

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO

ENGENHARIAS

RECIFE, 2011

SUMÁRIO

ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

PRODUÇÃO DE PROTEASES POR CULTIVO SUBMERSO NA PRESENÇA DE MELAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

APLICAÇÕES DOS SOLOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA USO EM ARGAMASSAS: ESTUDO REOLÓGICO

PRODUÇÃO DE PROTEASES POR *BACILLUS* NA PRESENÇA DE RESÍDUOS AGRO INDUSTRIAIS

ESTUDO DE TÉCNICAS DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO PREDIAIS

ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE ESTRUTURAS APORTICADAS EM CONCRETO ARMADO

CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE COMPOSTAGEM DE PODA DE ÁRVORE E LODO DE ESGOTO

ANÁLISE PRELIMINAR DA VIABILIDADE DO USO DE MISTURA ALTERNATIVA DE RESÍDUOS PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Ana Maria Silva Cavalcanti¹; Romilde Almeida de Oliveira²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciência e Tecnologia; Bolsista do CNPq.

E-mail: anam3671@hotmail.com ²Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciência e Tecnologia E-mail: romildealmeida@gmail.com

Um dos sérios problemas relacionados com as estruturas de concreto armado é a corrosão das armaduras. O cobrimento do concreto visa a proteger fisicamente a armadura e proporcionar um meio alcalino que evite a corrosão. Considera-se corrosão como a interação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química ou eletroquímica. São dois os principais processos de corrosão que podem sofrer as armaduras para concreto armado: a oxidação e a corrosão propriamente dita. A armadura poderá sofrer despassivação por carbonatação ou pela ação de cloretos. Um importante ponto a ser considerado é a agressividade ambiental - relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto. Para análise da deterioração devido a certo fenômeno, deve ser considerado o meio ambiente no qual está implantada a estrutura. Regiões atmosféricas úmidas contendo gases ácidos e fuligem são mais agressivas do que regiões secas. Além disso, a microrregião influencia a deterioração dos componentes estruturais - lajes, vigas, pilares e paredes. Outro fator importante é a relação água-cimento, pois, a permeabilidade aos gases influencia a velocidade de carbonatação. A recuperação da estrutura requer mão de obra especializada e pode ser de caráter físico, como são os casos de galvanização, inibidores químicos e resinas epóxis, dentre outros. A durabilidade da estrutura está diretamente relacionada com a qualidade do projeto, materiais, execução e observação dos preceitos normativos. Foi efetuada revisão bibliográfica e analisadas as técnicas de identificação dos principais tipos de manifestações patológicas em obras de concreto armado (corrosão de armaduras por ataques de cloretos e carbonatação, ataque de sulfatos, ataque por microorganismos).

Palavras-chave: manifestações patológicas, manutenção, durabilidade

Projeto de Pesquisa: Análise do Comportamento Mecânico e da Vida Útil de Componentes e de Sistemas Construtivos

PRODUÇÃO DE PROTEASES POR CULTIVO SUBMERSO NA PRESENÇA DE MELAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Bárbara Danielle Garcia de Moraes¹; Alexandra Amorim Salgueiro²

¹Estudante do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista do CNPq.
E-mail: barbaradgmoraes@hotmail.com

²Professora dos Cursos de Engenharia Ambiental e de Engenharia Química do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail: aas@unicap.br

Os resíduos do processamento agro-industrial em meios de cultura reduzem os custos de produção de metabólitos microbianos, particularmente as enzimas. Esses biocatalisadores proteicos representam um dos principais grupos de produtos biotecnológicos em crescente demanda cujo mercado mundial tem uma projeção de crescimento em torno de 6,3 % ao ano, atingindo em torno de US\$ 6 bilhões em 2011. Dentre os microrganismos produtores de enzimas, o *Bacillus licheniformis* é produtor de proteases, entre outros produtos biotecnológicos. As proteases são amplamente aplicadas em indústrias de alimentos, fármacos, detergentes, ração, couro, dentre outras. O objetivo deste trabalho foi produzir proteases microbianas por cultivo submerso. A cepa de *B. licheniformis* foi repicada periodicamente em meio Agar Nutritivo. Foram realizados cultivos submersos em frascos de Erlenmeyer de 500 mL, contendo 200 mL de meio líquido na presença de melaço de cana-de-açúcar, ureia, cloreto de cálcio e fosfato dibásico de potássio em pH 7,5, sob agitação em orbital de 150 rpm, a 37 °C, durante 24 horas. Um planejamento fatorial foi realizado e foi discutida a influência das variáveis investigadas. Amostras foram centrifugadas e os sobrenadantes utilizados para determinar pH e proteases (azo-caseína como substrato). A maior atividade proteolítica foi 1155 U/mL a pH 7,2 com 24 h de cultivo na presença de melaço de cana-de-açúcar a 1% e uréia a 0,5%. O cloreto de cálcio e o fosfato dibásico de potássio não influenciaram a atividade enzimática máxima. A produção de proteases por cultivo submerso de *B. licheniformis* na presença de resíduo agro-industrial é promissora para o desenvolvimento de tecnologia de uma enzima de larga aplicação tecnológica.

Palavras-chave: *Bacillus licheniformis*; atividade proteolítica; resíduo agro-industrial.

Projeto de Pesquisa: Modelagem e Simulação Computacional Aplicada ao Desenvolvimento de Processos Químicos e Biotecnológicos

APLICAÇÕES DOS SOLOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA USO EM ARGAMASSAS: ESTUDO REOLÓGICO.

Débora Cristina Pereira Valões¹; Silvio Romero de Melo Ferreira².

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciência e Tecnologia; Bolsista do CNPq.

E-mail: debora_cristina182@hotmail.com

²Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciência e Tecnologia;

E-mail: srmferreira@unicap.br

Reologia é a ciência que estuda o fluxo e a deformação dos materiais quando submetidos a uma determinada tensão ou solicitação mecânica externa. É de grande importância o estudo do comportamento reológico das argamassas de revestimento no estado fresco tendo em vista a sua aplicação na obra no estado fluido. A Argamassa de Cimento e Saibro é muito usada em várias regiões do Brasil, onde o Saibro entra como plastificante na mistura, aumentando o volume e trabalhabilidade. Saibro é um material incoerente, originado pelo intemperismo incipiente de rochas graníticas, contendo grande quantidade de fragmentos pequenos de feldspatos e quartzo, além de outros minerais acessórios da rocha.. O desempenho das argamassas é fortemente influenciado pelas características dos materiais constituintes, pelo processo de mistura com água, homogeneidade, dispersão das partículas e do teor de ar incorporado no material fluido. O presente trabalho tem por objetivo caracterizar e avaliar o comportamento reológico de Saibros da Região Metropolitana do Recife (RMR) usados em argamassas, através de métodos convencionais de avaliação da consistência dos solos, como limites de liquidez e plasticidade e comparar com o comportamento obtido em ensaio com o *Squeeze Flow*. Essa técnica é mais adequada para simulação da resposta de uma argamassa durante seu espalhamento em uma superfície, como uma parede. O ensaio consiste na compressão da amostra de formato cilíndrico, medindo-se, simultaneamente, a carga aplicada e a deformação resultante. Inicialmente, em nove amostras de Saibros, coletadas da RMR, foram obtidas os valores dos limites de consistências obedecendo às recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Posteriormente, amostras dos Saibros foram moldadas, no formato cilíndrico com diâmetro de 100 mm e altura de 10 mm nas mesmas umidades dos ensaios de limite de liquidez, comprimidas e avaliadas as deformações. Os resultados mostram que os Saibros mais argilosos apresentam maiores valores dos limites de liquidez e dos índices de plasticidade. Os dados obtidos nos ensaios com o *Squeeze Flow* mostram a influência da quantidade de água na mistura e no comportamento reológico. Observam-se: para pequeno deslocamento, deformação elástica; para deslocamento intermediário, deformação plástica, quando isso ocorre para pequenos acréscimos de carga aplicada, indica a boa aplicação do Saibro na argamassa; e, para grande deslocamento, ocorre o enrijecimento, o material enrijece com a deformação e a força necessária para deformar o material, cresce significativamente, dificultando a aplicação com argamassa.

Palavras-chave: argamassas; saibro; construção civil

Projeto de Pesquisa: Aplicações dos Solos na Construção Civil.

PRODUÇÃO DE PROTEASES POR *BACILLUS* NA PRESENÇA DE RESÍDUOS AGRO INDUSTRIAIS

Elaine Yara Santos de Oliveira¹; Alexandra Amorim Salgueiro²

¹Estudante do Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista (CNPq).
Email: elaine_yara@yahoo.com.br

²Professora dos Cursos de Engenharia Química e de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia. E-mail: aas@unicap.br

O reaproveitamento de resíduos agro industriais como fonte de nutrientes tem sido investigado na área de Biotecnologia para a produção de proteases, produzidas por microrganismos. Esses catalisadores microbianos constituem um dos mais importantes grupos de enzimas de aplicação industrial, suprimindo quase 60 % do mercado de enzimas industriais. O objetivo geral deste trabalho foi investigar a produção de proteases utilizando resíduos agro industriais como fonte de nutrientes. Foram isoladas 12 culturas de *Bacillus* a partir de amostras comerciais de larvicidas e de uma amostra de actinomiceto contaminada, previamente isolada de líquens da Amazonas. Essas culturas foram primeiramente cultivadas na presença de Caldo Nutritivo. Os inóculos foram padronizados, contendo 10^8 UFC/mL. Os cultivos submersos foram realizados em triplicata, em frascos de Erlenmeyer e incubados com 10 % v/v do inóculo sob agitação de 150 rpm, a 37 °C no período de 24 h. As amostras de líquido metabólico foram centrifugadas e os sobrenadantes utilizados para determinar pH e atividade proteolítica, na presença de azo-caseína como substrato. A cultura de *Bacillus* isolada que apresentou a maior atividade proteolítica de 41 U/mL em Caldo Nutritivo foi cultivada na presença dos resíduos agro industriais: milho, soro de leite, melão, resíduo de cevada e folhas da macaxeira secadas e trituradas. Os cultivos submersos foram realizados nas mesmas condições de trabalho, adicionando 0,5 % de cada resíduo ao Caldo Nutritivo. As atividades proteolíticas atingiram 6,1, 6,5, 12,5, 17,3 e 17,8 U/mL para os resíduos: soro de leite, melão, folha da macaxeira, cevada e milho, respectivamente. O pH inicial dos meios de produção foi ajustado para pH 7,0 antes de serem esterilizados. No tempo zero de cultivo, os meios apresentaram pH entre 6,5 e 7,1. Após 24 h de cultivo, os valores de pH atingiram 7,8 a 8,3, dependendo do resíduo utilizado. As composições químicas complexas desses resíduos podem conter substâncias que atuaram como inibidores de proteases. Combinações desses resíduos entre si em proporções diferentes na presença de ativadores de enzimas serão investigadas para aumentar a produção de proteases.

Palavras-chave: atividade proteolítica; cultivo submerso, micro-organismo

Projeto de Pesquisa: Modelagem e Simulação Computacional Aplicada ao Desenvolvimento de Processos Químicos e Biotecnológicos

ESTUDO DE TÉCNICAS DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO PREDIAIS

Hildo Augusto Santiago Filho¹; Romilde Almeida de Oliveira²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; Bolsista (do CNPq). E-mail:hildo_a_santiago@hotmail.com

²Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; E-mail:romildealmeida@gmail.com

A inspeção predial é de grande importância para as estruturas de concreto. A rápida evolução de seus conceitos e metodologia tem incentivado pesquisadores a realizar estudos sobre o tema. Outro conceito recentemente introduzido nas normas técnicas relacionadas com as estruturas de concreto e, por consequência, na forma de projetar e construir, é o de durabilidade que está relacionado, de forma intrínseca, ao conceito de vida útil. Tendo em vista a complexidade do comportamento das construções ao longo do tempo e a relatividade do conceito de vida útil, a maioria dos estudos sobre a durabilidade das construções adota um método analítico, segundo o qual o problema é subdividido e analisado de acordo com categorias diferenciadas: a) deterioração física; b) desempenho econômico; c) obsolescência funcional; d) obsolescência tecnológica; e) alterações do contexto social; f) mudanças do contexto envolvente; g) alterações normativas; h) degradação estética; i) alterações ambientais. Essas subdivisões podem ser resumidas em três principais grupos de fatores: a) desempenho econômico; b) obsolescência funcional e de imagem; c) vida útil física. Dentro desse contexto, torna-se muito importante a inspeção predial que tem como objetivo fornecer subsídios para as operações de manutenção, que, por sua vez, está relacionado com a vida útil e com o custo do ciclo de vida da edificação. Permite conduzir ao diagnóstico dos componentes construtivos para execução de medidas com vistas à manutenção preventiva ou corretiva, através de reparos ou recuperações. Foram realizados, nesse período de pesquisa, estudos sobre o desenvolvimento do conceito de inspeção e manutenção predial abordando a metodologia de acordo com as prescrições das normas da ABNT e do IBAPE, além de recomendações existentes na literatura, tendo como objetivo elaborar um roteiro para execução de inspeções. Destaca-se a importância dessa atividade no sentido de orientar as inspeções periódicas das edificações existentes tendo em vista sua degradação e objetivando a prevenção de acidentes. No decorrer dos estudos efetuados, verificou-se a importância da inspeção. Através dela, é possível determinar as anomalias e falhas decorrentes do uso, operação e manutenção que ponham em risco a qualidade da obra, sempre mantendo suas condições normais de utilização, funcionalidade e segurança além de monitorar a manutenção. Foi efetuada revisão bibliográfica relativa aos processos empregados para a inspeção de edificações com vistas à manutenção e análises críticas das normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, relacionadas com manutenção. Para aplicação dos conceitos envolvidos, foi realizada inspeção em uma edificação vertical com elaboração do correspondente Relatório Técnico.

Palavras-chave: inspeções prediais; manutenção; durabilidade.

Projeto de Pesquisa: Análise do Comportamento Mecânico e da Vida Útil de Componentes e de Sistemas Construtivos.

ANÁLISE DE ROBUSTEZ DE ESTRUTURAS APORTICADAS EM CONCRETO ARMADO

Marcela Tavares de Araújo Silva¹; Fernando Artur Nogueira Silva²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia; IC voluntário, E-mail: marcelajtavares@hotmail.com

²Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail: artur@unicap.br

O estudo sobre a solidez das estruturas ganhou destaque na pesquisa científica após o acidente do Ronan Point na Inglaterra, em 1968. Esse acidente foi decorrente de uma explosão de gás em um apartamento situado no 18º andar da edificação, que tinha 22 andares no total. Com a explosão, uma parte da estrutura (varanda) ruiu causando a ruptura de todas as varandas abaixo dela numa sequência de falha que usualmente se refere como “colapso progressivo”. Como consequência desse acidente, e cerca de 40 anos após sua ocorrência, as primeiras pesquisas começaram a ser desenvolvidas por todo o mundo. Apesar de alguns avanços obtidos, a temática da robustez das estruturas se constitui num tema controverso e, sendo assim, configura-se como um objeto de pesquisa que possibilita o desenvolvimento de novas formas de abordagem. O presente trabalho estuda as repercussões de se adotarem os conceitos de robustez no projeto de estruturas aporticadas de edifícios residencial de múltiplos andares em concreto armado. No trabalho encontra-se uma revisão da literatura contendo as informações acerca do tratamento dado ao tema da robustez em normas de projeto de vários países que permite uma interessante visão atualizada das diversas abordagens técnicas sobre as possibilidades de incorporação deste tema na prática usual de projeto. Adicionalmente, uma edificação típica com 15 (quinze) pavimentos foi modelada e dimensionada utilizando um software comercial de projeto e detalhamento de estruturas de concreto usualmente empregado na prática. Duas hipóteses foram estudadas: uma sem consideração dos conceitos de robustez (situação usualmente utilizada na prática) e outra com consideração dessa propriedade estrutural. Para consideração da robustez em projeto, adotou-se o Método do Caminho Alternativo (Alternate Path Method), que consiste em projetar a estrutura para que ela seja capaz de resistir à retirada de um elemento portante da edificação, sem apresentar ruptura brusca com colapso progressivo. Para esta finalidade foi considerada a possibilidade de que alguns pilares na base da edificação pudessem ser removidos e a estrutura foi então dimensionada para essa nova condição. Ao final, foram comparados os custos entre a situação de projeto com e sem a consideração da robustez e os resultados indicam que há vantagens do ponto de vista da segurança estrutural sem grandes incrementos financeiros na construção da edificação.

Palavras-chave: estruturas aporticadas de concreto; projeto de estruturas com robustez; robustez de estruturas de concreto

Projeto de Pesquisa: Construções de Concreto e de Alvenaria - tecnologias utilizadas na produção, manutenção e recuperação

CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE COMPOSTAGEM DE PODA DE ÁRVORE E LODO DE ESGOTO

Natália Trindade Pessoa¹; Alexandra Amorim Salgueiro²

¹Estudante do Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista da UNICAP. E-mail: nathpessoa@yahoo.com.br

²Professora dos Cursos de Engenharia Química e de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail: aas@unicap.br

A compostagem é um processo biológico aeróbio e controlado onde há biodegradação de matéria orgânica em resíduos estabilizados por ação de micro-organismos, originando o húmus. Dentre os resíduos orgânicos que podem ser aproveitados em processo de compostagem, ressalta-se poda de árvore urbana e lodo de estação de tratamento de esgoto. O material vegetal originado de poda de árvores e o lodo de esgoto - resíduo que apresenta microrganismos patogênicos - tem aumentado consideravelmente em volume, considerando o aumento da população. O objetivo deste trabalho foi reaproveitar resíduos sólidos orgânicos provenientes de poda urbana e lodo de esgoto por compostagem. O processo foi desenvolvido em laboratório sob diferentes tratamentos, adicionando-se cal hidratada e inóculo. As amostras dos resíduos e durante a compostagem foram submetidas à extração com água tamponada estéril para determinação do conteúdo microbiológico, pH, umidade e concentrações de carbono e nitrogênio. A temperatura e umidade do ambiente atingiram valores médios de 30 °C e 95 %, respectivamente. A contagem padrão de bactérias, fungos filamentosos e leveduras atingiram valores máximos na faixa de 10^{12} , 10^9 e 10^8 UFC/mL, respectivamente. A calagem a 50 % p/p inibiu os coliformes totais e os coliformes termotolerantes, além das *Salmonellas*. Durante a compostagem submetida à calagem, a temperatura atingiu o valor máximo de 40 °C; o pH, a faixa alcalina e a umidade variaram entre 55 – 60 %, enquanto, na ausência de cal, a temperatura atingiu o valor máximo de 31 °C, o pH foi em torno da neutralidade e a umidade, 65 – 70 %. O produto final obtido apresentou relação carbono:nitrogênio entre 12:1 e 16:1 com 60 dias de compostagem. A granulometria da poda urbana, o volume dos resíduos em tratamentos de laboratório e a presença da cal influenciam a compostagem.

Palavras-chave: resíduos sólidos; micro-organismos; biodegradação.

Projeto de Pesquisa: Sustentabilidade Sócio-econômica da Agricultura Familiar Através do Uso Agrícola do Lodo de Esgoto.

ANÁLISE PRELIMINAR DA VIABILIDADE DO USO DE MISTURA ALTERNATIVA DE RESÍDUOS PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Vanessa Natalia de Lima¹; Arminda Saconi Messias²

¹Estudante do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista do CNPq.
E-mail: vanessa.nlima@gmail.com

²Professor do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail:
saconi@unicap.br

O montante de resíduos urbanos e agroindustriais e a problemática da destinação inadequada desses no ambiente nos remetem à necessidade do desenvolvimento de alternativas de descarte e/ou tratamento dos resíduos que possa contemplar aspectos ambientais e econômicos. A reciclagem de resíduos como fonte de matéria-prima para a produção de novos bens de consumo, com significativo valor agregado, contempla as duas necessidades e vêm sendo subsídio para a geração de uma nova forma de se obterem produtos de qualidade comprovada e custo de produção inferior. Paralelo a isso, a necessidade de produtos de baixo custo que possam ser utilizados como adsorventes no tratamento de águas residuais torna viável a pesquisa nesse sentido. Diante disso, a possibilidade de produção de um carvão ativado a partir de bagaço e cascas de frutas torna-se de grande importância quando se observa o montante gerado desses resíduos e a demanda crescente pelo produto final. Assim com o objetivo de produzir carvão a partir de cascas/bagaço de frutas visando a utilizá-lo no sequestro de poluentes foi elaborada essa pesquisa. Para tanto, foram coletados bagaços/casca de frutas (laranja, banana, acerola e caju) e fibra de coco, que foram secas, trituradas e peneiradas. Foram feitas as misturas obedecendo à relação coco/resíduo igual a 100/0; 75/25; 50/50; 25/75; 0/100, para determinação dos teores de cinzas, umidade e poder calorífico (PC), que foram submetidos a análise estatística. A mistura de fibra de coco e casca de banana apresentou os melhores resultados para umidade, cinzas e PC nos tratamentos de 75/25 e 50/50, em comparação com as demais misturas feitas, indicando ser promissora a continuidade do uso dessa mistura nas posteriores determinações necessárias para a produção de carvão ativado.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais; carvão ativado; fibra de coco.

Projeto de Pesquisa: Avaliação do Consórcio Fibra de Coco e Resíduos para a Produção de Carvão Ativado.