

DESENVOLVIMENTO DO MANUAL DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DA DISCIPLINA LABORATÓRIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL II

Itamirys R Lira de Oliveira*, Igor Paes de G C Lobo, Deivid Sousa de Figueiroa

* Centro Universitário Tabosa de Almeida ASCES-UNITA, itamirysoliveira@gmail.com

RESUMO

O curso de engenharia ambiental pode ser considerado novo se comparado a outras engenharias, portanto os materiais profissionais e didáticos disponíveis estão em constante renovação. Algumas disciplinas não sofreram alterações significativas ou receberam atualização de material disponível, como é o caso do componente Laboratório de Engenharia Ambiental II, última disciplina experimental da formação profissional. Tendo em vista a necessidade de reformular a disciplina com a criação de um manual que contemple a implementação de atividades experimentais modernas previamente testadas. Analisou-se as práticas já realizadas, propondo melhorias e a implantação de novos experimentos. Realizou-se um levantamento dos equipamentos e materiais existentes nos laboratórios, a fim de verificar os já utilizados e os potencialmente empregáveis na nova grade. A elaboração do manual foi realizada através da implementação de POPs (Procedimentos Operacionais Padronizados), buscando uma padronização na realização de operações, reduzindo a ocorrência de falhas durante a execução das práticas, aumentando a confiabilidade dos resultados obtidos, e implicando em uma maior precisão com relação à previsão teórica. Com a implantação do manual técnico espera-se minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais, aumentando a previsibilidade de seus resultados, bem como a diminuição das alterações trazidas por imperícia e eventuais adequações. Serão corrigidos problemas de instalação física, como equipamentos que não são utilizados ou estavam alocados em laboratórios diferentes, dificultando o uso durante as aulas, bem como a proposta de uma adequação do Laboratório de Engenharia Ambiental para receber os equipamentos e materiais utilizados nos experimentos. As práticas experimentais explanadas no manual englobam as diversas áreas de atuação do Engenheiro Ambiental: análises de água, métodos para tratamento de água e de efluentes, análises de solo, análises de poluição e qualidade do ar através de sofisticados equipamentos. Os resultados esperados pela implantação da metodologia, bem como o seu reflexo nas práticas gerais de execução de ensaios experimentais, serão de impactos muito positivos para o curso. Com a instituição do manual técnico, o nível de formação dos discentes apresentará considerável melhora, visto que as práticas ambientais seguirão uma margem de erro limitada somente a caráter humano, sendo, portanto, relativamente reduzida. Em consequente serão previstos avanços na utilização dos equipamentos existentes nos laboratórios, devido à correta instrução de uso dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratório de Engenharia Ambiental, Práticas experimentais, Manual técnico, Equipamentos, Disciplina.

INTRODUÇÃO

O curso de engenharia ambiental pode ser considerado novo se comparado a outras engenharias, portanto os materiais profissionais e didáticos disponíveis estão em constante renovação. Diante disso, com o acesso cada vez mais globalizado à informação, surge constantemente a necessidade de atualizar o currículo dos cursos, promovendo um alinhamento e consonância com o que está sendo disponibilizado por outras instituições.

Desde sua criação, algumas disciplinas não sofreram mudanças significativas, como é o caso do laboratório de engenharia ambiental II, que é a última disciplina experimental de formação profissional destinada a induzir o raciocínio técnico apropriado ao futuro engenheiro ambiental e prover práticas fundamentais ao exercício profissional. Tendo isso em vista, o presente trabalho busca desenvolver um manual atualizado e padronizado para o componente curricular Laboratório de Engenharia Ambiental II, uma das últimas disciplinas técnicas experimentais da formação profissional do estudante.

Considerando a importância da disciplina para o profissional em formação, surge a necessidade do desenvolvimento de um manual que contemple a implementação de atividades experimentais modernas, que sejam previamente testadas, fazendo com que o aprendizado do futuro engenheiro ocorra de maneira mais eficiente e o mais próximo possível de situações que poderão ser vivenciadas no decorrer do exercício de sua profissão.

MANUAIS TÉCNICOS

Segundo Oliveira (2013), manual é todo e qualquer conjunto de normas, procedimentos, funções, atividades, objetivos, instruções e orientações que devem ser obedecidas e cumpridas por aqueles que o seguem, bem como a maneira de execução, quer seja individualmente, ou em conjunto.

Este de tipo de material, quando utilizado para fins experimentais em laboratórios tem como objetivo descrever e detalhar o desenvolvimento ou a operacionalização das atividades, experimentos e equipamentos existentes e/ou a serem realizados no local.

As vantagens de possuir esse suporte didático são inúmeras, porém é possível destacar como as principais:

- a) Fonte de informação sobre o conteúdo e experimentos abordados;
- b) Fixação de critérios e padrões;
- c) Possibilidade a adequação, coerência e continuidade durante a execução dos procedimentos;
- d) Treinamento aos discentes;
- e) Instrumento de consulta e orientação.

Uma característica importante nos manuais para disciplinas experimentais é a seguridade das informações, que devem ser previamente testadas e verificadas antes de sua utilização. Pois a existência de incoerências pode provocar acidentes ou danos aos equipamentos que serão utilizados durante a execução das atividades práticas.

Uma restrição associada ao uso de manuais experimentais está relacionada ao fato de que o mesmo deve sempre ser atual, visto que, quando não revisados e atualizados com a frequência necessária perdem seu valor, tornando-se ultrapassados, obsoletos e não servirão mais como garantia de eficácia no processo de aprendizagem.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRONIZADOS (POPs)

O Procedimento Operacional Padrão (POP), consiste em um roteiro de padronização de todas as operações necessárias para realizar uma atividade. É um componente vital em qualquer sistema de gerenciamento de qualidade e é um elemento de relevante importância para o desenvolvimento de manuais que orientam o desenvolvimento de práticas experimentais que fazem uso de variados tipos de equipamentos (DAINESI E NUNES, 2007).

O POP é definido pela Cartilha da RDC 206-04 como um documento que descreve passo-a-passo como executar as mais diversificadas tarefas, deve ser seguido rigorosamente para que haja sucesso durante o processo.

O objetivo básico é garantir mediante uma padronização, os resultados esperados por cada tarefa executada (COLENGHI, 2007). Ou seja, minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais, para o funcionamento correto do processo. Aumentando-se assim a previsibilidade de seus resultados, bem como a diminuição das alterações trazidas por imperícia e eventuais adequações. Ele deve ser escrito de forma detalhada para a obtenção de uniformidade de uma rotina operacional, seja ela na produção ou na prestação de serviços (HATTEMER, 2001).

Durante a elaboração de um POP é essencial inserir todas as informações necessárias para o bom desempenho da tarefa. Consiste basicamente em fazer o mapeamento de um processo específico contemplando todos os passos para a realização deste; é indispensável a análise de cada passo a fim de verificar qual é o mais fácil e eficiente a ser seguido (WOODIN, 2004). Também deve conter, dentro da descrição dos procedimentos, a relação dos equipamentos e utensílios indispensáveis para realização dos mesmos, bem como o objetivo, a aplicabilidade e os passos detalhados dos processos a serem seguidos.

A criação de um novo manual para a disciplina de Laboratório de Engenharia Ambiental II se faz necessária, já que desde a criação do curso, no ano de 2010, a ementa não sofreu alterações, deste modo, se fazem necessárias atualizações, frente às inovações tecnológicas, científicas e operacionais na área. Além de uma atualização curricular, o novo material de apoio corrigirá problemas operacionais encontrados nas instalações físicas, como aparelhos que não são utilizados na grade atual, pois não há procedimentos operacionais padronizados para utilização dos mesmos, bem como uma gama maior de experimentos e tecnologias abordados durante a instrução da disciplina.

Serão estudados, propostos, implementados e testados novos experimentos, que visem o melhor aproveitamento dos equipamentos disponíveis, para que os discentes tenham sua formação mais completa, competitiva frente à competitividade exigida atualmente no mercado profissional e científico.

São de grande importância o estudo, teste e execução dos métodos e práticas experimentais contidas no manual, pois garantirá confiança durante todo o processo de aprendizagem, além de garantir maior segurança aos alunos e prevenir possíveis acidentes. Ter o auxílio deste material, para o aluno, permite que este tenha uma base profissional mais sólida, visto que terá realizado grande parte dos procedimentos que vivenciará durante sua vida profissional, o que resultará em melhores profissionais formados.

Basicamente, o processo para a garantia da qualidade por meio do POP envolve o planejamento, o desenvolvimento, a verificação e a implantação. Pensar em boas práticas é pensar em gerenciamento de qualidade com processos estabelecidos e bem controlados (DAINESI E NUNES, 2007).

De acordo com Dainesi e Nunes (2007), a importância do estabelecimento de POPs em um centro de pesquisa reside em:

- a) Melhor preparo na condução de estudos;
- b) Harmonização dos processos em pesquisa e treinamentos;
- c) Profissionalismo, credibilidade e garantia da qualidade do ensino por meio da padronização e segurança do processo.

OBJETIVO DO TRABALHO

O curso de engenharia ambiental pode ser considerado novo se comparado a outras engenharias, portanto os materiais profissionais e didáticos disponíveis estão em constante renovação. Tendo isso em vista, o presente trabalho busca desenvolver um manual atualizado e padronizado para o componente curricular Laboratório de Engenharia Ambiental II, uma das últimas disciplinas técnicas experimentais da formação profissional do estudante.

A disciplina Laboratório de Engenharia Ambiental II é destinada a induzir o raciocínio técnico apropriado ao discente de engenharia ambiental e prover técnicas fundamentais ao exercício da função.

Tendo em vista toda a importância da disciplina para o profissional em formação, surge a necessidade do desenvolvimento de um manual que contemple a implementação de atividades experimentais modernas, que sejam previamente testadas, fazendo com que o aprendizado do futuro engenheiro ocorra de maneira mais eficiente e o mais próximo possível de situações que poderão ser vivenciadas no decorrer do exercício de sua profissão.

Este de tipo de material, quando utilizado para fins experimentais em laboratórios tem como objetivo descrever e detalhar o desenvolvimento ou a operacionalização das atividades, experimentos e equipamentos existentes e/ou a serem realizados no local.

As principais vantagens de possuir um manual técnico como suporte da disciplina são as fontes de informação sobre o conteúdo e experimentos abordados, fixação de critérios e padrões, possibilidade de adequação, coerência e continuidade durante a execução dos procedimentos, treinamento aos discentes, instrumento de consulta e orientação.

METODOLOGIA UTILIZADA

Foram realizados experimentos voltados à área prática de Engenharia Ambiental, visando complementar o aprendizado teórico adquirido pelos discentes, auxiliando-os na obtenção de uma base profissional mais sólida. Eventualmente se fará uma busca na literatura com a finalidade de investigar procedimentos recentes que contribuam ativamente na formação do engenheiro, levando em consideração a estrutura e grade curricular oferecida pelo curso.

A elaboração dos manuais será construída através da criação de POPs (Procedimentos Operacionais Padronizados), buscando uma padronização na realização das operações, reduzindo a ocorrência de erros ou falhas na execução das práticas, aumentando a confiabilidade dos resultados obtidos, e implicando em uma maior precisão com relação à previsão teórica.

Foi executada uma análise com as práticas já realizadas, propondo melhorias na disciplina e implementando novas práticas experimentais. Também se fez necessário um levantamento sobre os equipamentos existentes nos laboratórios, a fim de verificar os já utilizados e os potencialmente empregáveis na nova grade experimental.

Os experimentos que foram padronizados e explanados neste manual englobam as diversas áreas de atuação do Engenheiro Ambiental, de forma a possibilitar um aprendizado completo e diversificado e preparar o discente para enfrentar qualquer situação no decorrer do exercício da profissão: análises de água, como DQO (Demanda Química de

Oxigênio) e DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), métodos para tratamento de água e efluentes; análises de solo, a exemplo da acidez e carbono orgânico; análises da poluição do ar através de sofisticados equipamentos; e até mesmo metodologias diferenciadas para tratamento do chorume proveniente de aterros sanitários e controlados.

EXPERIMENTOS IMPLEMENTADOS

Os experimentos implementados englobam diversas áreas de atuação do engenheiro ambiental. Para análise de água foram roteirizadas experiências de DBO e DQO, visto que outras análises físico-químicas são realizadas durante a graduação. A DBO é um indicador que determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microrganismos através da respiração, já a DQO indica a quantidade de matéria orgânica tendo como base a concentração de oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica, biodegradável ou não, em meio ácido e condições energéticas por ação de um agente químico oxidante forte (VALENTE *et al*, 1997).

Alguns métodos para tratamento de água e efluentes foram realizados com o auxílio do JAR TESTE, equipamento que simula os processos físico-químicos como misturadores, agitação, decantação, floculação.

A padronização de análises de solo foi realizada levando em consideração o tempo de análise, pois alguns processos levam dias para serem concluídos. Com isso foram roteirizados os procedimentos que visam quantificar os limites de liquidez, plasticidade e pegajosidade, pH, carbono orgânico e a acidez do solo (trocável e potencial).

A seguir tem-se o roteiro simplificado de algumas experiências padronizadas no Manual de Práticas Experimentais Do Laboratório de Engenharia Ambiental II:

- Determinação da DQO: São necessárias duas soluções para realização da análise, uma catalisadora (ácido sulfúrico PA + sulfato de prata) e uma digestora (dicromato de potássio 0,25N). Adiciona-se 1,5 mL da solução catalisadora e 0,5 mL da digestora em um tubo com tampa rosqueada. Logo após acrescenta-se 2 mL da amostra de efluente/água que se quer analisar. No Branco utiliza-se água deionizada. Após a adição da amostra, o tubo deve ser agitado manualmente ou num vórtex até sua completa homogeneização, tomando o cuidado de não molhar a tampa. Em seguida os tubos devem ser colocados em um equipamento chamado Tubo Digestor, a uma temperatura de 150°C por duas horas. Retirar os tubos do equipamento após o tempo de digestão, para que não ocorram erros de leitura, esperando esfriar até a temperatura ambiente antes de realizar a leitura no espectrofotômetro;
- Determinação do limite de liquidez: Colocar aproximadamente 100 g de solo, previamente seco em estufa a 105°C, em cápsula de porcelana. Adicionar água, e com a espátula formar uma massa homogênea. Espalhar \pm 30 mL desta massa na cápsula metálica do aparelho de Casagrande, de modo que a parte central tenha 1 cm de espessura. Cortar a massa de solo na sua parte central com o cortador próprio do aparelho. Girar a manivela do aparelho numa velocidade constante de duas rotações por segundo. Anotar o número de pancadas quando a ranhura central se completamente. Misturar bem a massa de solo contida na cápsula metálica e repetir a operação anterior. Se o número de pancadas for > 18 e < 32 , pode-se retirar e pesar a amostra e calcular o teor de umidade. O limite de liquidez é representado pelo valor da percentagem de umidade retida pela amostra, correspondente a 25 pancadas;
- Determinação do limite de plasticidade: Retirar aproximadamente 10 a 15 g da massa de solo proveniente da determinação do limite de liquidez e formar uma bola. Comprimir essa bola sobre placa de vidro com o auxílio dos dedos, até formar um bastão cilíndrico de 3 a 4 mm de diâmetro. Repetir essa operação três ou mais vezes, adicionando água na massa de solo, de modo que o bastão formado comece a se quebrar quando atingir o diâmetro de 3 a 4 milímetros; como termo de comparação, pode-se usar um bastão de vidro com este diâmetro. Atingindo essa condição, pesar os bastões e determinar o teor de umidade pelo método usual, as pesagens devem ser realizadas com aproximação de 0,01 g. O limite de plasticidade é representado pela média dos valores das percentagens de umidade das três ou mais determinações;
- Determinação do limite de pegajosidade: Colocar em cápsula de porcelana uma parte da massa de solo proveniente da determinação do limite de liquidez, ou pesar 50 a 100 g de solo. Adicionar água pouco a pouco e, com o auxílio de espátula, formar uma massa uniforme. Com a espátula limpa e bem seca comprimir a sua face sobre a massa de solo, para testar a aderência. Se essa aderência não for conseguida, repetir a operação, adicionando mais água até que se note esse efeito. Uma vez atingido esse ponto, retirar uma pequena porção da massa de solo, colocar em recipiente numerado, pesar e determinar o teor de umidade pela forma usual. Repetir esta operação três vezes ou mais. A determinação é considerada concluída quando os valores dos teores de umidade obtidos não difiram de 2%. O limite de pegajosidade é representado pela média das três ou mais determinações;
- Determinação do pH em solos: Colocar uma quantidade de solo referente a 10 mL em um béquer de 100 mL numerado. Adicionar 25 mL de líquido (água, solução de KCl 1N ou solução de CaCl₂ 0,01 M). Agitar a amostra

com bastão de vidro individual e deixar em repouso uma hora. Agitar cada amostra com bastão de vidro, mergulhar os eletrodos na suspensão homogeneizada e proceder a leitura do pH;

- Determinação do carbono orgânico: Tomar aproximadamente 20 g de solo, triturar em gral e passar em peneira de 80 mesh. Pesar 0,5 g do solo triturado e colocar em erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 10 mL, com auxílio de uma pipeta, da solução de dicromato de potássio 0,4N. Incluir um branco com 10 mL da solução de dicromato de potássio e anotar o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto. Colocar um tubo de ensaio de 25 mm de diâmetro e 250 mm de altura, cheio de água, na boca do erlenmeyer, funcionando este como condensador. Aquecer em placa elétrica até a fervura branda, durante 5 minutos. Deixar esfriar e juntar 80 mL de água destilada, medida com proveta, 2 mL de ácido ortofosfórico e três gotas do indicador difenilamina. Titular com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 N até que a cor azul desapareça, cedendo lugar à verde. Anotar o volume gasto para realização do cálculo de determinação;
- Determinação da acidez do solo (trocável): Método KCl: Coloca-se 10 g de solo em um erlenmeyer de 250 mL e adiciona-se 50 mL da solução de KCl 1N. Agitar manualmente algumas vezes e deixar em repouso durante 30 minutos. Filtrar em papel de filtro tipo Whatman no 42 de 5,5cm de diâmetro, adicionando duas porções de 10ml de KCl N. Adicionar ao filtrado 6 gotas de fenolftaleína 0,1% e titular com NaOH 0,1N até o aparecimento da cor rosa;
- Determinação da acidez do solo (potencial): Pipetar 100 mL da solução sobrenadante obtida com o método acetato de cálcio e passar para erlenmeyer de 250 mL (evitar o arraste de partículas de solo). Adicionar cinco gotas da solução de fenolftaleína a 3% e titular com a solução de 0,0606 N de NaOH até o desenvolvimento da cor rósea persistente. Para cada série de amostras utilizar uma prova em branco;

RESULTADOS

Com a implantação do manual técnico espera-se minimizar a ocorrência de desvios na execução de tarefas fundamentais, para o funcionamento correto do processo, aumentando-se assim a previsibilidade de seus resultados, bem como a diminuição das alterações trazidas por imperícia e eventuais adequações. Também objetiva-se manter a disciplina atualizada frente às inovações tecnológicas, operacionais e científicas da área, assim como corrigir problemas na instalação física, como equipamentos que não são utilizados ou formas de realizar esses procedimentos sem a necessidade de aparelhos vista a falta de estrutura que possa existir.

CONCLUSÃO

Os resultados gerados pela implantação da metodologia em questão, bem como o seu reflexo nas práticas gerais de execução de ensaios experimentais, por meio da introdução dos Procedimentos Operacionais Padrão, denominados POPs, foram bastante positivos. Em paralelo a isto, o presente projeto tem como objetivo ainda apresentar os procedimentos de padronização normativa em face das variantes existentes no conteúdo educacional das demais instituições, de forma a standardizar o material didático, seguindo a normativa vigente.

Com a implantação do manual técnico, o nível de formação dos discentes apresentou considerável melhora, visto que as práticas ambientais seguem uma margem de erro limitada somente a caráter humano, sendo, portanto relativamente reduzida. Em consequente notou-se avanço na utilização dos equipamentos existentes nos laboratórios, devido à correta instrução de uso dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COLENGHI, Vitor Mature. **O&M e Qualidade Total**. 3ª Edição. Brasília: Ibtec, 2007;
2. DAINESI, LS; NUNES, DB. **Procedimentos Operacionais Padronizados e o Gerenciamento de Qualidade em Centros de Pesquisa**. Rev. Assoc. Med. Bras.; vol.53 no.1. São Paulo. Jan./Feb. 2007;
3. EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo** / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997;
4. HATTEMER, Apostel R.; **Standard Operating Procedures: a novel Perspective**. Qual Assur J. 2001;
5. OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. 21. ed. São Paulo: Atlas, 2013;
6. VALENTE, J. P. S, PADILHA, P. M., SILVA, A. M. M. da. **Dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD) and chemical oxygen demand (COD) as pollution parameters in the Lavapés/Botucatu - SP brook**. *Ecl. Quím. (São Paulo)*, v.22, p.49-66, 1997.

7. WOODIN, KE. **Standard operations procedures (SOPs)**. In: The CRC's guide to coordinating clinical research. Boston: Thompson Center Watch; 2004;