

# 15<sup>a</sup> JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

SEMANA DE INTEGRAÇÃO  
UNIVERSIDADE CATÓLICA  
E SOCIEDADE



## ANAIS ELETRÔNICOS Engenharias

Recife, 2013

## SUMÁRIO

### USO DO ULTRASSOM PARA DETECÇÃO DE FALHAS NAS ESTACAS DE ARGAMASSA

*Elivelthon Carlos do Nascimento*

*Fernando Artur Nogueira Silva*.....45

### USO DE EXTRATO DE SEMENTE DE *Moringa oleifera* COMO ALTERNATIVA DE CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA

*Gabriela d'Arce Marques*

*Arminda Saconi Messias*.....46

### ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE – RECIFE, ESTADO DE PERNAMBUCO

*Isadora Maria Barbosa de Lima Araújo*

*Arminda Saconi Messias*.....47

### UTILIZAÇÃO DE ENSAIOS DE ONDAS ULTRASÔNICAS NA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES DO CONCRETO

*Joana Coelho Trindade*

*Fernando Artur Nogueira Silva*.....48

### INFLUÊNCIA DO USO DE MICROSSÍLICA NO CONCRETO ARMADO E NA SUA VIDA ÚTIL

*Marina Barbosa Ricardo de Sousa*

*Romilde Almeida de Oliveira*.....49

### INFLUÊNCIA DO USO DO METACAU LIM NO CONCRETO ARMADO E NA SUA VIDA ÚTIL

*Tácylla Ceci Melo Freitas de Barros*

*Romilde Almeida de Oliveira*.....50

### AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO LIVRE E TENSÃO DE EXPANSÃO NO SOLO NATURAL DE PAULISTA E MISTURADO COM A CAL

*Thayse Dayse Delmiro*

*Silvio Romero de Melo Ferreira*.....51

### MELHORAMENTO DO SOLO EXPANSIVO DE SUAPE COM A CAL

*Wrias Elmom Firmino Lino*

*Silvio Romero de Melo Ferreira*.....52

# USO DO ULTRASSOM PARA DETECÇÃO DE FALHAS NAS ESTACAS DE ARGAMASSA

Elivelthon Carlos do Nascimento<sup>1</sup>; Fernando Arthur Nogueira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro Ciência e Tecnologia; Bolsista CNPq

E-mail: [elivelthoncarlos@yahoo.com.br](mailto:elivelthoncarlos@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro Ciência e Tecnologia; E-mail: [arthur@unicap.br](mailto:arthur@unicap.br)

A cidade do Recife está situada numa planície flúvio-marinha entre a junção dos rios Capibaribe e Beberibe, possuindo um subsolo complexo de ponto de vista geotécnico e subsolo típico variado. Com o crescimento urbano, há uma necessidade cada vez mais de construções em solo de baixa resistência. Existem vários tipos de melhoramento de solos com o objetivo de viabilizar técnica e economicamente uma obra. Entre as várias técnicas, temos as estacas de argamassa que são uma variante de outra técnica, as estacas de areia e brita. Foi desenvolvida em virtude das difíceis condições do subsolo do Recife, sendo utilizada em função da granulometria inicial do terreno e da presença de camadas de argilas moles superficiais que devem ser ultrapassadas para redução de recalques. Sua execução consiste na cravação dinâmica de um tubo metálico cuja base é preenchida por uma bucha, até a profundidade especificada no projeto. Em seguida, a bucha é retirada e acrescenta o concreto dentro do tubo, que vai sendo compactado pela queda livre de um pilão. À medida que o concreto vai sendo acrescentado, o tubo é retirado até chegar à superfície. A técnica de estacas de compactação é muito utilizada no Nordeste e, no Recife, é utilizada desde a década de 70, apesar disso é uma técnica pouco estudada. Esse trabalho tem como objetivo principal verificar a viabilidade do uso do ultrassom para a detecção de falhas nas estacas de argamassa. Para isso, foram elaborados corpos de provas obedecendo ao traço usual das estacas de argamassa, 1 (cimento): 8 (areia): 4 (brita) e um fator água cimento de 0,30, com diferentes tipos de falhas. Foi estudado o funcionamento e a utilização do aparelho de ultrassom para realizar tais testes.

**Palavras-chave:** melhoramento; solos; concreto.

**Projeto de Pesquisa:** Construção de Concreto e de Alvenaria - Tecnologias Utilizadas na Produção, Manutenção e Recuperação.

# USO DE EXTRATO DE SEMENTE DE *Moringa oleifera* COMO ALTERNATIVA DE CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA

Gabriela d'Arce Marques<sup>1</sup>; Arminda Saconi Messias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista Pibic CNPq. E-mail: gabi\_darce@hotmail.com

<sup>2</sup>Professora do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail: saconi@unicap.br

A qualidade da água do rio Capibaribe apresenta-se comprometida por todo o seu curso. Esse comprometimento vem sendo causado pela ação das atividades humanas, seja através de dejetos industriais, de esgoto ou doméstico. Isso tem afetado diretamente os seres que habitam esse ecossistema, e pode ser nociva à saúde humana caso seja ingerida. Com a escassez de água potável, a precariedade em algumas comunidades e recentes descobertas sobre coagulantes inorgânicos faz-se necessário o uso de alternativas para tratamento das águas poluídas, como o uso de novas técnicas de tratamento. Um projeto recente é utilizar a *Moringa oleifera* como coagulante. Com o objetivo de testar a clarificação da água proveniente desse rio a partir do uso de extrato de sementes de *Moringa oleifera*, foi realizada a coleta da água em seis pontos diferentes. Cada amostra bruta passou por testes organolépticos para avaliar o aspecto da água, se existe ou não poluição por esgoto, óleos e graxas, matérias flutuantes, vegetação. Além desses testes, também foram determinados alguns parâmetros físico-químicos. Ao analisar os resultados, foi possível observar que houve alguns parâmetros cujos valores ultrapassaram os limites estabelecidos pelo CONAMA 357.

**Palavras-chave:** água; coagulante; parâmetros.

**Projeto de Pesquisa:** Tecnologias Alternativas Para Valorização e Sustentabilidade do Rio Capibaribe, Município de Recife, Estado de Pernambuco, Brasil.

# ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE – RECIFE, ESTADO DE PERNAMBUCO

Isadora Maria Barbosa de Lima Araújo<sup>1</sup>; Arminda Saconi Messias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista Pibic CNPq. E-mail: [isadora.laraujo@hotmail.com](mailto:isadora.laraujo@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professora do Curso de Engenharia Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail: [saconi@unicap.br](mailto:saconi@unicap.br)

Ao mesmo tempo em que gera progresso o rio Capibaribe se encontra num estado deplorável de poluição, tendo como principal causa o lançamento diário de efluentes não tratados, tanto domésticos como industriais. Visando o monitoramento e análise físico-química da água do rio, este trabalho consiste no recolhimento de amostras em seis estações de coleta de água diferentes, as quais foram submetidas às determinações de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio total, temperatura, pH, turbidez, cor, condutividade elétrica, entre outros, além de terem sido feitos teste organolépticos (cor, cheiro, presença de material flutuante e de óleos e graxas), obtendo-se como resultado a constatação do alto índice de poluição em todas as estações de coleta.

**Palavras-chave:** poluição, qualidade, água.

**Projeto de Pesquisa:** Tecnologias para Valorização e Sustentabilidade do Rio Capibaribe, Município de Recife, Estado de Pernambuco, Brasil.

# UTILIZAÇÃO DE ENSAIOS DE ONDAS ULTRASÔNICAS NA AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES DO CONCRETO

Joana Coelho Trindade<sup>1</sup>; Fernando Artur Nogueira Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia. Bolsista do CNPq. Email: joana\_coelhotrindade@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professor do curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia. Email: [farturnog@gmail.com](mailto:farturnog@gmail.com)

Devido ao aumento do uso de concreto na construção civil e às dificuldades encontradas nos ensaios de resistência à compressão em corpos de prova, como o tempo, a não representação satisfatória da realidade da obra e o caráter destrutivo desses ensaios se faz necessário o uso de testes mais rápidos e não destrutivos. O teste de ultrassom é um método não destrutivo, pois a sua técnica envolve a propagação de ondas ultrassônicas que não resultam em dano algum ao elemento que é testado. Em estruturas de concreto, segundo Naik e Malhotra (1991), apud Meneghetti (1999), o método pode ter as seguintes aplicações: estimar a resistência à compressão do concreto; determinar o módulo de elasticidade dinâmico do material; avaliar a homogeneidade do concreto; detectar a presença de fissuras e trincas. No projeto o aparelho de ultrassom foi utilizado com o objetivo de calcular, através desse método de ondas ultrassônicas, algumas características do concreto, como a espessura e altura do corpo de prova, assim como sua velocidade, e, principalmente, identificar e localizar falhas dentro do corpo de prova, sem que seja preciso fazer alguma alteração no objeto. Para realização dos ensaios de ondas ultrassônicas foram confeccionados 2 corpos de provas com bolas de pingue-pongue, isopor e pedaços de madeira para representar falhas e vazios e 4 corpos de prova sem nada dentro, todos com o traço de 1:1,89:2,89:0,52. Alguns ensaios foram realizados em corpos de provas e com determinado tipo de transdutor foi possível determinar a distância do corpo de prova e a velocidade, enquanto com outro transdutor foi possível, não só, localizar falhas e vazios, como também observar a homogeneidade do concreto. Isso indica que, aprimorando a técnica do uso do aparelho de ultrassom é possível ter um teste eficaz, o qual pode determinar algumas características do concreto, sem ser necessário um período relativamente longo ou um método destrutivo.

**Palavras-chave:** método não destrutivo; localização de falhas; características do concreto.

**Projeto de Pesquisa:** Construções de Concreto e de Alvenaria - Tecnologias Utilizadas na Produção, Manutenção e Recuperação.

# INFLUÊNCIA DO USO DE MICROSSÍLICA NO CONCRETO ARMADO E NA SUA VIDA ÚTIL

Marina Barbosa Ricardo de Sousa<sup>1</sup>; Romilde Almeida de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia; Bolsista do CNPq; E-mail: marina.brs1@gmail.com

<sup>2</sup>Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências e Tecnologia; E-mail: romildealmeida@gmail.com

O presente trabalho tem o propósito de mostrar de forma simplificada, o uso da microssílica no concreto armado. Foi estudado o seu papel nas propriedades do concreto e a sua influência na durabilidade de componentes construtivos em concreto. As pozolanas possuem baixa capacidade cimentante intrínseca, já que por si são pobres ligantes, mas quando finamente pulverizadas e na presença de água, reagem com o hidróxido de cálcio à temperatura normal, produzindo silicatos de cálcio estáveis com uma relevante capacidade de cimentação. A microssílica melhora as propriedades do concreto do estado fresco até o endurecido; contém de 85 a 98% de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) amorfo; suas partículas têm forma esférica e são microscópicas; seu diâmetro primário varia de 0,1 a 0,15  $\mu\text{m}$ ; possui área específica extremamente elevada, 15-30  $\text{m}^2/\text{g}$ . Sua ação se baseia em duas propriedades: efeito super-pozolana (reagindo com os íons da solução alcalina que a envolve, desenvolvendo produtos semelhantes aos produtos de hidratação encontrados na pasta de cimento) e o chamado efeito microfíler (pelo pequeno tamanho, suas partículas entram com facilidade nos espaços entre os grãos de cimento, diminuindo o espaço para a água). Verifica-se que, quando o concreto é submetido à penetração de água sob pressão, quando aumenta a relação água/aglomerante, maior será sua eficiência atuando na redução da permeabilidade; no ensaio de penetração de cloretos, a resistência à penetração acelerada de íons cloreto, aumenta na faixa de 6 vezes, quando a dosagem de adição varia até 20%. Com relação à estimativa de vida útil, foi efetuado uso do software Life 365, onde se fez estimativa da vida útil para diferentes valores do fator água-cimento e do consumo de microssílica. Como exemplo, para uma adição de 10% de microssílica e com relação água/cimento de 0,4 nas duas amostras, supondo que o componente de concreto se encontre em zona de marinha de quebra de marés, resulta o início de corrosão no concreto sem adição em aproximadamente aos 3,5 anos, enquanto que o que contém microssílica só inicia aos 12 anos, confirmando a eficácia da microssílica.

**Palavras-chave:** concreto armado; pozolana; vida útil.

**Projeto de Pesquisa:** Análise do Comportamento Mecânico e da sua Vida útil.

# INFLUÊNCIA DO USO DO METACAU LIM NO CONCRETO ARMADO E NA SUA VIDA ÚTIL

Tácylla Ceci Melo Freitas de Barros<sup>1</sup>; Romilde Almeida de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; Bolsista (CNPq). E-mail: [tacyllaceci@hotmail.com](mailto:tacyllaceci@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; E-mail: [romildealmeida@gmail.com](mailto:romildealmeida@gmail.com)

O trabalho trata do estudo de pozolanas atuantes no concreto, cujo foco principal é o metacaulim, uma adição que atua na pasta de concreto, alterando suas propriedades de maneira satisfatória. Podem ser citados: o aumento da resistência mecânica, maior compacidade, menor permeabilidade e maior durabilidade. O metacaulim é originado das argilas caulínicas e do caulim, sendo moído e calcinado em altas temperaturas. Possui elevada finura e reatividade, eficaz tanto para concretos quanto para produtos à base de cimento Portland, podendo ser aplicado na construção civil em geral, sendo consumido em larga escala na Europa, Estados Unidos e Ásia. Por ser uma pozolana de alta eficiência, possui normatização, através da norma brasileira ABNT NBR 12653:1992 e americana ASTM C618. O estudo teve por objetivo estudar o papel desta adição nas propriedades do concreto mostrando o seu comportamento e de como a pasta apresenta melhorias com a sua presença, bem como a sua influência na durabilidade dos componentes construtivos de concreto. Com o seu uso os componentes construtivos têm maior durabilidade, sendo esta uma das principais vantagens oferecidas pela pozolana. A metodologia desenvolvida foi baseada em pesquisas através da internet, anais de congressos, revistas, livros e a utilização do software Mathcad para estimar a vida útil do concreto com a presença do metacaulim. Com as informações obtidas, foram abordados temas envolvendo a pozolana: os benefícios trazidos à pasta, suas propriedades químicas, suas aplicações, o mercado do metacaulim no Brasil e a questão ambiental. Atualmente, há a necessidade em estudar este assunto, pois o uso do metacaulim vem crescendo gradativamente e seu mercado está se ampliando no cenário brasileiro. A vida útil de componentes de concreto foi estimada fazendo uso do software Mathcad, onde foram feitas estimativas para diferentes valores das concentrações superficial e crítica de cloretos, fator água-cimento e do consumo de metacaulim. Como exemplo dos resultados obtidos, para uma adição de 12% de metacaulim e com relação água/cimento igual 0,3, resulta o início de corrosão de uma peça de concreto armado aos 17,5 anos, enquanto que a corrosão se inicia sem adição aos 11,09 anos, confirmando a sua eficácia.

**Palavras-chave:** Concreto armado; Pozolana; Metacaulim; Vida útil

**Projeto de Pesquisa:** Análise do comportamento mecânico e da vida útil de componentes e de sistemas construtivos



# AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO LIVRE E TENSÃO DE EXPANSÃO NO SOLO NATURAL DE PAULISTA E MISTURADO COM A CAL

Thayse Dayse Delmiro<sup>1</sup>; Silvio Romero de Melo Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; Bolsista PIBITI CNPq.

E-mail: thaysedayse@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; E-mail: sr.mf@hotmail.com

As regiões de solo expansivo têm-se constituído um grande desafio. Quando não identificados na fase de projeto, são responsáveis por prejuízos financeiros, com danos das estruturas. Em uma determinada área de Paulista-PE, foi identificada a presença de solo expansivo, servindo como área piloto para estudo de melhoramento do solo, utilizando o método de adição da cal, que servirá como referência para outras regiões que tenham o mesmo tipo de solo. Este trabalho tem como objetivo identificar, caracterizar, e analisar a expansão livre e a tensão de expansão uma argila expansiva de Paulista no estado natural e tratado com cal. Os locais de coleta das amostras de solos são representativos de unidades pedológicas e geológicas. Foram coletadas quatro amostras indeformadas do tipo bloco, na profundidade de 0,8 m e amostras deformadas. Foram realizados os seguintes ensaios de caracterização física e química: preparação de amostras, análise granulométrica, massa específica dos grãos dos solos, limite de liquidez, limite de plasticidade, ensaio de compactação e pH. Foi medida a resistência do solo com auxílio de penetrômetros estáticos e dinâmicos. O penetrômetro estático, utilizado para determinar a resistência de ponta, é do tipo que apresenta um anel dinamométrico com capacidade de 100 kgf, da marca SOLOTEST, operado com ponta grossa (área = 6,33 cm<sup>2</sup>), foram realizados oito ensaios. O penetrômetro de impacto utilizado para determinar a resistência dinâmica corresponde ao modelo IAA / PLANALSUCAR – Stolf, operado com ponta fina (área = 1,29 cm<sup>2</sup>), foram realizados nove ensaios. O solo de Paulista é uma argila de alta compressibilidade (CH), com 18% de areia, 32% de silte e 50% de argila, e a relação silte argila é de 0,64. Apresenta WL = 61% e IP = 30%, e tem plasticidade e atividade alta. O peso específico real dos grãos é de 26,14 kN/m<sup>3</sup> e pH é ácido (< 7). A expansão "livre" ( $E_l = 100\Delta h/h_o$ ) obtida a partir de ensaios edômetros convencionais com sobrecarga de tensão 10 kPa é de 10,70%. O valor médio obtido pelos três métodos foi 252 kPa. O solo natural de Paulista tem alta expansividade. A determinação da tensão de expansão é influenciada pela trajetória de tensão seguida durante o ensaio. O valor de 5% de cal hidratada adicionado ao solo expansivo de Paulista reduziu a expansão livre e tensão de expansão a valores praticamente nulos.

**Palavras-chave:** expansão; tensão de expansão; construção civil; Paulista

**Projeto de Pesquisa:** Aplicações dos Solos na Construção Civil

## MELHORAMENTO DO SOLO EXPANSIVO DE SUAPE COM A CAL

Wrias Elmom Firmino Lino<sup>1</sup>; Silvio Romero de Melo Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; Bolsista do CNPq.

E-mail: wrias.lino@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro CCT; E-mail: sr.mf@hotmail.com

A variação de volume do solo expansivo devido à variação da umidade provoca danos estruturais nas construções ali edificadas. No município de Ipojuca onde encontra-se em construção varias obras de infraestrutura a ocorrência de solos expansivos. Um dos métodos de estabilização desses solos é adição da cal. O melhoramento ou modificação de solos com cal consiste numa alteração temporária das suas características de modo a permitir um processo construtivo mais rápido, poupando tempo e dinheiro. Este trabalho tem como objetivo geral identificar, caracterizar, e analisar o comportamento de variação de uma argila expansiva de Suape-PE no estado natural e tratada com cal. Foram coletadas duas amostras em Suape-PE, indeformadas do tipo bloco na profundidade de 0,8 m e amostras deformadas, após terem sido coletadas as amostras, condicionadas e identificadas, foram preparadas no laboratório e realizados os seguintes ensaios de caracterização física e química do solo, da cal e da mistura solo-cal: preparação de amostras, análise granulométrica, massa específica dos grãos dos solos, limite de liquidez, limite de plasticidade, ensaio de compactação e pH. No solo compactado foram utilizados dois tipos de penetrômetros para medir a resistência de ponta, utilizando-se o penetrômetro estático, (com ponta grossa de área = 6,33 cm<sup>2</sup>) e penetrômetro dinâmico, (com ponta fina de área = 1,29 cm<sup>2</sup>). Foram realizados sete ensaios em amostras compactadas com energia do Proctor normal e em varias umidades tanto no ramo seco quanto no ramo umido. O solo expansivo de Suape é constituído de 16% de areia, 17% de silte e 67% de argila. Apresenta WL = 81% e IP = 37%, tem plasticidade e atividade alta. O Peso específico real dos grãos é de 26,26 kN/m<sup>3</sup>. O pH da água é ácido (<7). A adição de cal ao solo de Suape elevou os valores do limite de liquidez na mistura solo-cal em menor intensidade do que o acréscimo no valor do limite de plasticidade e redução no índice de plasticidade. O solo natural de Suape tem alta expansividade. A determinação da tensão de expansão é influenciada pela trajetória de tensão seguida durante o ensaio. O valor de 11% de cal hidratada adicionado ao solo expansivo de Suape reduziu a expansão livre e tensão de expansão a valores praticamente nulos.

**Palavras-chave:** expansão; tensão de expansão; construção civil; Suape

**Projeto de Pesquisa:** Aplicações dos Solos na Construção Civil