melhor se adeque às condições do local em estudo, para que o Campus da universidade passe a tratar seu próprio esgoto. Sendo assim, esse trabalho visa o dimensionamento para a população universitária do CCTA, de um sistema de tratamento de esgoto que utiliza Processo Anaeróbio com Reatores UASB seguido pelo processo de Lodo Ativado.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da área de estudo

Este estudo foi desenvolvido no *Campus* Pombal da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizado na cidade de Pombal (FIG. 1), que se situa na região oeste do estado da Paraíba e na Mesorregião do Sertão Paraibano. O referido *Campus* tem 15,55 hectares de área e compreende um ambiente típico do bioma caatinga (ISMAEL, 2014).

Figura 1 – Localização da Área de Estudo.



Fonte: Autoria própria, (2015).

2.2. Situação atual do esgotamento sanitário dentro do campus pombal

O levantamento da situação atual do esgotamento sanitário do *Campus* do CCTA foi realizado por meio de visitas *in loco*, fotografias, documentação, produções bibliográficas já realizadas sobre o tema e questionários informais aos alunos e funcionários do referido *Campus*, também foram elencadas informações da subprefeitura do referido Campus.

2.3. Possíveis impactos ambientais decorrentes do atual sistema de tratamento de esgoto

Feito o levantamento da situação atual do *Campus*, foram diagnosticados os possíveis impactos ambientais decorrentes do atual sistema de esgotamento sanitário do CCTA. Esse diagnóstico foi realizado por meio de visitas em toda a área de estudos e referências bibliográficas já realizadas na área.

2.4. Medidas mitigadoras que promovam a melhoria na qualidade do serviço

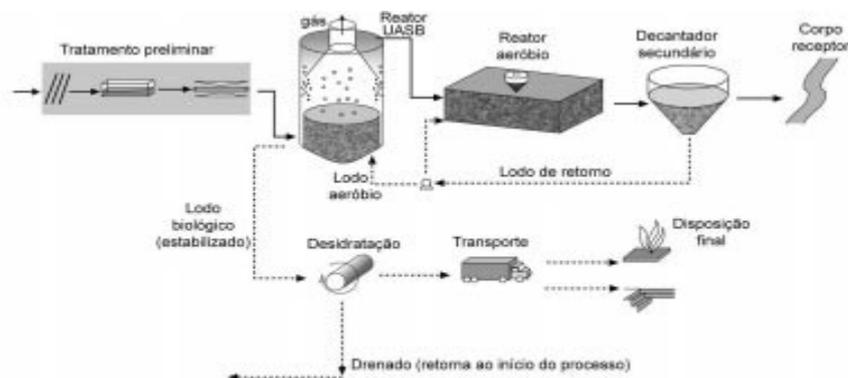
Medidas mitigadoras são aquelas que visam diminuir os efeitos dos impactos negativos FOGLIATTI et al. (2004). Tais medidas foram propostas com o objetivo de

melhorar as condições estéticas e sanitárias do *Campus*. As medidas mitigadoras do presente trabalho foram indicadas com o auxílio de consultas a trabalhos técnicos e científicos realizados na área.

2.6. Alternativa de sistema de tratamento de efluentes para o campus do CCTA

O sistema aqui proposto segue o estabelecido na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - NBR 12.209/2011, que versa sobre a ELABORAÇÃO DE PROJETOS HIDRÁULICOS – SANITÁRIOS de estações de tratamento de esgotos sanitários e é composto das unidades de tratamento preliminar: grades e desarenadores, reator anaeróbio UASB, lodo ativado e decantador secundário (FIG. 2).

Figura 2 – Configuração do sistema adotado.



Fonte: Sperling (2002).

2.7. Dimensionamento do sistema de tratamento de efluentes

No que tange ao método utilizado para dimensionamento do sistema de tratamento proposto no presente trabalho, em primeiro lugar se obteve os dados necessários para realização do sistema, como: dados da população universitária adquiridos na coordenação de cada curso, assim como também na subprefeitura do referido *Campus*. Também foram realizadas pesquisas referentes ao assunto e técnicas de dimensionamento propostas pela ABNT, ambos para obter os demais dados em estudo.

- População total universitária

A população universitária (estudantes, professores servidores, técnicos e terceirizados) atual é de 1232 habitantes, conforme disposto na TAB. 1.

Tabela 1 – População acadêmica da UFCG- Campus Pombal.

	Eng. Ambiental	Eng. de Alimentos	Agronomia	Eng. Civil	Residentes	Mestrado	Terceirizados
Alunos	253	219	237	98	91	165	63
Professores	30	22	19	13			
Técnicos	6	5	9	1			

Fonte: Autoria própria (2016).

Segundo informações obtidas junto ao setor administrativo do centro, existe a possibilidade da criação dos cursos de graduação em Engenharia Química e Arquitetura. Assim, tendo em vista a garantia do sistema em longo prazo, foi considerado para efeito de projeto o dobro da população atual, sendo esta de 2464 habitantes. Divididos entre permanentes (residentes) e temporários (professores, funcionários e estudantes que não residem na residência universitária), respectivamente 182 e 2282. Para o dimensionamento das partes constituintes do sistema de tratamento de esgoto, faz-se necessário determinar os valores de vazões média e instantânea.

3. Resultados e Discussões

3.1. Caracterização da área de estudo

Atualmente na UFCG- *Campus Pombal*, estão sendo desenvolvidas atividades referentes aos cursos de graduação em Agronomia, Engenharia Ambiental, Engenharia de Alimentos e Engenharia Civil e, dois cursos de pós-graduação em Sistemas Agroindustriais (profissional e acadêmico) e Horticultura Tropical, totalizando 4 cursos de graduação e 3 de pós-graduação stricto sensu.

Todos os prédios e demais partes do Campus são abastecidos pelo sistema de distribuição de água da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), que é utilizada para limpeza predial, descargas sanitárias, pias, bebedouros, laboratórios, dentre outros.

Segundo informações obtidas na administração do Campus, as atuais instalações contam com 15 edificações. As duas centrais de aulas são compostas por 28 amplas salas, nesses espaços funcionam as aulas teóricas. Já as centrais de laboratórios possuem 38 salas laboratoriais. As duas residências Universitárias dividem-se em 14 quartos em cada prédio e 14 banheiros. A central de professores é composta por 44 salas e 4 banheiros, além de uma copa. A administração e os demais prédios são divididos em ambientes com várias salas dentre eles um auditório e um mini auditório. Ao todo existem 62 banheiros distribuídos por

todo o *Campus*. O centro de vivência conta com duas cantinas, espaços para serviços de fotocópia e banheiros.

3.2. Atual sistema de tratamento de efluentes do CCTA

Tal sistema é formado por unidades de fossas sépticas instaladas nas diversas edificações do CCTA. Vale ressaltar que em locais desprovidos de sistema coletivo de esgotamento sanitário, as soluções individuais são alternativas viáveis para atender aos objetivos propostos na legislação, porém devido às características locais, o atual sistema apresenta falhas no funcionamento. Outro ponto que deve ser considerado é que o CCTA passa por processo de expansão, há menos de três anos foi contemplado com a residência universitária, bloco para a pós-graduação, centro de convivência, bloco de central de aulas III e restaurante universitário. Assim, o atendimento via sistema individual perde a sua razão de existir, uma vez que o campus passou a ter várias edificações.

Atualmente todos os esgotos sanitários da UFCG- *Campus* Pombal, são tratados por sistemas individuais de tratamento de efluentes, através de fossas sépticas, levando-se em consideração que o bairro onde o *Campus* está inserido não dispõe de sistema de esgotamento coletivo. Segundo informações obtidas na Secretaria de Infraestrutura da cidade de Pombal – PB, este serviço encontra-se em implantação no município há aproximadamente 4 (quatro) anos e a primeira etapa contemplou apenas o centro da referida cidade, fazendo-se necessário a adoção de alternativas individuais de tratamento de esgotos como a adotada no campus do CCTA.

Vale ressaltar que o *Campus* completou 10 anos de existência, isto é, ele antecedeu a primeira etapa de implantação do sistema de esgotamento sanitário no município, o que corrobora a adoção da medida. Com relação às instalações das fossas sépticas para o tratamento de águas negras, o CCTA conta com 13 instalações dispostas nas proximidades das edificações, como pode ser observado na FIG. 3, cada uma apresenta um volume de 8 m³. Tais sistemas não apresentam vala de infiltração devido às características do solo, por ser um solo rochoso, segundo informações obtidas no local, assim sendo, o *Campus* conta apenas com tratamento a nível primário.

Figura 3 – Localização das fossas sépticas.



Fonte: Autoria própria (2016).

Além do *Campus* do CCTA ser servido por sistema de tratamento primário, há registro de falhas no sistema, pois segundo relatos da população universitária (alunos e funcionários), é comum problemas envolvendo o excesso de vazão dos sistemas individuais das edificações, o que afeta a população acadêmica, ocasiona a proliferação de mosquitos e que pode causar outros problemas ambientais.

A FIG. 4.a e 4.b, ilustram a fossa séptica localizada em frente à biblioteca, de acordo com relatos de funcionários e alunos, a mesma apresenta vazamento em horário de pico (entre 12:00 e 13:00 horas), devido a alta demanda de efluentes. Situação também registrada nas fossas sépticas que atendem aos laboratórios I e II (FIG. 4.c), isto se deve provavelmente ao sub dimensionamento dos sistemas.

Figura 4 – Fossas sépticas localizadas ao lado da biblioteca



Fonte: Autoria própria (2016)

3.3. Levantamento dos principais impactos ambientais decorrentes do atual sistema de tratamento de esgoto

A partir de observações feitas no local em estudo, foram elencadas as ações de despejos de esgotos em locais inadequados, com ênfase para os que apresentam um potencial de causar danos ambientais, como, por exemplo, contaminação do solo, proliferação de vetores e consequentemente o comprometimento da saúde da população acadêmica, poluição das águas onde tais esgotos são lançados, etc.

O principal aspecto ambiental identificado foi o acúmulo de esgoto parado e sem o devido tratamento, podendo causar impactos ambientais negativos, consequentemente comprometendo a fauna e a flora local, assim como a saúde da população que ali vive, proporciona odor desagradável prejudicando o trabalho dos funcionários e alunos, aumenta a proliferação de mosquitos perto dos locais de estudo, como, por exemplo, biblioteca e residência universitária, entre outros efeitos negativos (FIG. 5). Tais impactos são causadores de prejuízos tanto ao meio físico como ao meio biótico e antrópico.

Figura 5 – Acúmulo de água parada próximo às dependências do *Campus*.



Fonte: Autoria própria (2015).

3.4. Propostas de medidas mitigadoras

Após a avaliação prévia das condições de esgotamento sanitário dentro do *Campus* do CCTA foram formuladas medidas de controle ambiental, como: melhoria no sistema de tratamento através de uma expansão das fossas sépticas, apresentando um pós tratamento para as águas negras. Outra medida a ser levada em consideração é a recuperação e recomposição paisagística das áreas já afetadas por tais impactos, medidas de controle decorrentes do armazenamento, transporte e disposição final do lodo, entre outras.

Com o objetivo de reduzir tais impactos negativos podem ser adotadas medidas de reutilização de águas cinza, isto é, o uso desta água de qualidade inferior, para fins menos nobres, tais como lavagens de piso, rega de jardim, uso nas descargas, entre outros. Tal alternativa poderá reduzir a vazão afluyente dos sistemas e conseqüentemente, minimizar os problemas relativos aos transbordamentos dos sistemas, bem como os danos relativos à vazão excedente, assim como também proporcionar a comunidade acadêmica alternativas de uma melhor educação ambiental.

3.5. Dimensionamento do sistema de tratamento de esgoto

Para facilitar a discussão, optou-se pela análise individual de cada componente do sistema de tratamento. Conhecida a atual população universitária e estimada uma população futura, pode-se calcular as vazões do efluente encaminhado a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), como mostrado na TAB 2.

Tabela 2 – Parâmetros iniciais de projeto.

Dados de Projeto	Resultados
População total	2464
Vazão média total	137.760 l/hab.dia
Vazão instantânea	247.968 l/hab.dia

Fonte: Autoria própria (2016).

Abaixo são mostrados os valores para o dimensionamento do tratamento preliminar. O gradeamento é composto por grades grossas e finas (TAB. 3).

Tabela 3 – Dimensões do gradeamento.

Gradeamento grosso	Dimensões
Largura do canal	0,20 m
Altura do canal	0,80 m
Comprimento do canal	2,50 m
Eficiência	84%
Gradeamento fino	Dimensões
Largura do canal	0,20 m
Altura do canal	0,8 m
Comprimento do canal	2,50 m
Eficiência	71%

Fonte: Autoria própria (2016).

Os valores obtidos para a caixa de areia mostram que a mesma está dentro dos padrões estabelecidos pela NBR 12.209/2011 que rege as normas para projetos de tratamento de

esgoto sanitário. Também foi observado que a caixa de areia não ocupará espaços muito extensos (TAB. 4), tendo em vista que o sistema de tratamento é um sistema compacto, podendo ser dimensionado para locais onde o espaçamento seja um fator que deva ser levado em consideração.

Tabela 4 – Valores estabelecidos para a caixa de areia.

Parâmetros	Resultados
Altura	1,0 m
Largura	0,5 m
Comprimento mínimo	1,5 m
Velocidade máxima real	0,20 m/s.
Profundidade da câmara de sedimentação	0,20 m.

Fonte: autoria própria (2016).

Apresentam-se na TAB. 8, os valores obtidos para o dimensionamento do sistema de tratamento com reator UASB. Como se pode observar os valores do DBO e DQO ambos apresentaram uma alta concentração de carga orgânica e inorgânica no momento de entrada do esgoto bruto no reator. Operando-se com uma eficiência de 63% na remoção de DBO e 66% na remoção de DQO, pode-se notar um decaimento significativo nos dois valores (DBO e DQO), após passar pelo tratamento primário.

Um dos principais fatores que influenciam na redução de DBO e DQO é o tempo de detenção hidráulico (TDH) em que o mesmo opera, atuando de acordo com as condições climáticas de cada região. O tipo de sistema proposto nesse trabalho é bastante utilizado em regiões de clima quente, como o sistema foi dimensionado para o campus do CCTA, localizado no município de Pombal, pode-se levar em consideração altas temperaturas, tornando-se um fator favorável para o tratamento, pois a temperatura propicia um ambiente adequado para que os microrganismos se desenvolvam. Foram consideradas temperaturas acima de 26°C, com temperatura elevada, logo o TDH para essas condições é de aproximadamente 6 horas, como recomendado pela NBR 12.209/2011.

O sistema de tratamento através do reator UASB, apresentou uma boa eficiência, como se pode observar na TAB. 5, operando de forma satisfatória. Contudo, faz-se necessário o pós-tratamento, para que o efluente final atenda aos padrões de lançamento estabelecidos pela legislação e ainda que este efluente apresente qualidade compatível com o reuso para fins menos nobres, para tanto, fez-se uso do sistema de Lodo Ativado como unidade de pós-tratamento do efluente do UASB.

Tabela 5 – Parâmetros calculados para o reator UASB.

Parâmetros do Reator UASB	Resultados
DBOefluente (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	207,5 mg/L.
DQOefluente (Demanda química de Oxigênio)	415 mg/L
TDH (Tempo de Detenção Hidráulico)	6 horas
Temperatura	> 26 0C
Volume	36 m ³
Altura útil	4 m
Área adotada	9 m ²
Largura	3 m
Comprimento	3m
Eficiência na remoção de DBO	63%
Eficiência na remoção de DQO	66%
DBO após o pré-tratamento	77 mg/L
DQO após o pré-tratamento	141,1 mg/L

Fonte: autoria própria (2016).

A eficiência do tratamento proposto atende ao estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005. Os parâmetros do sistema de Lodo Ativado encontram-se dispostos na TAB. 6.

Tabela 6 – Parâmetros encontrados para o Lodo Ativado.

Parâmetros avaliados	Resultados
Eficiência esperada	90%
Idade do lodo	10 dias
Vasão de recirculação	1,59 L/s
DBO final	7,75 mg/L
DQO final	14 mg/L

Fonte: autoria própria (2016).

4. Conclusão

O *Campus* CCTA, faz parte da estrutura multicampi da Universidade Federal de Campina Grande e tendo em vista que este faz uso de sistema de tratamento de esgoto através de fossas sépticas que são distribuídas nas proximidades das edificações da cidade universitária, porém que apresentou falhas, que muitas vezes se traduzem em reações adversas tanto ao meio ambiente como a população acadêmica, é que buscou-se alternativa que vise melhores condições sanitárias no local.

Diante do exposto pode-se destacar que o processo biológico por reator UASB apresenta-se como alternativa viável de acordo com as características do local a ser implantado, apresentando uma significativa remoção de DBO/DQO, apresentando baixos requisitos de área e baixo tempo de detenção hidráulica. Seu desempenho justifica-se pelo

fato de que parte da matéria orgânica é mineralizada para gás e água e, outra parte ser convertida em biomassa bacteriana, que pode ser reutilizada no próprio sistema, o que representa uma grande economia.

Como o reator UASB não apresenta uma eficiência satisfatória quando se leva em consideração os valores estabelecidos pela legislação ambiental, necessário se faz o uso de um sistema de pós-tratamento, como forma de complemento para que o efluente final esteja dentro dos padrões estabelecidos. O sistema de Lodo Ativado aqui proposto como pós-tratamento, também se mostra um sistema bastante eficiente e de baixo custo, além de ser um sistema que é utilizado em larga escala como tratamento de efluentes sanitários.

Diante do exposto, foi possível constatar que o Sistema de tratamento de esgoto com reator UASB seguido por Lodo Ativado é um sistema compacto, eficiente e de baixo custo, podendo também ser implantado em pequenas comunidades.

5. Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.209/2011: NBR 12.209/2011, **Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários**, 2º edição, ABNT.

Aplicação aos Sistemas de Transporte. Rio de Janeiro: Interciência: 2004.

BRAGA, et al. **Introdução à Engenharia Ambiental - O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo. Pearson, Prentice Hall, 2005, 318p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução 357**, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23> . Acesso em: 04 mai. 2016.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. Avaliação de Impactos Ambientais: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Pesquisa nacional de Saneamento Básico – 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 de março de 2016.

ISMAEL, F.C.M., **Avaliação de processos erosivos e seus impactos ambientais na área do campus da UFCG em Pombal – PB**. Pombal, 2014.

PHILIPPI JR., A.; MALHEIROS, T. F. **Águas residuárias: visão de saúde pública e ambiental**. In: PHILIPPI JR., A. Saneamento, saúde e ambiente. Barueri: Manole, 20., 2005. p. 181 – 219.

VON SPERLING, MARCOS (2002), *Lodos Ativados*. 2ºed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG.