



II-239 - GERENCIAMENTO DA ÁGUA NAS INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS COM VISTA AO REÚSO

Felipe Ramos Barbosa⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental (FAESA). Consultor da Terra Consult – Vitória-ES.

André Rodrigues Ferreira

Engenheiro Ambiental (FAESA)

Julio César Simões Prezotti

Engenheiro Civil – MSc. Hidráulica e Saneamento - Escola de Engenharia de São Carlos (EESC)

Maria Alice Moreno Marques

Química-Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)– MSc. Engenharia Ambiental - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora da FAESA, pesquisadora do NPA/FAESA e consultora da Terra Consult – Vitória - ES

Fabrícia Fafá de Oliveira

Engenheira Civil – MSc. Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Pesquisadora do NPA/FAESA e consultora da Terra Consult – Vitória-ES.

Endereço⁽¹⁾: Rua Mato Grosso, 80/602 – Praia da Costa – Vila Velha - ES - CEP: 29101-120 - Brasil - Tel: +55 (27) 9969-4910 - Fax: +55 (27) 3320-8466 - e-mail: felipe.barbosa@terraconsult-es.com.br.

RESUMO

O presente trabalho estudou o comportamento da sedimentação dos sólidos contidos no efluente proveniente do processo industrial do beneficiamento de rochas ornamentais e, conseqüentemente, a melhor forma de tratar o efluente. Foi realizado um estudo para conhecer as características físicas do efluente do beneficiamento de rochas ornamentais, possibilitando determinar o sistema de tratamento ideal deste tipo de efluente, de forma que possa ser reutilizado no processo industrial. Através deste estudo foi possível analisar as características do efluente gerado em todas as etapas, separadamente, do processo de beneficiamento de rochas ornamentais. As taxas de sedimentação obtidas, com valores da ordem de $2,2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ para os efluentes do tear, $0,19 \text{ m}^3/\text{m}^2$ para os efluentes do polimento e $0,25 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ para os efluentes da etapa de corte, são subsídios para o dimensionamento dos sistemas de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Rochas ornamentais, taxa de sedimentação, sedimentadores, caracterização, efluente.

1 INTRODUÇÃO

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. Em suas múltiplas atividades, a água é necessária ao homem. A utilização cada vez maior dos recursos hídricos tem resultado em problemas, não só de carência dos mesmos, como também de degradação de sua qualidade (MOTA, 1995).

Os problemas atuais de escassez de recursos hídricos levaram ao desenvolvimento de novas tecnologias, que propiciam a otimização da utilização e o reuso da água, particularmente no ambiente industrial.

A prática do reuso em sistemas industriais proporciona benefícios ambientais significativos, pois permite maior disponibilidade de água para outros usos. Em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Evidenciam-se também benefícios econômicos, uma vez que os custos relativos à obtenção do insumo água não serão repassados aos consumidores e clientes.

A água é principal insumo no processo de beneficiamento de rochas ornamentais. Sua utilização e o controle de efluentes têm forte influência nos projetos das unidades de beneficiamento de mineração, aumentando, desta forma, o interesse pela origem, qualidade, volume de água utilizada no processo mineral e seu reuso.

O reuso da água utilizada no processo de beneficiamento de granito é extremamente necessário para minimizar os custos operacionais e a agressão ao meio ambiente, e reduz, de forma significativa, a quantidade de água usada, além de minimizar os custos de sua captação.



Para o desdobramento dos blocos, polimento e corte das chapas, esse tipo de indústria consome um volume elevado de água. Isso é um alerta para a necessidade de um diagnóstico da situação atual do consumo de água para esse tipo de indústria, visando uma gestão futura ambientalmente adequada e economicamente viável.

Este trabalho apresenta a caracterização físico-química; e a avaliação em escala laboratorial das características de sedimentabilidade dos efluentes gerados nas etapas do processo de beneficiamento de granito com o intuito de gerar subsídios, especificamente quanto a velocidade de sedimentação, traduzida em taxas de escoamento superficial, a serem aplicados no dimensionamento e otimização das unidades de tratamento dos efluentes em questão.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada no período de novembro de 2006 a março de 2008, com amostras de efluentes coletadas em seis empresas de beneficiamento de granitos. Optou-se por estudar empresas que contemplassem todas as etapas do processo industrial. As empresas pesquisadas foram: EWEN Granitos, Granitos Artifon Minozzo e ME Granitos, situadas no Pólo Agroindustrial de Nova Venécia, norte do estado do Espírito Santo, e Andrade Granitos, BRASVIT S/A e Vitória Stones, instaladas na Serra – ES.

O quadro 1 apresenta a configuração de equipamentos em operação em cada empresa estudada.

Quadro 1: Equipamentos instalados em cada empresa estudada

Empresa	Equipamentos		
	Desdobramento	Polimento	Corte
Andrade S/A	06 teares multilâminas jumbo	02 politrizes semi-automáticas de 16 e 20 cabeças	01 mono-fio, 01 encabeçadeira e 01 cortadeira com 05 cabeças
BRASVIT	04 teares multilâminas G6	02 politrizes semi-automáticas de 17 e 20 cabeças	01 máquina de corte fresa ponte
EWEN Granitos	03 teares multilâminas G6	02 politrizes semi-automáticas de 02 cabeças	05 máquinas de corte
Granitos Artifon Minozzo	-	01 politriz automática de 16 cabeças	01 máquina de corte
ME Granitos	02 teares multilâminas G6	01 politriz semi-automática de 03 cabeças	-
Vitoria Stones	06 teares multilâminas jumbo	01 politriz automática de 20 cabeças	-

2.1 AMOSTRAGEM

Os efluentes provenientes dos diversos processos de beneficiamento de granito foram coletados separadamente, a fim de se conhecer as características específicas de cada um, de acordo com as etapas de funcionamento das empresas: desdobramento, polimento e corte. As amostras foram compostas para caracterizar um período característico de funcionamento dos equipamentos, conforme demonstra a figura 1.

Ponto #1 (Corte)

A coleta foi realizada na canaleta de confluência dos efluentes das máquinas de corte, no ponto após o corte das chapas já polidas, a montante da dosagem de coagulantes. Esse procedimento teve o objetivo de conhecer as características do efluente gerado sem adição do coagulante aplicado. As máquinas operavam simultaneamente, sendo que, nos intervalos para ajuste das chapas nem sempre todas as máquinas encontravam-se operando. O fluxo de água proveniente destas máquinas foi constante durante todo o expediente, gerando desta forma variações na concentração de sólidos.

Em cada campanha amostral, foram coletadas alíquotas de 1 litro durante aproximadamente 90 minutos, em intervalos de 5 minutos. O efluente foi coletado com recipiente específico e armazenado em bombona, totalizando 18 litros de efluente, de onde se retirava a amostra composta.



Ponto #2 (Politriz)

A coleta foi realizada na canaleta que direciona o efluente do polimento/levigamento para o decantador horizontal, a montante do ponto de adição do coagulante. Nas empresas que apresentam em seu quadro de equipamentos mais de uma politriz, as coletas foram realizadas abrangendo todos os maquinários. As etapas de polimento/levigamento, em que são utilizados diferentes tipos de abrasivos, duram em média 20 a 30 minutos, incluindo as pausas para troca destes, na qual a vazão de água continua constante. Desta forma foi necessário efetuar a coleta de forma a se acompanhar o processo durante o período de aproximadamente 3 horas.

Cada amostra foi composta por alíquotas de 1 litro, coletadas em intervalos de 10 minutos, gerando um total de 18 litros de efluente e compreendendo as variações de concentração de sólidos existentes nesta etapa do processo. O efluente foi coletado com recipiente específico e armazenado em bombona, de onde foi homogeneizado e posteriormente retirada amostra composta.

Ponto #3 (Tear)

A coleta foi realizada no momento em que eram realizados os expurgos automáticos do efluente excedente, gerado pela bomba de recirculação da lama produzida nessa etapa do processo industrial. Foram coletadas amostras compostas dos teares em operação que se encontravam serrando granitos distintos e em diferentes etapas do processo. De cada tanque foram coletadas alíquotas de mesmo volume, gerando um total de aproximadamente 20 litros de efluente. O material foi coletado com o auxílio de um balde e armazenado em bombona. O efluente foi homogeneizado e posteriormente foi retirada a amostra composta.

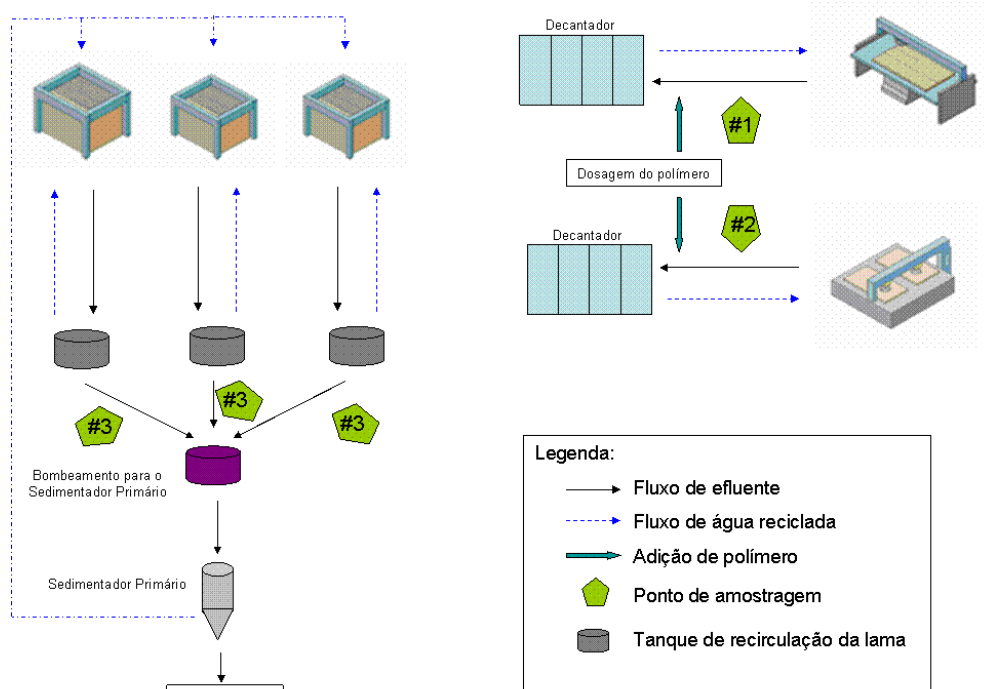


Figura 1: Localização das estações amostrais adotadas.

2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA

Os parâmetros analisados foram definidos de acordo com o conhecimento detalhado de cada etapa do processo industrial, levando-se em consideração os tipos de produtos, insumos, utilizados nas diversas etapas e a frequência de manutenção das máquinas, assim como os resultados obtidos por outros autores. As amostras foram analisadas pelo Laboratório Agrolab. Os métodos utilizados para a caracterização físico-química foram baseados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20ª edição (1998).

2.3 ENSAIOS DE SEDIMENTABILIDADE

Foram utilizadas provetas de 1 litro, com alturas de 33,8; 33,6 e 34,6 cm, e diâmetro de 5,8; 5,7 e 6 cm, para os efluentes provenientes das etapas de desdobramento, polimento e corte, respectivamente. A figura 2 ilustra o procedimento realizado.

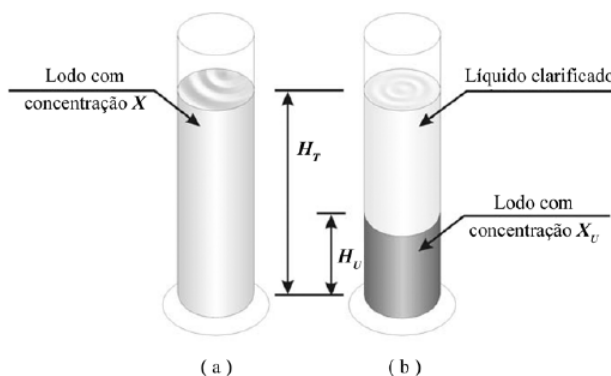


Figura 2: Figura esquemática dos ensaios de sedimentação realizados. Fonte: Santos (2005)

Com o intuito de examinar a sedimentação em maior detalhamento, um experimento em batelada (ensaios de sedimentação em coluna), ilustrado na figura 3, contempla uma coluna contendo um fluido homogêneo com partículas sólidas de fina granulometria sedimentando com aproximadamente a mesma velocidade. Nesta situação, ao início da sedimentação, uma linha é observada entre a parte sobrenadante do líquido clarificado (Zona A) e os sólidos que constituem a lama (Zona B) ao longo do processo. A velocidade a qual esta linha de demarcação descende ao longo da coluna indica o progresso do processo de sedimentação (CHERESIMINOFF, 2002).

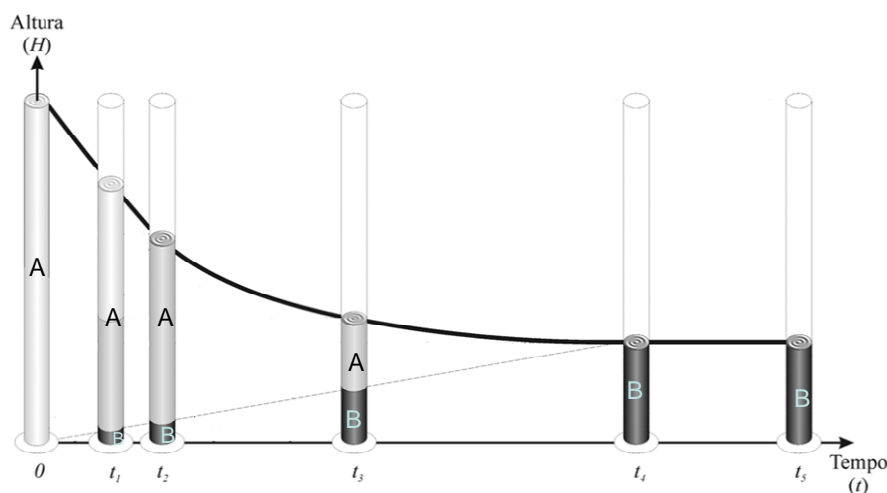


Figura 3: Etapas de sedimentação no ensaio em coluna. Fonte: Santos et al (2005) - Adaptado

Este estudo baseou-se no monitoramento da interface descendente e do conhecimento da concentração inicial em um ensaio de sedimentação em proveta, que pode ser descrito pela equação:

$$\frac{dz}{dt} = -v_s(\epsilon_s) \quad (\text{Equação 1})$$

Na qual z equivale à altura medida em um instante de tempo t , v_s equivale à velocidade de sedimentação e ϵ_s a concentração volumétrica de sólidos.



Os ensaios de sedimentabilidade foram realizados em 9 amostras de efluentes de corte, 11 amostras de efluentes de polimento e 7 amostras de efluentes de serragem, de forma a contemplar as variabilidades qualitativas identificadas nesta tipologia de efluentes, seja em função do material que está sendo beneficiado ou pelas características operacionais das empresas. Para cada amostra foram realizadas três repetições do ensaio de sedimentabilidade, com o objetivo de se obter uma média, minimizando assim os possíveis erros.

A partir de um ajuste da equação 1, e dos dados obtidos através do experimento, foi possível calcular as velocidades de sedimentação nos instantes observados, através da razão entre o espaço percorrido pelo material em sedimentação e o instante analisado.

Uma vez determinada estas velocidades, foi conhecido o comportamento de sedimentabilidade de cada efluente, permitindo assim determinar as taxas de sedimentação para cada um deles.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES

3.1.1 Caracterização Físico Química

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química realizada com os efluentes das empresas EWEM e ME.

Tabela 1: Caracterização físico-química dos efluentes gerados em cada etapa do processo.

Parâmetro	Unidade	Efluente		
		Desdobramento	Polimento	Corte
Umidade	%	41,57	99,56	99,65
Densidade	g/mL	1,54	1,00	1,00
Fluoretos	mg/L	0,10	0,69	0,69
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	3486	324	107
Sólidos Fixos Totais	mg/L	580768	3818	3351
Sólidos Totais	mg/L	584284	4142	3458
Óleos e Graxas	mg/L	212,86	3,4	8
Cloretos	mg/L	14,06	485,05	82,95
pH	-	12,65	9,16	8,31

Com relação à concentração de sólidos, os três efluentes apresentam concentrações elevadas. Evidencia-se que no processo de desdobramento ou serragem registra-se uma concentração substancialmente maior do que nas outras duas etapas do processo industrial. A maior parte desses sólidos está na forma fixa, indicando que o material é inorgânico e sua composição é prioritariamente composta por rochas.

Já a densidade apresentou valores próximo a 1 g/mL para os efluentes do polimento e do corte, refletidos no percentual de umidade da ordem de 99%, valores estes próximos ao da água pura. A etapa de serragem apresenta efluente com densidade maior que 1 g/mL, devido a maior concentração de sólidos neste efluente, devido a presença de finos de rocha e gralha. Em função da elevada concentração de sólidos nesta tipologia de efluente, a umidade obtida foi de cerca de 41.5%. Prezotti (2003) reporta valores de densidade da ordem de 1,4 g/mL, próximos aos obtidos pela CFQA.

Ferreira (2007) registra densidades para efluente da etapa de desdobramento variando entre 1,27 g/mL a 1,64 g/mL. Ao comparar os resultados obtidos relativos a concentração de sólidos e à densidade com dados de Gavassoni e Muniz (2004), em que foram realizadas as mesmas análises, observa-se que as características encontradas são similares. Prezotti (2003) apresentou variações nas concentrações de sólidos totais de 68.021 a 662.347 mg/L. Esta variabilidade nos valores encontrados está relacionada às características operacionais adotados em cada tear, podendo ser observados até mesmo dentro de uma mesma empresa.

Todas as etapas apresentam consideráveis concentrações de óleos e graxas, influenciados pela manutenção não controlada dos equipamentos. Destaque para a elevada concentração da etapa de serragem dos blocos, pois, conforme observado in loco, os equipamentos recebem manutenção constante, desde a preparação para o processo, até a fase final, conforme também observado por Ferreira (2007).

A alta concentração de fluoretos e cloretos na etapa de polimento é consequência das propriedades dos abrasivos utilizados e de insumos, como a resina, que faz parte do processo de resinagem. A presença de menores concentrações desses parâmetros no efluente do corte se deve à concentração remanescente desses produtos nas chapas a serem cortadas, além de que, em diversas ocasiões, evidencia-se que a água utilizada no polimento é recirculada no processo de corte e vice-versa. Prezotti (2003), relata que a concentração de cloretos na água utilizada no processo de polimento acima de 400,0 mg/L prejudica a qualidade final dos produtos, além de comprometer a durabilidade dos equipamentos e tubulações.

Gavassoni e Muniz (2004) encontraram valores de cloretos da ordem de 132 mg/L. A variação na concentração de cloretos se justifica em função do tipo de abrasivo utilizado no processo de polimento, podendo esta ser à base de composto magnesiano ou resinóide ou ainda na presença de cloretos na fonte de água utilizada para captação da água industrial.

Com relação ao pH, os valores dos efluentes da politriz e corte são levemente básicos, próximo a 9, devido às características naturais das rochas beneficiadas. Destaca-se o efluente proveniente do processo de desdobramento dos blocos, com elevados valores influenciados pela adição de cal hidratada na composição do fluido abrasivo e pela constituição das rochas, contribuindo para a elevação do pH para valores superiores a 12.

Os valores de pH encontrados por Prezotti (2003) são similares aos observados na presente pesquisa. O autor op. cit. comenta que águas residuárias provenientes do processo de desdobramento podem ser recirculadas após tratamento, ainda que com pH alcalino, sem prejuízos à qualidade do processo industrial de desdobramento de blocos. Já os efluentes do processo de polimento e corte das chapas possuem valores de pH mais baixos, e que podem ser recirculados para o mesmo processo sem danos à sua qualidade final. Ressalta-se que o efluente proveniente do tear não deve ser recirculado para a etapa de polimento, por causa de possíveis incrustações nos aparelhos (politrizes).

3.2 ENSAIOS DE SEDIMENTABILIDADE

3.2.1 Desdobramento

Para o efluente proveniente da etapa do desdobramento do bloco no tear a sedimentação foi caracterizada como do tipo zonal ou em massa, como pode ser observado através das figura 4. Os resultados da taxa de sedimentação para estes efluente, conforme a figura 5, é da ordem de 2, 2 m³/m².dia.são apresentados através da figura 5. Traçando-se uma curva de tendência entre os pontos plotados, obteve-se um ajuste (R²), da ordem de 0,957.

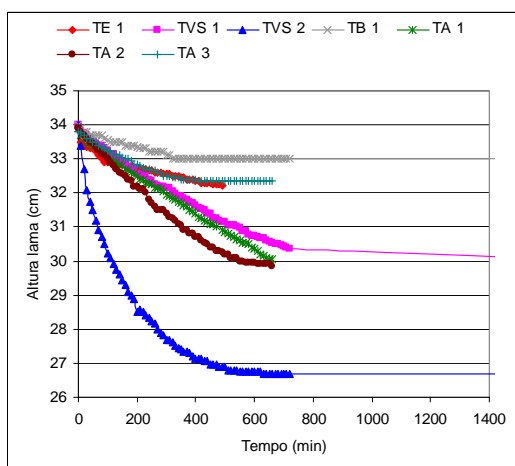


Figura 4: Ensaio de sedimentabilidade realizados com os efluentes provenientes do processo de desdobramento.

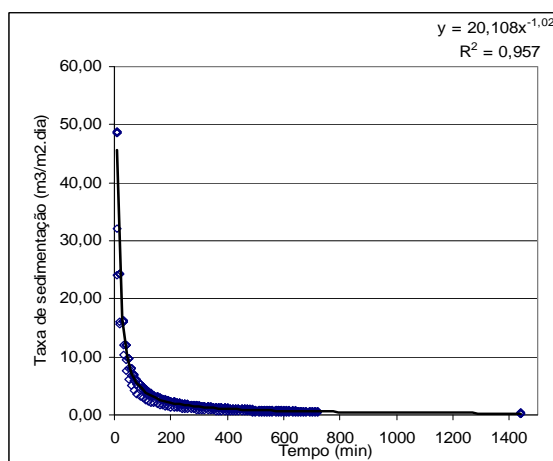


Figura 5: Taxa de sedimentação do efluente proveniente do processo de desdobramento.

Prezotti (2006) e Oliveira (2006) encontraram valores estimados para a velocidade de sedimentação (tempo de escoamento superficial), referentes aos sedimentadores em operação de algumas empresas da ordem de 0,15



m/hora e 0,09 m/hora, para um tempo de detenção de 2 horas, próximos da média dos obtidos nos ensaios para os efluentes do desdobramento, em torno de 0,092 m/hora ($\pm 0,015$).

3.2.2 Polimento

A figura 6 demonstra o comportamento do processo de sedimentação das partículas deste tipo de efluente, o qual se evidencia majoritariamente a sedimentação de partículas discretas, todavia, as partículas dos ensaios de PB1, PA2 e PA4 apresentaram comportamento de sedimentação floculenta. Outro fenômeno perceptível foi o da sedimentação por compressão, evidenciado na amostra PA4, em que após sofrer uma sedimentação floculenta, as partículas demonstraram uma densificação, e por consequência, se comprimiram.

Mesmo adotando-se uma metodologia criteriosa de coleta dos efluentes, realizada na canaleta antes do ponto de adição dos referidos reagentes, foi possível evidenciar, por motivos operacionais, a adição de altas doses destes produtos, que podem se acumular e fluir junto ao efluente tratado recirculado. Cimarelli (1991) reporta que a concentração de tais agentes no processo de polimento influencia negativamente o resultado final no lustro das chapas, não conferindo o brilho desejado ou ainda demorando maior período de tempo e, consequentemente, gastando mais material (pastilhas abrasivas), para obter os resultados desejados. O uso indiscriminado de aditivos químicos (coagulantes e floculantes) também pode conferir características químicas à lama final, podendo torná-la inutilizável em outros processos, cabendo somente depositá-la em aterros industriais.

De acordo com a figura 7, as taxas de sedimentação encontradas para este tipo de efluente são da ordem de $0,15 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{dia}$, ao se excluir os dados referentes aos ensaios com comportamento de sedimentação floculenta. Prezotti (2006) estimou velocidades de sedimentação, com tempo de detenção de 2 horas, referentes aos sedimentadores em operação de algumas empresas da ordem de 3,5 m/hora, muito acima do obtido nos ensaios, da ordem de 0,006 m/hora ($\pm 0,002$). Valores aqueles superiores, pois os sedimentadores em operação utilizam coagulantes para o tratamento, enquanto esta pesquisa analisa somente o efluente, sem nenhuma adição de coagulantes.

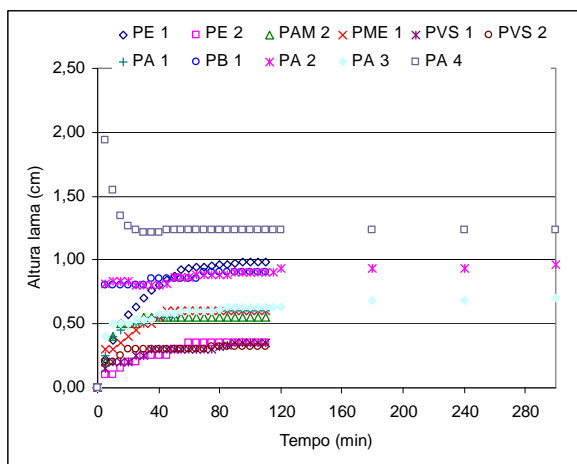


Figura 6: Ensaios de sedimentabilidade realizados com os efluentes provenientes do processo de polimento.

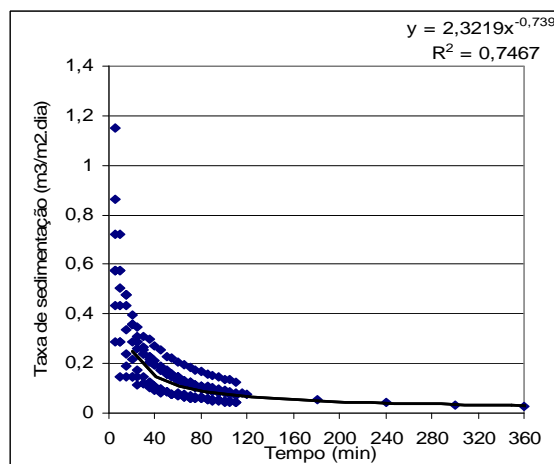


Figura 7: Taxa de sedimentação do efluente proveniente do processo de polimento.

3.2.3 Corte

Os efluentes provenientes do processo de corte apresentaram comportamento muito similar aos da politriz, sendo que a quantidade de lama depositada em geral, foi inferior. Os dados conduzidos pelos ensaios deste efluente apresentaram uma sedimentação de partículas discretas, porém, pelo mesmo motivo abordado no efluente do polimento, referente ao uso indiscriminado de agentes coagulantes/ floculantes e a preservação de suas propriedades no efluente recirculado, alguns ensaios (CA2, CA3 e CA5) demonstraram características de sedimentação floculenta (Figura 8).

Prezotti (2006) encontrou valores estimados para a velocidade de sedimentação, com tempo de detenção de 2 horas, referentes aos sedimentadores em operação de algumas empresas da ordem de 2,2 m/hora, muito acima dos obtidos nos ensaios, em torno de 0,007 m/hora ($\pm 0,003$). Valores aqueles superiores devido aos sedimentadores em operação utilizam coagulantes para o tratamento, enquanto esta pesquisa analisa somente o efluente, sem nenhuma adição de coagulantes.

Os dados apresentados na Figura 8 contemplam taxas de sedimentação da ordem de $0,17 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ para os efluentes provenientes da etapa de corte.

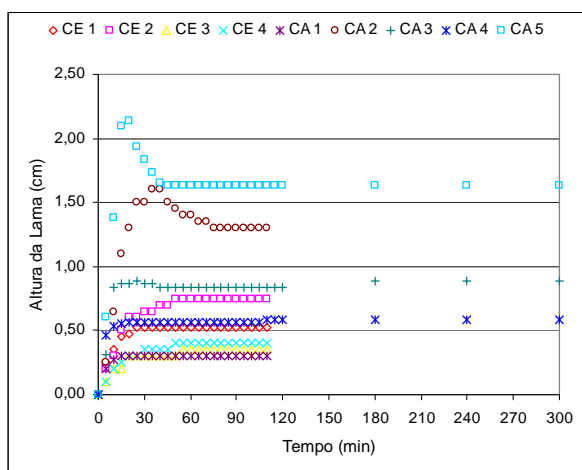


Figura 8: Ensaios de sedimentabilidade realizados com os efluentes provenientes do processo de corte.

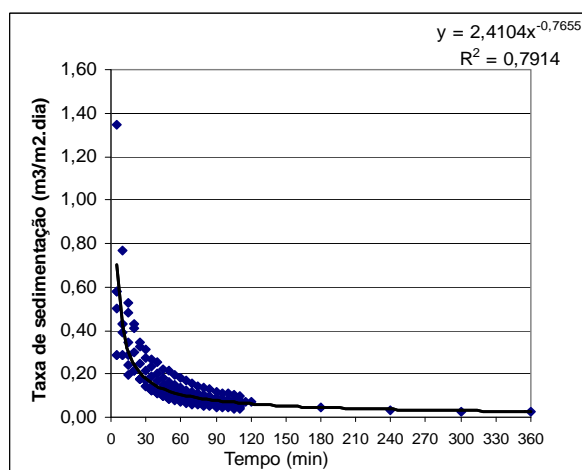


Figura 9: Taxa de sedimentação do efluente proveniente do processo de corte.

4 CONCLUSÕES

Caracterização do Efluente:

A caracterização físico-química demonstrou que os efluentes do desdobramento, polimento e corte mantêm as características de seus principais insumos utilizados em cada etapa. Com relação à concentração de sólidos, os três efluentes apresentam concentrações elevadas. Evidencia-se que no processo de desdobramento observam-se concentrações substancialmente maiores do que nas outras duas etapas. A maior parte desses sólidos está na forma fixa, indicando que o material é inorgânico e sua composição é prioritariamente composta por finos de rochas. Em função da elevada concentração de sólidos nesta tipologia de efluente, a umidade obtida foi de cerca de 41,5%.

Todas as etapas apresentam consideráveis concentrações de óleos e graxas, influenciados pela manutenção não controlada dos equipamentos, em que se destaca a elevada concentração destes agentes na etapa de serragem dos blocos.

A alta concentração de fluoretos e cloretos na etapa de polimento é consequência das propriedades dos abrasivos utilizados e de insumos, como a resina, que faz parte do processo de resinagem.

Com relação ao pH, os valores dos efluentes da politriz e corte são levemente básicos, próximo a 9, devido às características naturais das rochas beneficiadas. Destaca-se o efluente proveniente do processo de desdobramento dos blocos, com elevados valores de pH para valores acima de 12, influenciados pela adição de cal.

Velocidades de Sedimentação

Os ensaios de sedimentabilidade permitiram determinar as velocidades de sedimentação, convertidas em taxas de escoamento superficial, que é um parâmetro de projeto de sedimentadores/ decantadores, da ordem de 2,2 ($\pm 0,015$) $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ para o efluente do tear, 0,19 ($\pm 0,004$) $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ para o efluente da politriz e 0,25 ($\pm 0,01$) $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{dia}$ para o efluente do corte.



O valor encontrado para a velocidade de sedimentação do efluente proveniente do tear se mostrou próximo aos praticados por empresas do ramo, já os valores referentes às etapas de polimento e corte estão abaixo dos praticados. Tal fato pode ser explicado uma vez que nesta pesquisa optou-se por analisar os efluentes sem aditivos químicos, enquanto as empresas fazem uso destes coagulantes e floculantes.

Os resultados obtidos nessa pesquisa permitirão avaliar melhor as unidades de tratamento implantadas nas empresas, podendo os mesmos serem ajustados de acordo com a necessidade. Os dados gerados em escala laboratorial indicam a possibilidade de recirculação de efluentes de qualidade suficiente para o seu reuso interno no processo industrial, sem a necessidade de aplicação de um produto auxiliar de decantação. Isso acarretará em uma redução do custo operacional já que não será necessário utilizar produtos químicos, além da redução nas dimensões dos sistemas de tratamento para as etapas de polimento e corte.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA, WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION - WPCF, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21a ed., Washington, D. C., EUA, American Public Health Association.
2. BARBOSA, F. R., OLIVEIRA, F.F. Tratamento de efluente industrial do processo de beneficiamento de rochas ornamentais com vistas ao reuso, Relatório final Bolsa BITEC, Vitória, Junho, 2007
3. CHEREMISINOFF, N. P. Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. Pollution Engineering, Editora Butterworth-Heinemann. Estados Unidos. 2002. 636 p.
4. CIMARELLI, P. Considerazioni sulle spurghe di segheria di granito. In: MAZOTTI, Luigi. Depurazione delle Acque: Tecniche ed Impianti per il Trattamento delle Acque di Rifiuto, Bologna, Itália, Edizioni Calderini, 1991. p. 19-24.
5. FERREIRA, A. R.; Desaguamento de lamas provenientes de indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais. Monografia de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental – FAESA. Vitória, ES. 2007.
6. GAVASSONI, I.; MUNIZ, J.C.F. Avaliação de eficiência de uma estação de tratamento de efluentes industriais de beneficiamento de rochas ornamentais, Trabalho de conclusão de curso da Faculdade Centro-Leste, Serra, 2004.
7. MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2. ed. rev. e atualizada. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 200 p.
8. OLIVEIRA, F. F; FERREIRA, A. R. Plano de Controle Ambiental EWEM Granitos. Vitória, 2006.
9. PREZOTTI, J.C.S. Resultados de monitoramentos de estações de tratamento de efluentes líquidos de indústrias de beneficiamento de mármore e granito, implantadas no município de Cachoeiro de Itapemirim. In: Seminário Estadual Sobre Saneamento e Meio Ambiente, 5. Vitória, Anais... Vitória: ABES. 2003.
10. SANTOS, R.C.O., FILHO, O.B., GIORDANO, G.. Proposta de cálculo do tempo de sedimentação no tratamento de esgotos por lodos ativados em bateladas. Artigo Técnico ABES. Vol.10 - Nº 3 - jul-set. 2005. p. 185 - 193