

GESTÃO DE RESÍDUOS E PASSIVOS AMBIENTAIS XEROX

Elias S. Assayag – eassayag@internext.com.br

Leonardo A. Forte – leonardoforte@manaus.br

Universidade do Amazonas, Departamento de Hidráulica e Saneamento da Faculdade de Tecnologia

Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000

69077-000 – Manaus - AM

***Resumo.** O projeto Gestão de Resíduos e Passivos Ambientais XEROX, foi desenvolvido pela XEROX Desenvolvimento de Sistemas e de Tecnologia Ltda em parceria com a Universidade do Amazonas, através de professores do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Faculdade de Tecnologia e alunos dos cursos de engenharia civil e engenharia elétrica. O estudo trata de resíduos de tinta, toner contaminado e efluentes sanitários e industriais e de suas relações com o meio ambiente. Inicialmente foi elaborado o diagnostico do problema baseado no estudo sistematizado das características qualitativa e quantitativas e da geração desses resíduos na fábrica da XEROX em Manaus AM. Depois foram formuladas alternativas para utilização do toner e da tinta como insumos para produção de artefatos de concreto e pisos hidráulicos, e como forma alternativa de destinação final, a possibilidade de tratamento biológico, através da aclimação de micro organismos em reatores aerados. Por fim, com base no sucesso alcançado na experimentação das alternativas formuladas, são apresentados as conclusões e algumas recomendações.*

***Palavras –chave:** Resíduos, Passivos Ambientais, Gestão Ambiental*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a aplicação do princípio “do berço ao túmulo” combinado com o “poluidor pagador”, atribui à indústria pesadas responsabilidades financeiras, administrativas e legais pelos efeitos ambientais de suas atividades, produtos e serviços.

Por outro lado, a busca do desenvolvimento sustentável faz com que empresas que utilizam os recursos naturais com critério, responsabilidade e racionalidade se empenhem em controlar e mitigar os impactos ambientais das suas atividades, produtos e serviços.

Como empresa moderna, de iniciativas pioneiras, a XEROX Desenvolvimento de Sistemas e de Tecnologia Ltda. decidiu atuar em parceria com a Universidade do Amazonas, na área da qualidade ambiental aplicada à indústria, em atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Assim, com a participação de professores e alunos da Faculdade de Tecnologia da Universidade do Amazonas, e colaboradores da XEROX, foi desenvolvido o projeto Gestão de Resíduos e Passivos Ambientais XEROX – GRPA XEROX.

O projeto teve como objetivo trabalhar as questões relativas à gestão de resíduos industriais e passivos ambientais, através de atividades de pesquisa e desenvolvimento, com base nos padrões estabelecidos na legislação aplicável e nos critérios próprios de desempenho da XEROX, abrangendo os resíduos de toner, os resíduo de tinta e resíduos líquidos compostos por efluentes com características de esgoto doméstico e industrial

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento metodológico do trabalho foi baseado em estudos teóricos e trabalhos experimentais, de forma sistematizada, utilizando o conhecimento científico e experiência da prática para desenvolver novas aplicações dos resíduos em materiais para a construção e formas de tratamento e destinação final dos resíduos e passivos ambientais.

2.1 Utilização dos resíduos de tinta e toner em artefatos de concreto e pisos hidráulicos

Para a utilização dos resíduos de tinta e toner em artefatos de concreto e pisos hidráulicos a metodologia empregada foi o desenvolvimento teórico das propostas e depois a experimentação em parceria com terceiros, utilizando as suas instalações, pessoal, laboratórios e demais equipamentos.

2.2 Tratamento biológico dos resíduos de tinta, toner e efluentes líquidos

Considerando os princípios da sustentabilidade, foi definida a metodologia para o tratamento dos resíduos de tinta, toner e efluentes líquidos com base no tratamento biológico. O tratamento dos resíduos de toner teve como base o conhecimento e a experiência e a informação tecnológica da XEROX Nordeste, no Estado da Bahia. A fundamentação referente ao tratamento dos resíduos de tinta e dos efluentes líquidos foi desenvolvidas no Departamento de Hidráulica e Saneamento e a experimentação foi realizada em um laboratório localizado na XEROX especialmente preparado com quatro reatores para de aclimação de microorganismos para tratamento biológico.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A gestão proposta para os resíduos e passivos ambientais foi desenvolvida dentro da ciência da sustentabilidade, utilizando tecnologias sistêmicas para otimizar simultaneamente as atividades da XEROX em relação ao seu desempenho econômico e ambiental. Dessa forma, o projeto foi realizado em cinco fases distintas que são:

- **Montagem do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Qualidade Ambiental XEROX – UA**, que funcionou no Departamento de Hidráulica e Saneamento, nas dependências da Faculdade de Tecnologia da Universidade do Amazonas, e conta com instalações, mobiliário, equipamentos de informática, livros, periódicos e materiais de consumo diversos utilizados durante todo o desenvolvimento do trabalho.
- **Levantamento de dados** – nesta fase foi feito o diagnóstico dos problemas bem como, foram produzidas as informações necessárias quanto as características qualitativa, quantitativa, geração e fluxos, equipamentos e legislação aplicável. Essa fase foi desenvolvida nas instalações da XEROX em Manaus – AM.

- **Benchmark** – foram feitas visitas às instalações industriais com condições semelhantes as identificadas na fase anterior, com o objetivo de conhecer e incorporar a experiência, a prática e o conhecimento por elas desenvolvidos. As visitas foram realizadas nas instalações da CETREL e da XEROX no Estado da Bahia.
- **Desenvolvimento das soluções** – com base no diagnóstico, experiência de terceiros, indicações de bibliografia e demais informações que foram sistematizadas, foram desenvolvidas as soluções. Inicialmente se estabeleceram as soluções possíveis para depois, resultado de diversos filtros, se elegeu a solução ótima. Em seguida, foram desenvolvidos as recomendações da engenharia para a implantação dessa solução e os respectivos procedimentos para operação e manutenção.
- **Divulgação dos resultados e conclusões** – os resultados obtidos, as conclusões e o conhecimento adquirido estão sendo divulgados através da participação em eventos técnicos científicos e por publicações diversas.

4. RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES DO PROJETO

4.1 Resultados da utilização dos resíduos de tinta e toner em artefatos de concreto

Para desenvolver a utilização dos resíduos de toner em artefatos de concreto foi estabelecida uma parceria com uma empresa do ramo, a Itaporanga Artefatos de Concreto Ltda., especializada na fabricação de blocos de vedação, alvenaria estrutural e pavimentos entrelaçados.

Resíduos de toner. Foram feitos ensaios de resistência à compressão em corpos de prova padrão (s/toner) e com o resíduo incorporado, com os equipamentos e instalações da própria empresa. Para diferentes traços, foram confeccionados corpos de prova para serem rompidos aos 3, 7 e 28 dias após a sua moldagem. O resultados indicaram significativos aumentos da resistência à compressão nos corpos de prova com o resíduo incorporado na argamassa do concreto, sendo o maior deles da ordem de 38%.

Resíduos de tinta. A incorporação de tinta nos artefatos confeccionados pela Itaporanga, seguiram os mesmos passos com relação ao resíduo de toner, mas com o objetivo de substituir ou reduzir a quantidade de corante atualmente usado, que são sais e óxidos de metais. Foram feitos ensaios de resistência à compressão a partir da moldagem de corpos de prova com diferentes traços, variando-se apenas a relação água/resíduos de tinta, mantendo um volume total de líquido constante. Para diferentes traços, foram confeccionados corpos de prova para serem rompidos aos 3, 7 e 28 dias após a sua moldagem. Foi verificado que o tempo de pega aumentou exageradamente causando sérios problemas por ocasião do desmolde dos corpos de prova, comprometendo a resistência mecânica.

4.2 Resultados da utilização dos resíduos de tinta e toner em pisos hidráulicos

Para desenvolver a utilização dos resíduos de tinta e de toner em pisos hidráulicos foi estabelecida uma parceria com uma empresa desse ramo, que no caso foi a Casa dos Ladrilhos, especializada na fabricação de ladrilhos hidráulicos.

Resíduos de tinta. O resíduo de tinta foi utilizado em substituição aos corantes tradicionalmente utilizados. Os protótipos produzidos com os resíduos da tinta foram comparados com peças as produzidas com corantes. Os resultados dos diversos testes foram satisfatórios, com destaque para o fato de ser possível substituir em até 100% os corantes.

Resíduos de toner. Os resíduos de toner, da mesma forma que os de tinta, foram incorporados à argamassa utilizada para fabricação dos ladrilhos hidráulicos. Depois de comparar peças com e sem o resíduo, foi observado apenas um pequeno aumento da resistência mecânica.

4.3 Resultados do tratamento biológico dos resíduos de tinta, toner e efluentes líquidos

Resultados dos resíduos de tinta. O resultado obtido foi a proliferação dos microorganismos, sucedendo uns aos outros, em quatro amostras de esgoto submetida a constante aeração (reatores) como consequência da sucessão de alterações físicas e químicas que foram ocorrendo no decurso da estabilização. A comparação dos resultados do reator com a amostra do esgoto sem a carga de tinta, e os demais cada um com uma cor de tinta, revelou que no primeiro a estabilização foi alcançada sem problemas, mas nos últimos, com a carga de tinta, só foi possível a estabilização perfeita depois que os microorganismos foram aclimatados. Sem essa adaptação a estabilização não se deu de modo satisfatório.

Assim, o reconhecimento dos grupos biológicos, em um dado instante, permitiu avaliar a eficiência do tratamento e a avaliação do comportamento biológico devido à presença de substâncias nocivas. Durante esta sucessão ecológica foram observadas várias fases, as quais são descritas a seguir:

- Devido à grande disponibilidade de matéria orgânica biodegradável, surgiram inicialmente bactérias que solubilizam a matéria orgânica e se multiplicam rapidamente. Quase ao mesmo tempo que surgiram as bactérias, também apareceram protozoários flagelados que em conjunto com as primeiras se alimentaram da matéria orgânica em solução. Nesse estágio, o metabolismo foi intenso e a remoção de matéria orgânica foi máxima;
- Com as mudanças físico-químicas e biológicas do meio, aparecerão os primeiros ciliados livres, que se alimentaram também de matéria orgânica e depredaram as bactérias em grande número;
- À medida que a matéria orgânica foi sendo consumida e novas células sendo geradas, a relação alimento/microorganismo diminuiu até chegar a um fator limitante, afetando as populações de bactérias e protozoários livres, entrando na fase de declínio de crescimento.
- Devido à escassez de alimento, as atividades energéticas dos microorganismos diminuíram e então surgiram flocos e os ciliados livres são substituídos por ciliados fixos, que indicaram que as condições ótimas de floculação foram alcançadas.

Com o passar do tempo as bactérias começaram a metabolizar suas próprias reservas no interior da célula. Graus de estabilização ainda maiores são atingidas quando os ciliados fixos foram substituídos por rotíferos e nematóides que se alimentam diretamente de pedaços de flocos formados. A presença desses últimos microorganismos indicou que o sistema encontrava-se biologicamente estabilizado.

Resultados dos resíduos de toner. Análise no efluente final da estação da XNOR demonstra que a qualidade final do mesmo não é alterada pela presença residual de toner, porém há indicações que apontam a não degradabilidade desse resíduo. Com a não remoção do resíduo de toner o processo de tratamento pode produzir lodo em excesso, necessitando de limpezas periódicas, a cada 3 meses, ao contrário do sistema biológico normal que possui uma frequência de limpeza anual.

4.4 Recomendações para utilização dos resíduos de tinta e toner em artefatos de concreto e pisos hidráulicos

Para se reduzir a quantidade de cimento necessária à fabricação de artefatos de concreto com uma resistência à compressão especificada, recomenda-se a incorporação dos resíduos de toner. Para substituir os corantes utilizados na fabricação de pisos hidráulicos é recomendada a utilização dos resíduos de tinta.

4.5 Recomendações para o tratamento biológico dos resíduos de tinta, toner e efluentes líquidos

Recomenda-se que o processo de tratamento que deve ser operado na XAM seja do tipo lodos ativados com decantador. Pelo princípio da recirculação de lodo, há diminuição da massa biológica por digestão. Para tanto o sistema deve ser constituído por um tanque de aeração e um decantador secundário com 100% de recirculação de lodo e dosagem de nutriente.

O lodo excedente deverá ser bombeado para um tanque de lodo, para um posterior desaguamento, em um filtro-prensa. A água tratada na saída do decantador, deverá receber dosagem de hipoclorito de sódio para desinfecção dos microorganismos eventualmente presentes.

Com a presença do toner no esgoto, aumentará a quantidade de lodo a ser removido da futura estação. Assim, recomenda-se que o resíduo de toner em excesso seja coletado e tratado de outra forma (como resíduos sólido) ou reutilizado, quando possível.

Através dos resultados do exame microscópico conclui-se que os reatores com tinta não se estabilizaram tão bem quanto o sem tinta, através das sucessões biológicas dos mesmos. Com isso, evidencia-se que a descarga de resíduo de tinta no esgoto bruto com características domésticas apresenta alterações no tratamento biológico do efluente. Portanto, a incorporação desse resíduo deve ser evitada. Caso seja necessária, é possível a incorporação da tinta ao esgoto da XEROX – AM, para tanto recomenda-se todo um processo de monitoramento da operação das instalações e equipamentos, e principalmente, das características do efluente final do sistema de tratamento.

Recomenda-se que os despejos sanitários deverão ser recebidos no sistema em uma unidade de gradeamento, caixa retentora de areia/gordura e tanque de equalização com insuflação de ar comprimido. A partir do tanque de equalização, os despejos deverão ser bombeados a uma vazão contínua para um tanque de aeração do tratamento biológico.

Os despejos industriais que provém da lavagem de peças, devem ser recebidos em um tanque de equalização e por meio de insuflação de ar comprimido, se deve manter os sólidos em suspensão e a homogeneização do efluente. Neste tanque, deverá ser feita a correção de pH, através de bomba dosadora automático ligada a um pHmetro. A partir do tanque de equalização, os despejos deverão ser dosados por meio de bomba dosadora, a uma vazão contínua para o tratamento biológico na entrada do tanque de aeração.

5. CONCLUSÕES

Os estudos desenvolvidos representam a produção de novas informações que são válidas para os casos trabalhados e que foram agregadas pela XEROX como informação tecnológica. Todavia, é sempre possível aplicar esse conhecimento em outros contextos ou outras organizações.

O trabalho teve seus objetivos plenamente alcançados. Os resultados obtidos na utilização dos resíduos de tinta e toner em artefatos de concreto mais os resultados da aclimação de

microorganismos para o tratamento biológico possibilitam a apresentação das recomendações acima listadas, bem como o conjunto das atividades desenvolvidas possibilita as conclusões que seguem.

O envolvimento de alunos dos cursos de graduação de engenharia civil e de engenharia elétrica foi muito importante para reforçar com a prática a formação desses futuros profissionais. Isso se constata por meio do desenvolvimento nesses alunos, de competências e habilidades específicas para entender, interpretar e analisar criticamente a situação trabalhada no projeto.

Dessa forma, é significativa a contribuição para a formação de um profissional da engenharia com um novo perfil baseado no senso ético, na capacidade de trabalhar em equipe, no domínio dos conceitos fundamentais e da técnica, e com a necessária sensibilidade para as questões ambientais.

Por fim, vale destacar que atividades como o projeto Gestão de Resíduos e Passivos Ambientais XEROX são indicadas para possibilitar a conjugação do conhecimento teórico com a prática profissional ainda durante o curso de graduação.