

Caracterização físico-química e bacteriológica dos resíduos de ETA: a importância do seu estudo.

Rubia P. L. Camargo^I, Orlene S. Costa^I, Ítalo L. Fernandes^I, Patrícia F. Góis^{IeII}, Renato C. Silva^{III} & Gustavo A. Santos^{III}

^I Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás

^{II} Empresa de Saneamento de Goiás

^{III} Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás

Resumo

A estação de tratamento de água de Anápolis – GO gera como principais resíduos, lodo nos decantadores após a alcalinização, coagulação, floculação e decantação; e água de lavagem dos filtros depois da retrolavagem dos mesmos. Neste trabalho realizou-se a caracterização físico-química e bacteriológica desses resíduos por meio das metodologias prescritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os resultados apontaram a necessidade de tratamento e disposição adequada para o lodo do decantador, pois seus parâmetros não atendem os padrões exigidos para lançamento de efluentes em corpos d'água. Enquanto, as características da água de lavagem de filtros estão próximas aos padrões de qualidade de água classe 2, estabelecidos pela Resolução Conama nº 357. Estes resultados demonstram a necessidade e a importância de caracterização destes resíduos.

Palavras-chave: *lodo, decantadores, água de lavagem, filtros.*

Physicochemical and bacterial waste ETA: the importance of the study

Abstract

The treatment of water from Anapolis - GO generates as major waste sludge in the decanter after alkalization, coagulation, flocculation and sedimentation, and washing water after

backwashing the filters themselves. This work was carried out physical-chemical and bacterial waste using the methods prescribed in Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results indicate the need for treatment and proper disposal of sludge to the decanter, as its parameters do not meet the standards required for discharge of effluents into water bodies. The characteristics of the wash water filters are close to the standards of water quality class 2, set by the CONAMA Resolution 357. These results demonstrate the need and the importance of wasting characterization.

Keywords: *sludge, clarifiers, backwash water, filter.*

1. Introdução

O crescimento populacional e o desenvolvimento tecnológico elevaram o consumo de bens e serviços e, conseqüentemente, a geração de resíduos, que na maioria das vezes não recebem tratamento ou disposição adequada, que em geral têm como destinação final os corpos d'água receptores.

Somando-se a esses fatores; as variações extremas do clima e a intervenção humana no meio ambiente, têm afetado a qualidade da água e a capacidade natural de autodepuração dos corpos d'água, limitando a utilização dos recursos hídricos [11].

Como a qualidade da água bruta dos mananciais está diminuindo, o tratamento da água de abastecimento acaba exigindo maiores quantidades de produtos químicos, em consequência, gerando maiores quantidade de resíduos nas Estações de Tratamento de Água (ETA), principalmente, na forma de lodo nos decantadores. Estes resíduos ainda são, em muitos casos, destinados ao curso d'água mais próximo da ETA [8].

Em 5 de janeiro de 2007, foi instituída a Lei nº 11.455/2007, Lei do Saneamento Básico, para garantir em seu Art. 2º, inciso III, que os serviços públicos de saneamento básico sejam realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente. Entende-se por saneamento básico, o conjunto de instalações operacionais, serviços e infraestruturas de: 1) Abastecimento de água potável; 2) Esgotamento sanitário; 3) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e 4) Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas [5].

A maioria das ETA implantadas no Brasil tem como principal enfoque, a qualidade da água por meio de uma sequência de operações e processos, esquecendo-se de que os resíduos gerados durante este tratamento também devem ter seu destino final controlado e adequado [10].

Os resíduos gerados em maior quantidade numa estação de tratamento de água são basicamente dois: 1) o lodo produzido na etapa de coagulação/floculação, que são separados da água por sedimentação no fundo dos decantadores; e 2) a água residuária proveniente da retrolavagem dos filtros. O lodo dos decantadores é classificado pela NBR 10.004/2004 como resíduo sólido, devendo ser reduzido, reutilizado, reciclado e/ou tratado e disposto conforme exigências dos órgãos reguladores, conforme a Lei nº 12.305/2010, e a água de lavagem dos filtros é enquadrada como efluente pela Resolução Conama nº 357/2005, devendo atender aos padrões de lançamento [3,6,7].

Além da classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública dada pela NBR 10.004/2004, e os padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005, a Lei do Saneamento Básico que explicita a articulação entre serviços públicos e a política ambiental, somente irá conceder a licença ambiental de instalação e funcionamento das ETA se as unidades de tratamento dos resíduos gerados na ETA alcançarem as metas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997) e os padrões mínimos definidos pela legislação ambiental [3,4,7].

Dentro deste contexto, justifica-se caracterizar o lodo dos decantadores e a água de lavagem dos filtros gerados na ETA de Anápolis, uma vez que, ainda não existem informações a respeito desses resíduos e nenhum tipo de tratamento adequado.

O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar físico-química e bacteriologicamente os resíduos gerados na ETA de Anápolis, para formação de um banco de dados inicial possibilitando futuros estudos para o tratamento que servirá de base à implementação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR) da estação, com uma disposição adequada ou a utilização desses resíduos. Visou-se também a comparação das características dos resíduos com os padrões de lançamento para efluentes pela Resolução Conama nº 357/2005 e a avaliação da variabilidade temporal dessas características em função da turbidez da água bruta, submetida ao tratamento, para valores menores e maiores do que 20 uT; assim demonstrar a necessidade ou não de um tratamento adequado para estes resíduos.

2. Material e Métodos

Os resíduos da ETA de Anápolis – GO, provenientes do decantador e filtro, são gerados em um tratamento convencional da água bruta captada no Ribeirão Piancó, manancial localizado na zona rural de Anápolis e foram submetidos à caracterização físico-química e bacteriológica.

Considerando que, a ETA possui quatro decantadores e oito filtros e que inexistem dados preliminares sobre a caracterização desses resíduos, optou-se por analisar o lodo e a água de lavagem gerados em apenas um decantador e um filtro. Este mesmo procedimento foi adotado por Souza e Cordeiro (2004) [13], que supôs que os resíduos gerados nos decantadores eram idênticos em todas as variáveis, uma vez que a água bruta era a mesma e passava pelo mesmo tratamento sob as mesmas condições de operação e processo. A mesma suposição foi adotada para a água de lavagem dos filtros.

Durante seis meses, no período de agosto de 2010 a janeiro de 2011, foram realizadas as coletas dos resíduos e da água bruta (parâmetro – teste branco), correspondendo a duas condições distintas da água bruta, relativas à turbidez. A primeira condição, para água bruta com valores abaixo de 20 uT (meses de agosto e setembro de 2010) e, a segunda condição, para valores acima de 20 uT (meses de outubro, novembro e dezembro de 2010 e janeiro de 2011). De acordo com a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás, SECTEC (2011) [12], os períodos (seco, transição e chuva) que ocorreram durante os seis meses de estudo são: seco – agosto, transição – setembro e outubro e chuvas – novembro, dezembro e janeiro.

Todas as amostras (lodo, água de lavagem e água bruta) foram coletadas, uma vez ao mês, consecutivamente, nos dias 20/08, 20/09, 22/10, 22/11, 24/12 de 2010 e 25/01 de 2011, pela parte da manhã, entre as 9h e 11h, por meio de amostragem composta. Na seguinte sequência: 1) A água bruta foi retirada da câmara de recepção, antes da adição de cal; 2) O lodo foi amostrado na canaleta de descarga, na lateral dos decantadores; e 3) A água de lavagem de filtro foi colhida na parte central e superior do filtro de areia, obedecendo a rotina da ETA.

2.1. Caracterização dos resíduos da ETA de Anápolis

A caracterização das amostras de água bruta, lodo e água de lavagem foi realizada por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas, fundamentadas nas metodologias prescritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [1].

Tanto os dados de caracterização do lodo do decantador, como os dados de caracterização da água de lavagem do filtro foram avaliadas em função do tempo para os seguintes parâmetros: cor aparente, turbidez, alcalinidade total, acidez total, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos suspensos (SS), sólidos totais (ST), sólidos sedimentáveis (SSed), índice de

densidade do lodo (IDL), índice volumétrico do lodo (IVL), metais (alumínio, ferro e manganês), pH, temperatura, coliformes totais e coliformes termo tolerantes.

Os resultados da caracterização da água bruta, do lodo e da água de lavagem, foram comparados aos padrões de lançamento de efluentes ditados no Art. 34 da Resolução do Conama nº 357/2005; bem como os valores encontrados por outros autores.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização da água bruta do Ribeirão Piancó

Os resultados de caracterização da água bruta do Ribeirão Piancó, Anápolis, Goiás, revelou que água captada é de boa qualidade, estando em consonância com a maioria dos padrões de qualidade de água classe 2 estabelecidos na Resolução do Conama nº 357. Contudo, o ferro e o alumínio apresentaram concentrações acima dos padrões. Recomenda-se, portanto, uma investigação das causas da elevação desses teores de metais, a fim de não comprometer a qualidade da água do manancial de abastecimento (Tabela 1).

Tabela 1: Comparativo entre os resultados de alguns parâmetros da água bruta com os exigidos pela Resolução do CONAMA nº 357.

Parâmetro	Água Bruta/Faixa	CONAMA nº 357
pH	6,9 – 8,8	6,0 a 9,0
Cor aparente	18,9 – 104,6	Até 75,0
Turbidez (uT)	4,3 – 43,8	Até 100
OD (mg.L ⁻¹)	5,75 – 15,15	> 5
SDT (mg.L ⁻¹)	6,5 – 60,0	Até 500
Alumínio (mg.L ⁻¹)	2,55 – 4,87	Até 0,1
Ferro (mg.L ⁻¹)	1,6 – 5,0	0,3
Coliformes termo tolerantes	0,0 – 4,0	Até 1000

Alguns parâmetros como turbidez e série de sólidos demonstram como as chuvas são fatores importantes no seu valor. A turbidez, por exemplo, no mês de agosto (período de estiagem) foi de 4,29 uT, chegando a 43,8 uT em dezembro (período de chuva). Confirmando as previsões das médias mensais de turbidez do ano de 2010. O mesmo comportamento pode ser observado pelos sólidos que variaram de 25 a 260 mg.L⁻¹, período de estiagem e chuvoso, respectivamente.

3.2. Caracterização do lodo do decantador da ETA Anápolis-GO

Os teores de materiais sedimentáveis, ferro e manganês do lodo, quando comparados aos padrões da Resolução do Conama nº 357 apresentam-se em desacordo, como

demonstrado na Tabela 2. Portanto, o lodo gerado no decantador da ETA de Anápolis-GO não pode ser despejado em nenhum corpo d'água sem tratamento prévio.

Comparando os valores característicos do lodo da ETA de Anápolis-GO com outros estudos, elencados por Reali (1999) [9], verifica-se que os dados se encontram compatíveis com os parâmetros característicos dos lodos das demais ETA estudadas.

Tabela 2: Comparação dos valores dos parâmetros do lodo do decantador na ETA – Anápolis com outros estudos.

Autor/Ano	DBO (mg.L ⁻¹)	DQO (mg.L ⁻¹)	pH	ST (mg.L ⁻¹)	SS (%)
Neubauer (1968)	30 a 150	500 a 15.000	6,0 a 7,6	1.100 - 16.000	-
Albrecht (1972)	30 a 100	500 a 10.000	5,0 a 7,0	3.000 - 15.000	75
Nilsen (1974)	100	2.300	-	10.000	-
Cordeiro (1981)	320	5.150	6,5	81.575	-
Vidal (1990)	449	3.487	6,0 a 7,4	21.972	-
Vidal (1990)	173	1.176	6,7 a 7,1	6.300	-
Cordeiro (1993)	-	5.600	6,4	30.275	-
Patrizze (1998)	-	-	5,55	6.112	-
ETA-Anápolis (2011)	-	2.671 a 2.975	6,6 a 8,1	1.807 – 17.875	96,8

O índice de sedimentabilidade (IS), ou velocidade de sedimentação do lodo, foi facilmente decantável em agosto/2010 e dezembro/2010, sendo iguais a 9,70 e 6,91 mL.min⁻¹, respectivamente. Enquanto que a velocidade de sedimentação do lodo nos demais dias de coleta situou-se na faixa de 0,17 a 4,33 mL.min⁻¹ (Figura 1).

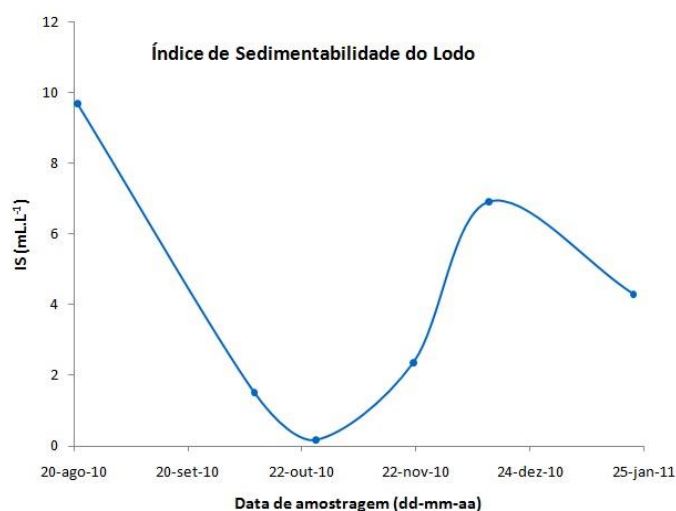


Figura 1: Variação do Índice de Sedimentabilidade do lodo do decantador.

À primeira vista, era de se esperar que o IS do lodo estivesse diretamente relacionado à turbidez e/ou série de sólidos (SS, SDT e ST) da água bruta, uma vez que em agosto/2010 a turbidez da água bruta foi igual a 4,3 uT e em dezembro igual a 43,8 uT. Entretanto, nos meses de chuvas mais intensas, onde é visível a olho nu, a mudança na coloração e turbidez da água bruta devido à elevação na quantidade de partículas dispersas (material a ser removido por coagulação/floculação/decantação), reduzem o tempo para o acúmulo do lodo no fundo do decantador em relação ao período de seca, quando as partículas coloidais a serem coaguladas estão presentes em menor quantidade. Por tanto, a frequência de descarga no decantador é aumentada, sendo realizadas duas vezes ao dia, ao invés de uma. Talvez, isto justifique a ausência de correlação direta entre a turbidez e/ou série de sólidos da água bruta.

Os maiores índices de densidade do lodo (IDL) ocorreram em outubro/2010 (mês equivalente ao início das primeiras chuvas após período de estiagem) e janeiro/2011 (mês de chuvas mais intensas), cujos valores foram de 2,5 e 2,0, respectivamente. Isto classifica o lodo como de boa qualidade, pois quanto maior o valor de IDL, acima da unidade, melhor a qualidade de sedimentação do lodo. Sendo assim, admite-se que a concentração percentual média de sólidos que o lodo assume, depois de sedimentado em 30 min, é cerca de 89 % no período chuvoso, e em torno de 33 % na época de seca.

3.3. Caracterização da água de lavagem do filtro da ETA Anápolis-Go

A caracterização da água de lavagem do filtro demonstra que, a sua turbidez apresentou uma tendência de crescimento de agosto a dezembro de 2010, período que se estende da seca para chuva, similar ao comportamento da turbidez da água bruta. Exceto para o mês de novembro de 2010, onde essa tendência foi quebrada. Parece existir uma correlação direta de 0,61 entre a turbidez da água bruta e a turbidez da água de lavagem de filtro.

A Resolução Conama nº 357/2005 define que a turbidez máxima de rios de classe 2 é até 100 uT. Apesar da turbidez da água bruta no período chuvoso ter alcançado um máximo de 43,8 uT, no mês de dezembro de 2010, abaixo do valor limite imposto pela legislação, a turbidez da água de lavagem de filtro nesta época do ano, chegou a um valor máximo de 158,9 uT.

Portanto, a possibilidade de recircular a água de lavagem dos filtros ao início do tratamento, na caixa de recepção de água bruta, sem um pré-tratamento ou pré-diluição, deve ser avaliada para os períodos chuvosos; bem como seu lançamento nos corpos de água receptores.

A série de sólidos (SDT, SS, ST) variou na faixa de 25,0 a 340,0 mg.L⁻¹, ocorrendo uma tendência de baixos valores no período de ausência de chuvas (agosto a setembro de 2010), em relação às primeiras chuvas e ao período chuvoso (outubro a dezembro de 2010 e janeiro de 2011). Os sólidos suspensos (SS) ocorrem sempre em maior quantidade que os sólidos dissolvidos totais (SDT), como ilustrado na Figura 2.

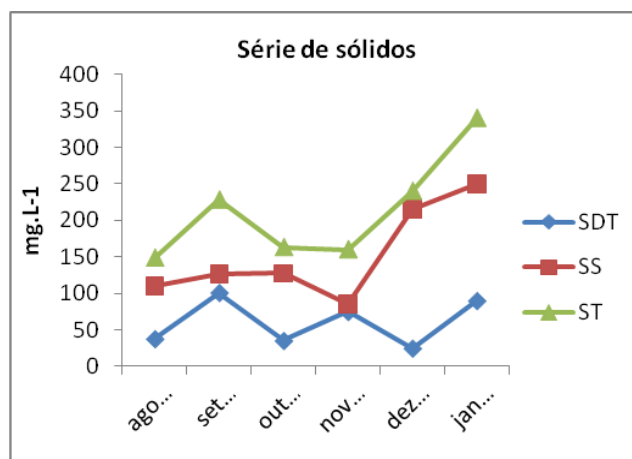


Figura 2: Variação da série de sólidos da água de lavagem dos filtros.

Os sólidos dissolvidos totais (SDT) da água de lavagem dos filtros parecem estar diretamente relacionados ao índice de sedimentabilidade (IS) do lodo, uma vez que a filtração é uma etapa consecutiva a operação de decantação. Portanto, uma sedimentabilidade rápida, parece dificultar a passagem de sólidos dissolvidos para etapa de filtração. Em contra partida, se a velocidade de sedimentação for lenta, acarretará maior teor de SDT na água de lavagem dos filtros. Este aspecto pode acelerar a saturação do leito filtrante, requerendo um menor intervalo de tempo nas operações de retrolavagem.

Os metais de ferro (Fe) e de alumínio (Al) apresentaram valores na faixa de 11,0 – 15,4 mg Fe.L⁻¹ e 11,0 – 17,1 mg Al.L⁻¹, respectivamente. Entrando em desacordo com os padrões de qualidade de água classe 2 da Resolução Conama nº 357/2005, que preconiza os valores máximos de 0,3 mg Fe.L⁻¹ e 0,1 mg Al.L⁻¹, respectivamente. Já o manganês não apresentou uma variação representativa em relação aos demais metais analisados. Portanto, o reuso da água de lavagem, dependendo de seu uso, deve ser mais bem avaliada em relação à esses metais (Tabela 3).

Tabela 3: Comparativo entre os resultados de alguns parâmetros da água de lavagem do filtro com os exigidos pela Resolução do CONAMA nº 357.

Parâmetro	Água de lavagem	Água de classe 2*	Lançamento
pH	6,7 – 7,7	6,0 a 9,0	5,0 a 9,0

Turbidez (uT)	57,4 – 158,9	Até 100	NR
OD (mg.L ⁻¹)	6,5 – 13,0	> 5	NR
Material sedimentável (mL.L ⁻¹)	0,0	NR	NR
SDT (mg.L ⁻¹)	25,0 – 101,0	500	NR
Alumínio (mg.L ⁻¹)	11,0 – 17,1	0,1	NR
Ferro (mg.L ⁻¹)	11,0 – 15,4	0,3	Até 15,0
Manganês (mg.L ⁻¹)	0,1 – 0,4	Até 0,1	Até 0,1
Coliformes Totais (NMP.(100 mL) ⁻¹)	4,1 – 15,5	1000	NR

4. NR= Não existe referência

5. * Resolução nº 357 / 2005 do CONAMA

Conclusões

A primeira caracterização físico-química e bacteriológica dos resíduos; lodo dos decantadores e água de lavagem de filtros, gerados na ETA de Anápolis-GO apontou a necessidade de tratamento adequado desses resíduos.

Neste estudo verificou-se que os seguintes parâmetros característicos da água de lavagem de filtros: pH (6,7 – 7,7), SDT (25,0 – 101,0 mg.L⁻¹), OD (6,5 mg O₂.L⁻¹), manganês (0,1 – 0,4 mg Mn.L⁻¹) e coliformes (4,1 – 15,5 NMP.(100 mL)⁻¹), se encontraram em conformidade com os padrões de qualidade de água classe 2, em contrapartida, os parâmetros: metais de alumínio (11,0 – 17,1 mg Al.L⁻¹) e de ferro (11,0 – 15,4 mg Fe.L⁻¹), sólidos totais (148,5 – 340,0 mg.L⁻¹), sólidos suspensos (85,0 – 250,0 mg.L⁻¹) e turbidez (57,4 – 158,9 uT) irão requerer possivelmente uma diluição ou um pré-tratamento, dependendo de sua destinação final.

Em relação ao lodo dos decantadores, a viabilidade de sua destinação final ser um corpo receptor está completamente descartada, uma vez que, verificou-se que os parâmetros: sólidos sedimentáveis (410,0 – 980,0 mg.L⁻¹), ferro (175,0 – 1.167,0 mg.L⁻¹) e manganês (0,1 – 43,0 mg.L⁻¹) estão em descorda com os padrões de lançamento de efluentes dispostos pela Resolução Conama nº 357, necessitando de tratamento antes da disposição final.

6. Referências bibliográficas

- [1] AWWA; APHA; WPCI. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington. EUA. 1999.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores*. Rio de Janeiro, 1987.
- [3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004: resíduos sólidos – classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

- [4] Brasil. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acessado em julho de 2011.
- [5] Brasil. Lei n. 11.455, de 25 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acessado em julho de 2011.
- [6] Brasil. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm>. Acessado em julho de 2011.
- [7] Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 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/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em julho de 2011.
- [8] PORTELLA, K. F.; ANDREOLI, C. V.; HOPPEN, C.; SALES, A.; BARON, O. Caracterização físico-química do lodo centrifugador da estação de tratamento de água Passaúna – Curitiba – Pr. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária*, 22., Joinville. *Resumos...* Joinville: ABES, 2003.
- [9] REALI, M. A. P. *Noções gerais de tratamento disposição finais de lodos de estações de tratamento de água*. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 1999.
- [10] RIBEIRO, F. L. M. *Quantificação e caracterização química dos resíduos da ETA de Itabirito – MG*. Ouro Preto, 2007. 133f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade de Ouro Preto (UFOP).
- [11] SANTOS, I. J.; SOUZA, M. A. A. Reúso de água: Uma análise da adequabilidade da utilização das águas residuárias tratadas no Distrito Federal. In: *XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*. ABES, 2001.
- [12] SECTEC – SIMEHGO. Densidade pluviométrica de Anápolis. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <ruluchetti@gmail.com> em 24 de fevereiro de 2011.
- [13] SOUZA, F. G. C.; CORDEIRO, J. S. Resíduos gerados em estação de tratamento de água com descargas diárias. In: *29º Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, San Juan, ago, p.22-27, 2004.