



Politécnica 19-E

Revista do Instituto Politécnico da Bahia ■ Fundado em 1896

三連體控制艙內部 Ano 7 ■ Edição Trimestral ■ Janeiro de 2014 ■ ISSN 1809 8169
11X///三連體操控裝置

28-GO//可作觀景窗的駕駛艙頭部
液體軟件系統提供低電路痕跡，
可容納三人及具望遠鏡功能的指揮艙

34R0111/STERNO活塞
指揮艙底部的互抵式組件，
大大增加頸部連接的靈活性

OSIH 阿基里斯吸震器
足踝附有磁力流變學阻尼器

A representação gráfica na engenharia: sua evolução técnica

電漿砲

多層CELL-TIP及ANTEVERSE
(未知世界)加密的攜帶器讓多瓣形的
槍炮可以有生物辨識發射功能，
瞄準怪獸KAIJU的骨骼發射

Estudo da reação alcalis-sílica
(RAS) associada ao uso da
lama vermelha em argamassas

Estudando circuitos
elétricos com o
programa Maple

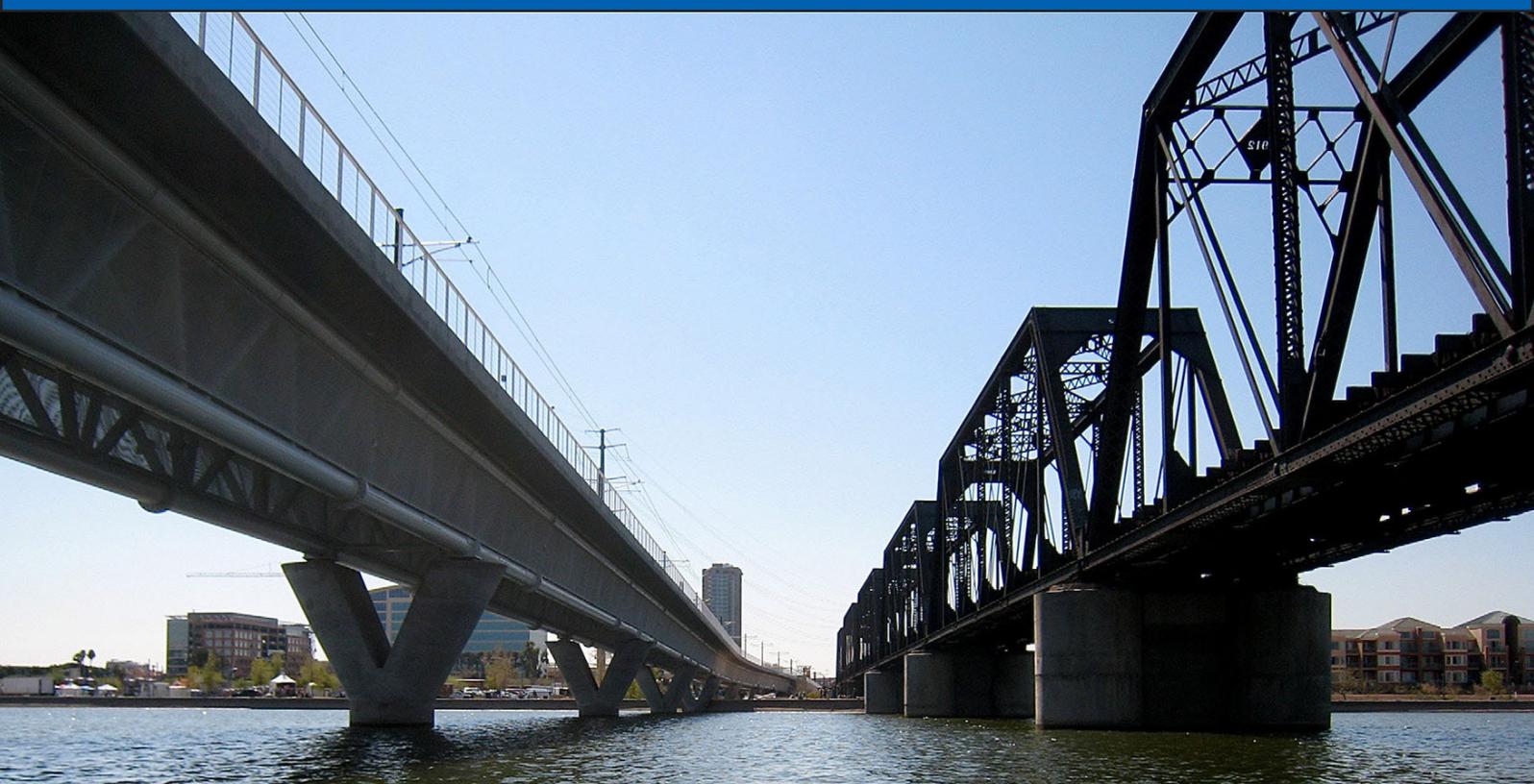
Fazer saneamento
ambiental em Salvador
de outra forma é possível

Efeitos da Urbanização
Sobre os Padrões
de Vento.



創刊日期: 2018年8月22日
任務: 中國 - 香港戰場
K34 - 759183-191

Editorial	Pág.3
Expediente.....	Pág.4
Estudo da reação alcalis-sílica (RAS) associada ao uso da lama vermelha em argamassas	Pág.5
Fazer saneamento ambiental em Salvador de outra forma é possível...Pág.13	
Efeitos da Urbanização Sobre os Padrões de Vento.....Pág.19	
Estudando circuitos elétricos com o programa Maple.....Pág.23	
A representação gráfica na engenharia: sua evolução técnica...Pág.29	
Notícias.....Pág.32	



Os artigos desse número da Revista Politécnica, ainda em meio eletrônico, abordam temas bem variados, sendo que dois deles abordam temas com reflexos em área urbana. Um artigo mostra como o crescimento urbano de uma cidade pode afetar o padrão de direção dos ventos, e mostra ainda que esse efeito pode se acentuar à medida que a área urbana expande, como no caso na Cidade do Salvador, com seu relevo marcado por numerosos pequenos vales, encostas por vezes razoavelmente íngremes, com altitudes variando desde o nível do mar até o máximo de 60 metros na parte mais antiga da cidade, chegando a perto de cem metros na porção norte do município. Um segundo artigo apresenta a sugestão de um modelo alternativo de saneamento para a cidade do Salvador.

Um terceiro artigo trata dos resultados de uma pesquisa tecnológica com materiais de construção, um quarto faz um histórico da representação gráfica usada pelos engenheiros e um quinto artigo trata das novas possibilidades abertas aos engenheiros para efetuar cálculos rápidos e precisos, antes impossíveis sem as ferramentas de hoje como o computador e sugere que novidades poderão ainda aparecer nessa área.

Os artigos todos, deste número da Revista, têm um fulcro nas áreas de pesquisa científica e tecnológica e inovação.

Essa abordagem dos autores deixa clara a importância de pesquisa na universidade dentro de seu objetivo e definição original, universidade definida como sendo um conjunto de pessoas de amplo saber interessadas em expandir o conhecimento. Aliás, essa é também a preocupação da

Academia de Ciências da Bahia - ACB que contratou uma pesquisa sobre o entendimento de inovação, noticiado no número anterior de nossa Revista.

Nos dados levantados para a ACB, ficou clara a necessidade de divulgação maior do assunto relacionado com pesquisa, com tecnologia e inovação, não somente entre os universitários, mas nas escolas desde o curso fundamental, estimulando os alunos a perguntarem sempre: O que? Como? Quando? Onde? Por que? E que os professores devem procurar responder ou orientar o estudante para o local onde poderão encontrar a resposta mais apropriada a fim de esclarecer suas dúvidas.

São perguntas fundamentais que conduzem à solução de problemas e à inovação, inovação significando tanto um equipamento novo como um modo novo de resolver um problema novo ou um problema antigo. Esse caminho estimula a percepção de que a experiência pessoal deve ser necessariamente compartilhada e que dessa experiência pode surgir uma ideia que, após avaliação e, em alguns casos, experimentação, resultará em um produto novo ou uma solução melhor para um problema qualquer. Esse é um caminho para a inovação científica e tecnológica.

Portanto, a Revista está no caminho certo de criar dúvidas, sugerir soluções a seus leitores e estimular outras pessoas a fazer o mesmo, dando à UFBA as características de uma Universidade completa.

Sylvio de Queirós Mattoso, DSc (Geociências)
Engenheiro de minas e metalurgista



INSTITUTO POLITÉCNICO DA BAHIA Fundado em 1896

REVISTA POLITÉCNICA

FUNDADOR

Prof. JOSÉ GOES DE ARAÚJO

COORDENADOR

Prof. SYLVIO DE QUEIRÓS MATTOSO

CONSELHO EDITORIAL:

Prof. ADEMAR NOGUEIRA
Prof. ANDRÉ LUÍS VALENTE
Prof. CAIUBY ALVES DA COSTA
Prof. JOÃO AUGUSTO DE LIMA ROCHA
Prof. JORGE EURICO MATTOS
Prof. LUIZ ROBERTO MORAES
Prof. RICARDO DE ARAÚJO KALID
Prof. SILVINO JOSÉ SILVA BASTOS
Prof. SYLVIO DE QUEIRÓS MATTOSO

DIRETORIA DO IPB

Presidente

Prof. MAURICIO FRANCO MONTEIRO

1º Vice-Presidente

Prof. CAIUBY ALVES DA COSTA

1º Secretário

Prof. SILVINO JOSÉ SILVA BASTOS

2º Secretário

Prof. EMERSON DE ANDRADE MARQUES FERREIRA

Tesoureiro – Prof. ASHTON JOSÉ REIS D'ALCÂNTARA

CONSELHO FISCAL

Prof. ANTONIO CARLOS MEDRADO SAMPAIO
Prof. JOÃO AUGUSTO DE LIMA ROCHA
Prof. RICARDO DE ARAÚJO KALID

SUPLENTES:

Prof. ARMANDO SÁ RIBEIRO JÚNIOR
Prof. LUIS EDMUNDO PRADO CAMPOS

CONSELHO DELIBERATIVO

Prof. ADEMIR FERREIRA DOS SANTOS
Prof. ADINOEL MOTTA MAIA
Prof. ANTONIO CARLOS REIS LARANJEIRAS
Prof. GABRIEL BARRETTO DE ALMEIDA
Prof. GERALDO SÁVIO FRANCO SOBRAL
Prof. GUARANI VALENÇA DE ARARIPE
Prof. JOÃO CARLOS BELTRÃO DE CARVALHO
Prof. JOSÉ GOES DE ARAÚJO
Prof. LUÍS GONZAGA MARQUES
Prof. MARIO MENDONÇA DE OLIVEIRA
Prof. MIGUEL MADRUGA SOARES FERNANDES
Prof. SERGIO SALES NASCIMENTO

REALIZAÇÃO

Casa do Verso

DIRETOR RESPONSÁVEL

Antonio Pastori

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Dalmo Lemos

JORNALISTA RESPONSÁVEL

Gabriela de Paula - MTB 3751

CONTATO

casadoverso@gmail.com

● Os textos assinados e aqui publicados são de exclusiva responsabilidade de seus autores, podendo não representar a opinião do Conselho Editorial ou mesmo da Diretoria do IPB.

● A publicação das fotos e ilustrações desta edição são de responsabilidade da Casa do Verso com a devida publicação dos créditos dos seus autores.



Estudo da reação alcalis-sílica (RAS) associada ao uso da lama vermelha em argamassas

Daniel V. Ribeiro ⁽¹⁾; António S. Silva ⁽²⁾;
João A. Labrincha ⁽³⁾; Márcio R. Morelli ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal da Bahia - verasribeiro@hotmail.com;
⁽²⁾ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Portugal - ssilva@lnec.pt; ⁽³⁾ Universidade de Aveiro & CICECO, Portugal - jal@ua.pt; ⁽⁴⁾ Universidade Federal de São Carlos - morelli@ufscar.br

Resumo: No presente trabalho, estudou-se a lama vermelha, resíduo sólido gerado no processo de beneficiamento da bauxita e que, devido a seu elevado pH, é considerado “perigoso”. O uso da lama vermelha tem sido divulgado extensivamente, apesar de seu uso indevido poder causar sérias patologias em argamassas

de revestimentos ou até mesmo descolamento do revestimento cerâmico devido ao processo expansivo, devido à reação álcali-sílica (RAS), proveniente da elevada concentração de íons alcalinos (principalmente o sódio). Assim, foram avaliadas as possíveis RAS, de acordo com as normas ASTM C 1260-07 (“Standard test method for potencial alkali reactivity of aggregates – Mortar-bar method”) e NBR 11582 (“Cimento Portland – Determinação da expansibilidade de Le Chatelier”). Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios quanto ao comportamento das argamassas frente à RAS, mostrando que as reações expansivas dos álcalis presentes não comprometem o uso deste resíduo em substituição parcial ao cimento Portland para aplicações secundárias.

Palavras-chave: Cimento, argamassas, lama vermelha, RAS, durabilidade.

Study of alkali-silica reaction (ASR) associated with the use of red mud in plastering mortars

Abstract: In this paper, the red mud, the main waste generated in aluminium and alumina production by the Bayer process from bauxite ore and considered “hazardous” due to the high pH, was studied. Although the use of this waste has been reported in previous studies, some pathologies may be associated with its use, due to the high concentration of alkali ions (mainly sodium), favoring the alkali-silica reaction (ASR). Despite these potential problems arising from the indiscriminate use of red mud as an addition to mortars, there are few studies that contemplate this problem,

which is the focus of the present work. The ASR was evaluated, according to the ASTM C 1260-07 (Standard test method for potential alkali reactivity of aggregates - Mortar-bar method) and NBR 11582 (“Portland Cement - Determination of the expansion of Le Chatelier”) standards. The results were very satisfactory as to the mortars behavior concerning the ASR, despite the high alkali concentration in red mud.

Keywords: Cement, mortar, red mud, ASR, durability.

1. INTRODUÇÃO

A lama vermelha é um resíduo sólido proveniente da indústria de beneficiamento da bauxita. É um material complexo, cuja composição química e mineralógica varia muito, dependendo da fonte de bauxita e dos parâmetros do processo tecnológico de produção. Baseado nos três diferentes tipos de produção da alumina, a lama vermelha pode ser classificada como lama vermelha Bayer, lama vermelha sinterizada ou lama vermelha proveniente dos dois métodos combinados. Devido ao fato de mais de 90% da alumina produzida em todo o mundo ser proveniente do processo Bayer, pesquisas que busquem alternativas a este tipo de resíduo têm particular importância.

Matrizes alcalinas como as de cimento Portland (argamassas e concretos) são comumente usadas no acondicionamento de resíduos. Elas têm baixo custo, mostram uma história amplamente documentada de segurança, e são provenientes de uma tecnologia facilmente acessível. A alcalinidade reduz a solubilidade de muitas espécies inorgânicas perigosas e inibe processos microbiológicos. Além disso, uma vez que essas matrizes necessitam de água para hidratação, elas podem facilmente incorporar resíduos úmidos⁽¹⁾, tais como a lama vermelha. A lama vermelha foi escolhida para o presente trabalho, devido aos seus elevados teores de alumina e óxidos de ferro, semelhantes aos do cimento.

Diversos estudos têm avaliado a utilização da lama vermelha diretamente como um componente do clínquer⁽²⁻⁵⁾, e a sua adição às formulações de argamassa e concreto também foi relatada⁽⁶⁾. De acordo com SINGH et al.⁽⁵⁾, os cimentos baseados em compostos alumino-ferrosos têm uma série de vantagens sobre o cimento Portland comum. Estas incluem a conservação de energia e a redução das

emissões de CO₂, devido à temperatura mais baixa de clínquerização e formação de clínquers mais leves, capacidade de reutilizar resíduos industriais, características de boa resistência, boas propriedades anti-infiltração, boa resistência à corrosão e pega rápida.

A busca por alternativas ambiental e economicamente viáveis de reciclagem incluem: aplicações da lama vermelha como adsorvente para a remoção de cádmio, zinco e arsênio, flúor, chumbo e cromo em soluções aquosas⁽⁷⁾; como componente de materiais de construção, tais como tijolos⁽⁸⁾, cerâmicas e telhas⁽⁹⁾, esmaltes⁽¹⁰⁾; como compósitos de base polimérica para substituir a madeira⁽¹¹⁾, cimentos ricos em ferro^(4,5), etc. A utilização como material de construção comum tem sido sugerida como uma alternativa que garante altas taxas de consumo⁽¹²⁾.

No entanto, seu uso indevido pode causar sérias patologias em argamassas de revestimentos ou até mesmo descolamento do revestimento cerâmico devido ao processo expansivo, resultado da reação álcalis-silica (RAS). A degradação do concreto por ações químicas é um fenômeno extremamente complexo, que envolve muitos parâmetros, nem sempre fáceis de serem isolados e que atuam em diferentes graus.

As reações álcalis-agregado (RAA) são reações químicas que se desenvolvem entre constituintes reativos dos agregados e íons alcalinos e hidroxilos presentes na solução intersticial da pasta de cimento, podendo ter um efeito altamente prejudicial para as argamassas^(13, 14). Essas reações são de caráter fortemente expansivo, levando ao desenvolvimento de tensões internas no material e consequente fissuração, frequentemente acompanhadas do aparecimento de eflorescências e exsudações à superfície.

Apesar de dificilmente ser referida como causa primária do

colapso, a fissuração gerada pela RAA pode favorecer outros processos de deterioração como a carbonatação, descolamento de revestimentos cerâmicos e a corrosão das armaduras, no caso do concreto armado⁽¹⁴⁾.

Existem três tipos distintos de RAA: reações álcalis-silica (RAS), reações álcalis-silicato e reações álcalis-carbonato. A RAS é o tipo de RAA mais comum e que tem recebido maior atenção, correspondendo essencialmente a uma reação química entre certas formas de sílica reativa. Possui estrutura mais ou menos desordenada e, por isso, é instável num meio de elevado pH, e os íons alcalinos (Na⁺ e K⁺) e hidroxilos (OH⁻), presentes na solução intersticial da pasta de cimento, produzem um gel de silicato alcalino⁽¹⁴⁾. Devido à elevada concentração de sódio na lama vermelha, a RAS é fonte de grande preocupação.

A velocidade de reação dependerá da concentração dos hidróxidos alcalinos na solução intersticial. Os íons cálcio (Ca²⁺), cuja fonte principal é a portlandita (hidróxido de cálcio) formada pelas reações de hidratação do cimento, penetram rapidamente no gel, dando origem a geles de silicatos de cálcio, sódio e potássio. Estes geles são capazes de absorver moléculas de água e expandir, gerando forças expansivas^(14, 15).

A reação álcalis-silicato é um fenômeno mais complexo e tem sido pouco explorado. Supõe-se que o mecanismo de expansão seja semelhante à RAS, sendo, no entanto, mais lenta⁽¹⁴⁾. Frequentemente estes dois tipos de reações são englobados num mesmo termo genérico de reações álcalis-silica (RAS).

A reação álcalis-carbonato é explicada por uma desdolomitização, ou seja, uma decomposição do carbonato duplo de cálcio e magnésio (dolomita) por ação da solução intersticial alcalina, a qual origina um enfraquecimento da ligação pasta de cimento-inerte. Não há a formação de geles expansivos e a expansão é atribuída à absorção de íons hidróxilos pelos minerais de argila⁽¹⁴⁾.

Assim, os fatores condicionantes da RAA associados à velocidade da reação são ^(16, 17):

- Temperatura: sendo maior a expansão quanto maior a temperatura;
- Umidade Elevada;
- Alcalinidade suficientemente elevada da solução intersticial;
- Existência de agregados reativos com concentrações dentro de uma faixa crítica e;
- Granulometria, sendo maior a força de expansão à medida que diminui a superfície específica do material.

A RAA só será perigosa quando coexistirem estas condições (13, 15). Assim sendo, devido à elevada concentração de íons Na⁺ e OH⁻ no resíduo de bauxita, provenientes do uso da soda cáustica no processo Bayer, as RAA são foco de preocupação quanto à utilização deste material de elevado pH como aditivo ao cimento Portland em concretos e argamassas. Segundo diversos autores, uma concentração de Na₂O superior a 0,6% no aglomerante⁽¹³⁾ ou superior a 3 Kg/m³ no concreto⁽¹⁸⁾ é suficiente para desencadear a RAA. Os álcalis presentes no cimento Portland são expressos na forma de óxido de potássio (K₂O) e óxido de sódio (Na₂O). A quantidade de álcalis disponíveis no cimento Portland é expressa em equivalente alcalino em Na₂O (%Na₂O + 0,658.%K₂O) por apresentar melhor correlação com a expansão devida à RAA^(13, 17).

Para ocorrer a RAA, o agregado deve conter formas de sílica capazes de reagir quimicamente com os íons hidroxila e os álcalis presentes na solução dos poros, tais como: vidro vulcânico, sílica amorfa, sílica microcristalina, tridimita, cristobalita, calcedônia, opala, quartzo e feldspato deformados⁽¹⁷⁾.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Utilizou-se um cimento Portland CP-II 32 Z, da marca Itaú, comercialmente encontrado na cidade de São Carlos, São Paulo. Para os ensaios de verificação da reação álcalis-silica (RAS) foi utilizada uma areia graduada, segundo a respectiva norma, e de alta reatividade, proveniente do rio Tejo, em Portugal, com o objetivo de tornar a análise mais efetiva. Por apresentar-se na forma pastosa, a lama vermelha, gerada pela ALCOA do Brasil, em Poços de Caldas (MG), e utilizada neste trabalho, foi seca e, posteriormente, desaglomerada para que se tivesse à disposição um material pulverulento. O teor de líquido presente inicialmente no resíduo é de cerca de 40%. Isto significa que o teor de sólidos (apenas 60%) que foi utilizado neste estudo, na verdade, representa um aproveitamento de cerca de 1,67 vezes mais resíduo (100/60). O ideal, se verificada a efetividade da adição deste resíduo, é aproveitar a própria água constituinte como água de mistura da argamassa.

2.2. Métodos

2.2.1. Caracterização das Matérias primas

A caracterização dos materiais envolveu análises de difração de raios X (Rigaku Geirgflex ME 210GF2 Diffractometer, configurado com radiação CuK α , voltagem de 40 kV, corrente igual a 100 mA, e velocidade de varredura igual a

4°/min) e fluorescência de raios X (Philips PW1480 X-ray Fluorescence Spectrometer), enquanto os parâmetros físicos tais como área superficial específica (estimada por BET, usando um equipamento Micrometrics Gemini 2370 V1.02) e a massa específica (Helium Pycnometer Accupyc 1330 V2.01 da Micrometrics) também foram determinados.

2.2.2. Reação Álcalis-Sílica (RAS) e Expansibilidade

De acordo com REIS & SILVA ⁽¹⁴⁾, ainda não existe um método universalmente aceito para a avaliação da reatividade dos agregados aos álcalis. Os dois métodos clássicos desenvolvidos nos Estados Unidos, as normas ASTM C 289 (“Standard test method for potencial alkali reactivity of aggregates – Chemical method”) e ASTM C 227 (“Standard test method for potencial alkali reactivity of aggregates – Mortar-bar method”) estão entre as mais utilizadas no mundo. No Brasil, o método mais comum para se avaliar a expansibilidade de um aglomerante é a norma NBR 11582 (“Cimento Portland – Determinação da expansibilidade de Le Chatelier”).

O método químico, embora rápido, não é indicado para todos os tipos de agregados, principalmente os que contêm carbonatos, e não permite uma estimativa do potencial de expansão associado à reatividade do agregado⁽¹⁴⁾.

O método da barra de argamassa (ASTM C 227) baseia-se na medida das expansões de barras de argamassas conservadas a 38°C em ambiente úmido, sendo considerado internacionalmente mais seguro. No entanto, os resultados são obtidos apenas após seis meses de análise e, por isso, foram propostas algumas alterações para acelerar sua obtenção, conservando as amostras de argamassa em soluções alcalinas e aumentando a temperatura de ensaio. É o caso dos métodos acelerados de expansão, que utilizam uma solução de cloreto de sódio a 50°C, e dos métodos de expansão ultra-acelerados, como o ensaio sul-africano NBRI (National Building Research Institute) em que o ensaio é realizado a 80°C e conservação em solução de hidróxido de sódio (NaOH).

A norma ASTM C 1260-07 (“Standard test method for potencial alkali reactivity of aggregates – Mortar-bar method”) é baseada no método sul-africano e foi utilizada no presente estudo. Segundo esta norma, deve ser usada uma areia graduada e a argamassa deve ter o traço 1,00 : 2,25 : 0,47 (aglomerante : areia graduada : água). O aglomerante é composto apenas pelo cimento na amostra de referência

(0%), que é substituído em massa pela lama vermelha nos teores de 10%, 20% e 30% para as respectivas composições.

Após a mistura das matérias-primas, são moldados três corpos de prova prismáticos (25x25x285 mm³) para cada composição (0%, 10%, 20% e 30%). Esses corpos de prova devem ser desmoldados 24 horas após a moldagem e terem o seu comprimento aferido.

A seguir, colocam-se os corpos de prova em recipiente com água, em estufa a 80 ± 2°C, onde as amostras devem permanecer por mais 24 horas até nova medida do comprimento. Após esta medida, deve-se colocar os corpos de prova em solução de NaOH (1N) também em estufa a 80 ± 2°C e realizam-se medidas do comprimento a cada dois dias, até completarem-se 16 dias de ensaio (14 dias em NaOH).

A expansão é calculada como o aumento percentual do comprimento ao longo do ensaio, de acordo com a seguinte análise:

Expansões inferiores a 0,10% aos 16 dias são indicativas de comportamento inócuo, isto é, a expansão é desprezível;

Expansões de mais de 0,20% aos 16 dias são indicativas de expansão potencialmente deletéria;

Expansões entre 0,10% e 0,20% aos 16 dias são duvidosas. Para estes casos, é interessante continuar o ensaio até os 28 dias, com o objetivo de verificar se o limite de expansão igual 0,20% é ultrapassado.

Para a avaliação da expansibilidade do aglomerante via agulhas de Le Chatelier (NBR 11582), prepara-se uma pasta com consistência normal, segundo a MB 3433 (“Determinação da água de consistência normal”), preenchendo-se o cilindro (30mm de diâmetro e 30mm de altura) de oito agulhas e deixando em cura imersa por 24 horas.

Após as primeiras 24 horas, medem-se os afastamentos das extremidades das hastes e colocam-se, a seguir, quatro agulhas em cura a frio durante sete dias e as outras quatro em cura a quente, em água fervendo, até que não se verifiquem em duas medições consecutivas, variações de afastamento das extremidades das hastes.

A expansibilidade a frio tem por objetivo verificar a influência do MgO e a expansibilidade a quente visa verificar a influência do CaO. Os resultados apresentados são uma média dos valores observados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das Matérias-primas

3.1.1. Cimento Portland e areia

O cimento Portland utilizado tem área superficial específica de $0,93 \text{ m}^2/\text{g}$ e sua massa específica foi igual a $3,11 \text{ Kg}/\text{dm}^3$. A composição química do cimento utilizado é apresentada na Tabela 1. A areia utilizada apresentou área superficial específica de $0,68 \text{ m}^2/\text{g}$ e massa específica $2,70 \text{ Kg}/\text{dm}^3$. De acordo com a norma brasileira NBR 7211, esta areia é classificada como “areia fina” ou utilizável inferior.

Tabela – Composição química (em óxidos) do cimento Portland, obtida pela técnica de espectrometria de fluorescência de raios X.

Al_2O_3	MgO	Fe_2O_3	SO_3
6,10	4,00	2,50	1,80

3.1.2. Lama vermelha

A lama vermelha foi recebida como uma pasta, contendo cerca de 40% de água livre. No presente estudo, o material foi seco e moído e então utilizado como um material em pó.

A composição química da lama vermelha utilizada é apresentada na Tabela 2, enquanto as principais características físicas estão mostradas na Tabela 3. A alta concentração de compostos ferrosos dá ao resíduo da bauxita uma cor vermelha típica.

Tabela 2 – Composição química (em óxidos) da lama vermelha, obtida pela técnica de espectrometria de fluorescência de raios X.

CaO	SiO_2	K_2O
4,61	14,34	1,87

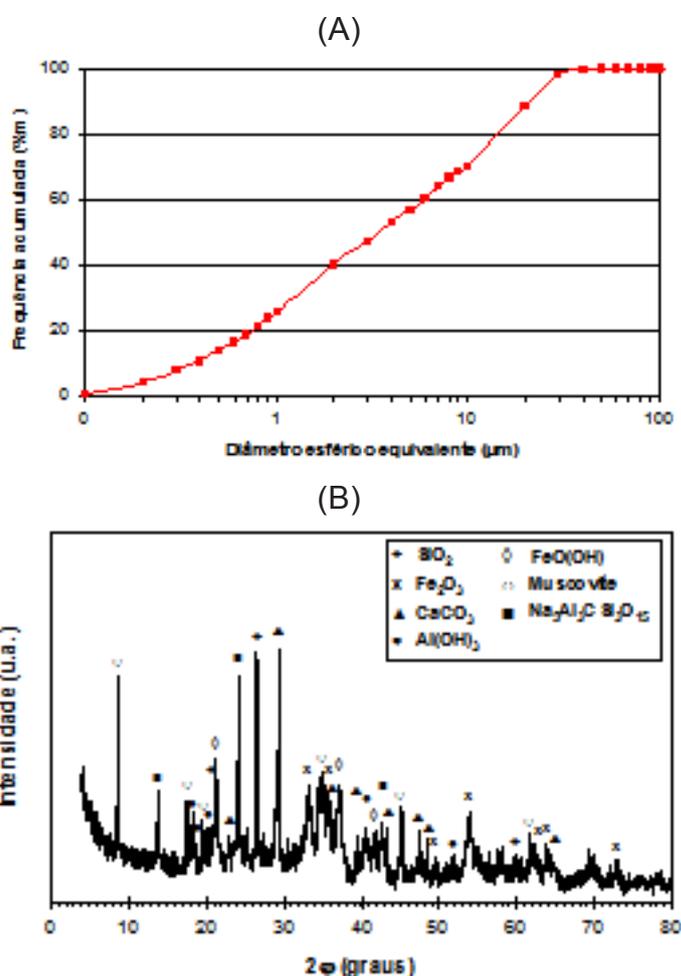
Tabela 3 – Resultados de caracterização física e de pH da lama vermelha seca e desaglomerada.

Propriedade	Resíduo de Bauxita
Área superficial específica	$20,27 \text{ m}^2/\text{g}$
Massa unitária	$0,63 \text{ kg}/\text{dm}^3$
Massa específica	$2,90 \text{ kg}/\text{dm}^3$
pH (1:1)	12,04

Uma característica que chama a atenção é a área superficial do resíduo de bauxita, bastante elevada, o que mostra ser este resíduo muito mais fino que o próprio cimento Portland e o elevado pH, próximo ao limite da norma NBR 10004.

Verificou-se ainda a distribuição do tamanho de partículas e as fases presentes no resíduo. Estes resultados podem ser verificados na Figura 1 e pelo difratograma da Figura 2.

Figura – (A) Distribuição do tamanho de partículas da lama vermelha seca e desaglomerada (resultado médio de cinco determinações) e (B) Difratograma de raios X da lama vermelha.

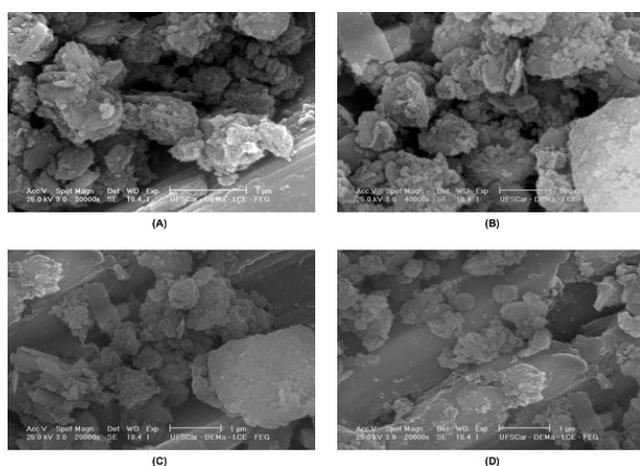


Observa-se que o diâmetro médio de partículas (D50) da lama vermelha é de cerca de $3,5 \mu\text{m}$. Como esperado, o hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), o carbonato de cálcio (CaCO_3), o óxido de silício (SiO_2) e o óxido de ferro (Fe_2O_3) são os compostos predominantes. No entanto, quantidades relativas de um aluminossilicato de potássio (muscovita - $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$) e $\text{FeO}(\text{OH})$ são também relevantes. Além destes, uma fase complexa de sódio e alumínio,

{o carbonato silicato de sódio e alumínio ($\text{Na}_5\text{Al}_3\text{CSi}_3\text{O}_{15}$) foi identificada.

Com o objetivo de verificar a forma das partículas da lama vermelha após desaglomeração, utilizou-se em um microscópio eletrônico de varredura (MEV). As micrografias são mostradas na Figura 2. Como podemos observar, o resíduo de bauxita apresenta uma estrutura floculada, associada a placas. É uma estrutura que favorece a adição às matrizes cerâmicas por ser semelhante à encontrada no cimento Portland.

Figura – Micrografias do resíduo de bauxita obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV), mostrando sua estrutura de flocos misturada a placas soltas.



3.2. Estudo da Reação Álcalis-Sílica (RAS) e Expansibilidade das Argamassas.

Uma grande preocupação quando se pensa em utilizar a lama vermelha como adição em matrizes cimentícias está no fato de este resíduo apresentar um elevado teor de álcalis, principalmente o sódio. Como mostrado na revisão de literatura, a RAS é altamente prejudicial à estrutura de argamassas e concretos.

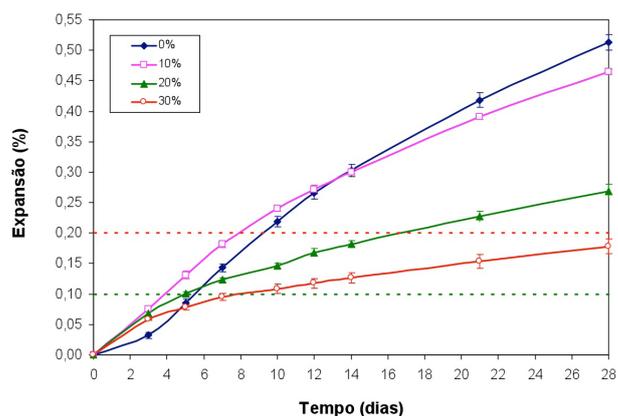
A reação entre os hidróxidos alcalinos solubilizados na fase líquida dos poros das argamassas e concretos com alguns agregados reativos é lenta e resulta em um gel que, ao se acumular em vazios da matriz e na interface pasta-agregado, na presença de água, se expande, exercendo pressão interna no material. Ao exceder a resistência à tração, a pressão interna pode promover fissurações. A RAS requer a atuação conjunta de água, agregado reativo e álcalis (17). Assim, foram realizados testes para avaliar uma possível reação expansiva. Escolheu-se o método acelerado das barras (ASTM C 1260) e o das agulhas de Le Chatelier por serem os mais aceitos internacionalmente.

Para que os resultados provenientes do método das barras fossem realçados, utilizou-se uma areia de elevada reati-

vidade. Assim, as amostras de referência (0%, sem resíduo) apresentaram uma expansão média igual a 0,30% já aos 14 dias, chegando a 0,47% aos 28 dias. A expansão da amostra de referência ficou bastante acima do valor de 0,10% (valor de referência para composições não expansivas).

A adição da lama vermelha, surpreendentemente, reduziu a expansibilidade provocada pela RAS das argamassas. Para uma adição de 30%, inclusive, a expansão aos 28 dias ficou abaixo dos 0,20%. Observa-se, na Figura 3, que nos instantes iniciais (primeiros cinco dias), a expansão dos corpos de prova contendo lama vermelha foi mais acentuada do que as amostras de referência. Aparentemente o Na^+ livre presente na lama vermelha foi consumido nestes primeiros instantes, na reação com o agregado reativo, favorecendo uma menor expansão nos momentos seguintes.

Figura – Curvas de expansão das argamassas contendo lama vermelha como adição, para a verificação da reação álcalis-sílica, de acordo com a norma ASTM C 1260-07.

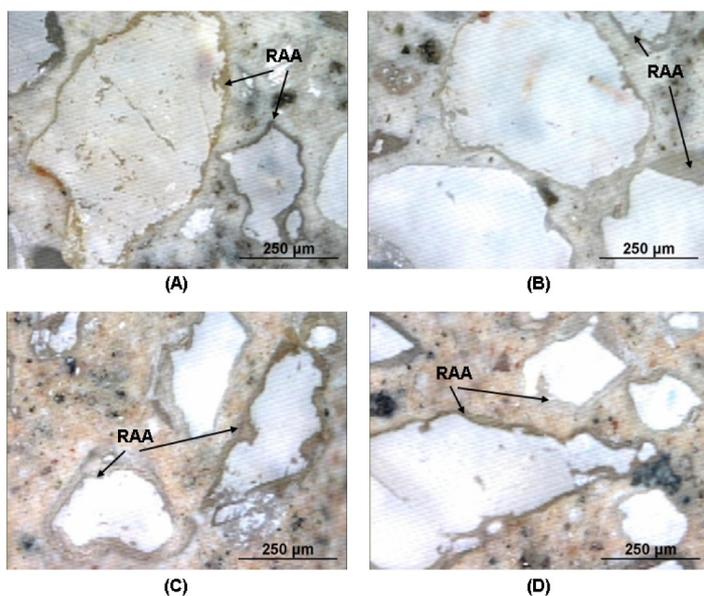


Alguns autores (17, 19) já demonstraram que entre as alternativas para reduzir a RAS está a adição de materiais pozolânicos ativos. Assim a reatividade da lama com o cimento pode ter sido mais relevante positivamente do que a sua elevada presença de álcalis, que contribui negativamente. Possivelmente, o fato de a lama vermelha ser rica em sódio é pouco relevante neste ensaio, já que a solução de contato (NaOH 1N) fornece sódio em quantidade mais que suficiente para a RAS. Assim, as amostras têm expansão superior ao limite dos 0,10% aos 14 dias, pois a quantidade de álcalis do material pode ser mobilizada para o ataque de sílica reativa nas primeiras 48 horas antes da argamassa ser imersa na soda.

Esta expansão pouco pronunciada é também observada pela microscopia ótica. Como pode ser observado na Figu-

ra 4, não se verificam grandes diferenças entre as espessuras dos geles formados entre a pasta e o agregado nas Figuras 5a e 5b (sem resíduo) e as observadas nas Figuras 5c e 5d (contendo 20% de resíduo).

Figura – Micrografias óticas de amostras das argamassas de cimento Portland: (A) e (B) sem a presença de resíduo (0%) e; (C) e (D) contendo 20% de resíduo como adição.

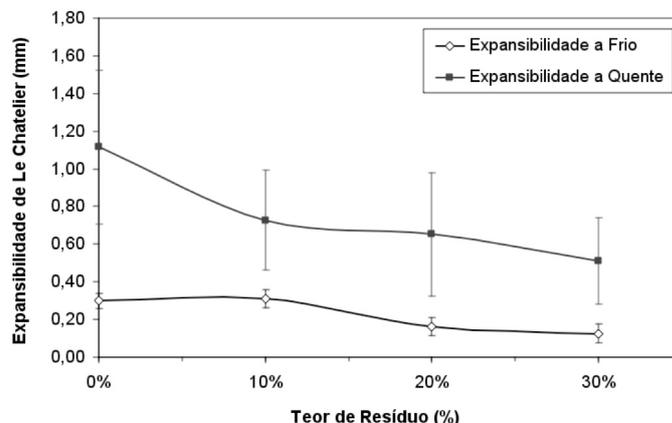


A diminuição da expansão com adição sucessiva da lama vermelha pode ter ocorrido devido a um efeito de diluição do teor de cimento, pois o cálcio é fundamental no mecanismo da RAS, como demonstram os estudos de BLESZYNSKISND et al.⁽¹⁹⁾ e SHEHATA et al.⁽²⁰⁾. A minimização da expansão, relacionada à redução do teor de hidróxido de cálcio na argamassa, que diminuiu com o aumento do teor de adições pozolânicas ativas no cimento, foi verificada em extensivo estudo realizado por MUNHOZ⁽¹⁷⁾.

Resultados semelhantes aos apresentados na Figura 5 haviam sido obtidos por GARCÍA-LODEIRO et al.⁽²¹⁾ que, ao adicionarem cinzas volantes (material pozolânico) ao concreto, observaram uma expansão menor em comparação às amostras de referência. Coincidentemente, os estudos de MUNHOZ⁽¹⁷⁾ mostram que o teor mínimo de adição de pozolana ativa para que a RAS seja mitigada é entre 10% e 15%. No presente estudo foi observado que este valor é de cerca de 20%.

Além do método das barras, buscou-se avaliar as possíveis reações expansivas, resultantes da utilização da lama vermelha, por meio do método de expansibilidade de Le Chatelier. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 5.

Figura – Expansibilidade de pastas de cimento Portland contendo diversos teores de lama vermelha, obtidos por meio das agulhas de Le Chatelier (NBR 11582).



Como dito anteriormente, a expansibilidade a frio tem como objetivo verificar a influência do MgO e a expansibilidade a quente visa verificar a influência do CaO. Assim, e ao contrário do esperado para o estudo da RAS, a substituição do cimento Portland pela lama vermelha tende a reduzir a expansibilidade de Le Chatelier, uma vez que os teores de MgO (não detectado) e CaO (4,6 %) neste resíduo são razoavelmente inferiores aos encontrados no cimento Portland (4% e 56%, respectivamente), como foi mostrado nas Tabelas 1 e 2.

Esta expectativa foi confirmada pelos resultados obtidos, que mostram uma evidente redução da expansibilidade para as duas condições de ensaio. Como esperado, a expansibilidade a frio é muito baixa, uma vez que tanto a lama vermelha quanto o cimento apresentam baixos teores de MgO e a expansibilidade a quente apresenta uma queda acentuada de 1,12% (referência) para 0,51% (30% de lama vermelha), o que reflete a diferença considerável nos teores de CaO entre o cimento Portland e o resíduo (56,0% contra 4,6%).

Assim, podemos observar que as reações expansivas dos álcalis presentes na lama vermelha (Na⁺ e Ca⁺) não comprometem o uso deste resíduo em substituição parcial do cimento Portland para aplicações secundárias.

4. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados apresentados, pode-se concluir que:

- Contrariamente ao esperado, a lama vermelha não aumenta a expansão das argamassas pela reação álcalis-silica (RAS). Este fenômeno pode estar associado a um efeito de diluição do teor de cálcio no aglomerante, pois este elemento é fundamental no mecanismo da RAS;

- A presença da lama vermelha proporciona uma redução na expansibilidade proveniente da reação com o MgO e o CaO do aglomerante para as duas condições de ensaio (a frio e a quente);
- As reações expansivas dos álcalis presentes na lama vermelha (Na⁺ e K⁺) não comprometem o uso deste resíduo em substituição parcial do cimento Portland para aplicações secundárias.

5. REFERÊNCIAS

1. IBRAM – Brazilian Mining Association. Bauxita. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00000033.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2012.
2. SINGH, M.; UPADHAYAY, S.N.; PRASAD, P.M. Preparation of special cements from red mud. *Waste Management*, v. 16, n. 8, p. 665-670, 1996.
3. Glasser F.P. Fundamental aspects of cement solidification and stabilization. *Journal of Hazardous Materials*, v. 52, n. 2-3, p. 151-170, 1997.
4. TSAKIRIDIS, P.E.; AGATZINI-LEONARDOU, S.; OUSTADAKIS, P. Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker. *Journal of Hazardous Material*, v. 116, n. 1-2, p. 103-110, 2004.
5. SINGH, M.; UPADHAYAY, S.N.; PRASAD, P.M. Preparation of iron rich cement from red mud. *Cement and Concrete Research*, v. 27, n. 7, p. 1037-1046, 1997.
6. CABEZA, et al. Red mud as a corrosion inhibitor for reinforced concrete. *The Journal of Corrosion Science and Engineering*, v. 6, n. 32, p. 1-4, 2003.
7. AMRITPHALE, S.S. et al. A novel process for making radiopaque materials using bauxite—Red mud. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 27, n. 4, p. 1945-1951, 2007.
8. AMRITPHALE, S.S.; PATEL, M. Utilisation of red mud, fly ash for manufacturing bricks with pyrophyllite. *Silicates Ind*, v. 2, n. 3, p. 31-35, 1987.
9. VINCENZO, M.S.; RENZ, C.; STEFANO, M.; GIOVANNI, C. Bauxite red mud in the ceramic industry. Part 2: production of clay based ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, v. 20, n. 3, p. 245–252, 2000.
10. YALCIN, N.; SEVNIC, V. Utilization of bauxite waste in ceramic glazes. *Ceramics International*, v. 26, n. 5, p. 485-493, 2000.
11. ASOKAN, P.; SAXEAN, M.; ASOLEKAR, S.R. Coal combustion residues-environmental implications and recycling potentials. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 43, n. 3, p. 239-262, 2005.
12. GORDON, J.N.; PINNOCK, W.R.; MOORE, M.M. A preliminary investigation of strength development in Jamaican red mud Composites. *Cement and Concrete Composites*, v. 18, n. 6, p. 371-379, 1996.
13. MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. *Concreto: estrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: PINI, 1994. 249 p.
14. REIS, M.O.B; SILVA, A.M.S. Reações álcalis-sílica: recomendações gerais para prevenir a deterioração do betão. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997, 27 p. (Boletim Técnico. ITCM 23)
15. SICHIERI, P.E. et al. *Materiais de construção 1*. São Carlos: Editora USP, 2008, 271p.
16. ANDRIOLO, F.R. Observação de estruturas de concreto: Validade quanto à ocorrência da reação alkali-agregado. In: SIMPÓSIO SOBRE REATIVIDADE ÁLCALI-AGREGADO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO, 1997. Goiânia. Anais... Goiânia: IBRACON, 1997, 14p.
17. MUNHOZ, F.A.C. Efeito de adições ativas na mitigação das reações álcali-sílica e álcali-silicato. 2008. 166p. Dissertação (Mestrado em construção civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
18. RIVARD, P.; et al. Decrease of pore solution alkalinity in concrete tested for alkali-silica reaction. *Materials and Structures*, v. 40, n. 9, p. 909–921, 2007.
19. BLESZYNSKISND, R.F.; THOMAS, M.D.A. Microstructural studies of alkali-silica reaction in Fly-ash Concrete immersed in alkaline solutions. *Advanced Cement Based Materials*. v. 7, n. 2, p. 766–778, 1998.
20. SHEHATA, M.H.; THOMAS, M.D.A. The effect of fly ash composition on the expansion of concrete due to alkali-silica reaction. *Cement and Concrete Research*, v. 30, n. 7, p. 1063–1072, 2000.
21. GARCÍA-LODEIRO, I.; PALOMO, A.; FERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, A. Alkali-aggregate reaction in activated fly ash systems. *Cement and Concrete Research*, v. 37, n. 2, p. 175–183, 2007.



Fazer saneamento ambiental em Salvador de outra forma é possível

Luiz Roberto Santos Moraes

Resumo: O artigo apresenta uma breve análise situacional dos serviços públicos de saneamento de Salvador-BA, e a necessidade de formulação e implementação (ou concretização) de política de saneamento, bem como de elaboração e implementação do Plano Municipal de Saneamento Básico-PMSB, conforme estabelecido pela Lei no 11.445/2007 (Lei Nacional de Saneamento Básico) e pela Lei no 7.400/2008 (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador). Ele também analisa as variações na legislação relativa ao assunto, ocorridas nos últimos 20 ou mais anos, e propõe medidas para satisfazer as necessidades, atuais e futuras, de serviços públicos de saneamento básico à população do município de Salvador. O artigo indica que, por meio da for-

mulação e implementação (concretização) da política e do PMSB, considerando os princípios fundamentais estabelecidos pelas referidas Leis e a participação e o controle social, fazer saneamento em Salvador de outra forma é possível.

Palavras-chave: Saneamento ambiental, política municipal de saneamento, Salvador.

Abstract: A brief situational analysis of public sanitation in Salvador, Bahia, and the need to formulate and implement sanitation policy, as well as development and implementation of the Municipal Plan of Basic Sanitation-PMSB, as established by Law 11,445 / 2007 (National Basic Sanitation Law) and the Law 7.400/2008 (Urban Development Plan of the Municipality of Salvador) is pre-

sented. The paper also analyzes the changes in the legislation on the subject, during the last 20 years or more, and proposes measures to meet the needs, current and future, of public services of basic sanitation to the population of the city of Salvador. It indicates that, through the formulation and implementation of policy and of the PMSB considering the fundamental principles established by these laws and social participation and control, making sanitation in Salvador is otherwise possible.

Keywords: Environmental sanitation, policy of municipal sanitation, Salvador.

INTRODUÇÃO

O conceito de saneamento, como qualquer outro, vem sendo socialmente construído ao longo da história da humanidade, em função das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população. A noção de saneamento assume conteúdos distintos em cada cultura, em virtude da relação existente entre homem/natureza e também em cada classe social, relacionando-se, nesse caso, às condições materiais de existência e ao nível de informação e conhecimento (MORAES; BORJA, 2007).

A percepção de que boa parte das doenças e agravos à saúde é relacionada a pouca quantidade e/ou à qualidade duvidosa da água utilizada; ao contato com água poluída; aos excretos humanos, resíduos líquidos e sólidos dispostos no ambiente de forma inadequada; as águas de chuvas empoçadas ou causando inundações; ao ar alterado em sua qualidade; e ao excesso de ruídos e de emissões calorífica, eletromagnética e radioativa, fez nascer a ideia de saneamento, ou seja, o ato de tornar o espaço sã, habitável, higiênico, salubre, saudável, definido pela Organização Mundial da Saúde como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu bem-estar físico, mental ou social, ficando clara a sua relação com o ambiente e com a proteção e promoção da saúde (MORAES, 2003).

Pode-se perceber que, ao longo do tempo, as preocupações no campo do saneamento passam a incorporar não só questões de ordem sanitária, mas também ambiental. A visão antropocêntrica de antes, perde um pouco a sua força e dá lugar a uma nova perspectiva da relação sociedade-ambiente. Certamente, por isso, o conceito de saneamento passa a ser tratado em termos de saneamento, saneamento básico e saneamento ambiental.

Garantir a salubridade ambiental, indispensável à segurança sanitária e à melhoria da qualidade de vida, é direito e

dever de todos os seres humanos e obrigação do Estado, assegurada por políticas públicas e sociais, prioridades financeiras, tecnologias apropriadas e eficiência gerencial que viabilizem o acesso universal e igualitário aos benefícios do saneamento ambiental. Ela pode ser entendida como o estado de qualidade ambiental capaz de prevenir a ocorrência de doenças relacionadas ao ambiente e de promover as condições ecológicas favoráveis ao pleno gozo da saúde e do bem-estar da população.

As ações de saneamento conformam uma série de medidas que promovem a salubridade ambiental e a saúde, contribuem para a promoção da disciplina sanitária do uso e ocupação do solo urbano e são também essenciais no meio rural. Abrangem o abastecimento de água, o manejo adequado de excretas humanas, esgotos sanitários, outros resíduos líquidos e de resíduos sólidos, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas, o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças transmissíveis, a prevenção e o controle da qualidade do ar e do excesso de ruídos e de emissões calorífica, lumínica, eletromagnética e radioativa e, mesmo, a preocupação com a melhoria das condições de habitação e a educação sanitária e ambiental. Atualmente, utiliza-se o conceito mais amplo de saneamento ambiental.

A promoção e melhoria da saúde da população e da salubridade ambiental na cidade passam também pelo acesso às ações e serviços públicos de saneamento ambiental. O Estatuto da Cidade (Lei no 10.257/2001) entende o direito ao saneamento ambiental, para as presentes e futuras gerações, como parte do direito a cidades sustentáveis, importante diretriz da política urbana (BRASIL, 2001). A formulação e a implementação (ou concretização) de política pública municipal de saneamento, de forma democrática e integrada, torna-se necessário para reduzir as desigualdades sociais e intra-urbanas e proporcionar a todos os cidadãos o acesso, com qualidade, a essas ações e serviços essenciais. Infelizmente, isso não vem sendo observado em Salvador.

O artigo tem como objetivos apresentar uma breve análise situacional dos serviços públicos de saneamento de Salvador-BA, e indicar a necessidade de formulação e implementação, de forma participativa, da política de saneamento, bem como da elaboração e execução do Plano Municipal de Saneamento Básico-PMSB, conforme estabelecido pela Lei no 11.445/2007 (Lei Nacional de Saneamento Básico) e pela Lei no 7.400/2008 (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador).

PERCURSO METODOLÓGICO ADOTADO PARA ELABORAÇÃO DO ARTIGO

Para a elaboração do artigo foi realizada revisão crítica da bibliografia consultada, bem como foi também considerada a experiência do autor na área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições de saneamento em Salvador ainda são muito precárias. Estudos realizados pela Universidade Federal da Bahia, no período 2003-2012, indicam que, embora a cobertura da rede de distribuição de água, segundo dados oficiais, atinja 98,8% da população da Cidade, a qualidade da água distribuída em alguns bairros ainda apresenta problemas; o fornecimento de água é intermitente e a desigualdade no acesso ao serviço é uma realidade, principalmente, na periferia da Cidade. Com relação ao esgotamento sanitário, apesar do elevado montante de recursos financeiros investidos nos últimos 17 anos pelo Governo do Estado da Bahia, a cobertura com rede pública de esgotamento sanitário atinge a 85% da população e os rios urbanos continuam poluídos. O problema da drenagem de águas pluviais, o manejo e a gestão dos diferentes resíduos sólidos gerados ainda não otimizados, o excesso de emissões atmosféricas e de ruídos em algumas áreas da Cidade também configuram-se em uma realidade que necessita ser modificada.

Assim, a situação dos serviços públicos de saneamento em Salvador está distante de preencher os requisitos de um serviço público justo do ponto de vista social, uma vez que uma boa parcela dos moradores da Cidade ainda não dispõe de serviço de esgotamento sanitário; moradores da periferia urbana continuam submetidos ao abastecimento público de água intermitente; a qualidade da água ainda se apresenta, em alguns bairros, com inconformidades, sem atender aos padrões de potabilidade vigentes; e persistem carências profundas no campo da drenagem e manejo de águas pluviais e da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Apesar dos investimentos realizados nas últimas décadas, uma boa parcela da população ainda encontra-se excluída dos serviços, revelando a necessidade não só de mais investimentos, bem como de: utilização de tecnologias apropriadas às realidades socioambientais, com ênfase no uso racional da água, na não geração ou na minimização da geração de esgotos, resíduos sólidos, emissões atmosféricas e ruídos, na utilização do saneamento ecológico/ecosaneamento e da permacultura; gestão integrada dos serviços; apropriação dos serviços pelos usuários cidadãos;

qualificação do gasto público; e formulação de arcabouço jurídico-institucional que fortaleça o princípio da função social dos serviços públicos de saneamento ambiental, bem como os princípios da universalidade, equidade, integralidade, intersetorialidade e de participação e controle social.

De acordo com a Constituição Federal, Art. 30, V, é competência dos municípios [...] “organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local...” (BRASIL, 2000, p.36). Assim, a responsabilidade pela organização e prestação dos serviços públicos de saneamento básico é do município. No caso de Salvador, o Governo Municipal, desde 1925, transferiu em lei a prestação dos serviços públicos de água e esgoto para o Governo do Estado da Bahia, assinando Termo de Acordo por tempo indeterminado em 1929 (BAHIA, 1925a, 1925b, 1929).

Atualmente, a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.- EMBASA é a prestadora dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Salvador, embora os serviços tenham sido prestados ao longo dos anos sem regulação e fiscalização e sem um contrato de concessão/programa entre o Município e a EMBASA.

Em dezembro de 1999, o Governo Municipal aprovou a Lei no 5.676/1999 para que o Município firmasse convênio com o Governo do Estado da Bahia para a desestatização da EMBASA, com vistas ao seu processo de privatização então em curso. Devido à grande pressão popular junto ao Poder Executivo Municipal, a Lei foi revogada em março de 2003. Apenas em dezembro de 2009 é que o Município e o Estado firmaram Convênio de Cooperação, passando a regulação e fiscalização desses serviços, ainda de forma precária, para a então CORESAB, atual Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia-AGERSA e, em maio de 2011, a Câmara Municipal aprovou lei autorizando o Município firmar contrato de programa com a EMBASA, o que até agora não aconteceu.

Por seu lado, a Prefeitura Municipal de Salvador-PMS apresenta deficiências em sua estrutura institucional na área de saneamento. Atualmente, as ações de saneamento estão sob a responsabilidade de diversos órgãos e Secretarias. A Secretaria de Urbanismo e Transporte-SEMUT assume a responsabilidade pelos projetos e obras de drenagem de águas pluviais e de redes de esgoto implantados pela PMS. Ainda nessa Secretaria, as ações de fiscalização de projetos, execução de obras de drenagem urbana e de manutenção ficam a cargo da Superintendência de Conservação e Obras Públicas do Salvador-SUCOP. A limpeza pública no

Município é de responsabilidade da Secretaria de Ordem Pública-SEMOP que terceirizou a totalidade dos serviços prestados diretamente por meio da Empresa de Limpeza Urbana do Salvador - LIMPURB, agora responsável pela definição das políticas, fiscalização e controle dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (SALVADOR, 2013b).

As ações de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano estão sob a responsabilidade da Coordenadoria de Saúde Ambiental da Secretaria Municipal de Saúde-SMS e as ações de controle de vetores transmissores de doenças é de responsabilidade de sua Subcoordenadoria de Controle de Zoonoses, enquanto as ações de controle de emissões atmosféricas e de qualidade do ar, bem como de excesso de ruídos, estão a cargo da Secretaria da Cidade Sustentável-SECIS e Superintendência de Controle e Ordenamento do Uso do Solo do Município-SUCOM, respectivamente (SALVADOR, 2013b).

A Lei Orgânica do Município-LOM estabelece, em seu Art. 229, que “O Poder Executivo elaborará e operará um Plano Diretor de Saneamento, a ser aprovado pela Câmara Municipal e obrigatório para as empresas concessionárias ou permissionárias dos serviços públicos, que o deverão atender rigorosamente, não sendo permitida a renovação da concessão ou permissão nos casos de infrações” (SALVADOR, 2012, p.69), e a Lei no 7.400/2008 (PDDU 2007), mesmo oriunda de um processo pouco participativo, não atendendo ao Estatuto da Cidade (Lei no 10.257/2001), contempla em seus Art. 95 a 97, a partir de contribuições da sociedade civil, dispositivos importantes sobre o saneamento básico como: o que estabelece que o Município instituirá Política Municipal de Saneamento Básico; a criação do Sistema Municipal de Saneamento Básico e de órgão municipal regulador e fiscalizador dos serviços; a Câmara Temática de Saneamento Básico do Conselho Municipal de Salvador; o Fundo Municipal de Saneamento Básico (já instituído pela lei aprovada em maio de 2011); e o banco de dados sobre saneamento básico integrado ao Sistema de Informações Municipal-SIM Salvador, e nos Art. 98 a 106, diretrizes para os componentes do saneamento básico (SALVADOR, 2013a).

Porém, até o momento, Salvador não dispõe de sua política municipal de saneamento básico, dispondo apenas de um Plano de Água e Esgotos, elaborado de forma apressada, visando, principalmente, atender ao estabelecido na Lei no 11.445/2007 (BRASIL, 2007) e proporcionar as condições

para que a EMBASA pudesse firmar contrato de programa com o Município, atropelando a discussão com a população local, exigência estabelecida na referida Lei e na Lei no 10.257/2001. Tal Plano foi aprovado por lei em maio de 2011. Encontram-se atualmente em elaboração as partes do Plano Municipal de Saneamento Básico referentes aos componentes Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas e Manejo de Resíduos Sólidos e de Limpeza Urbana. Pela lei de maio de 2011, o Poder Executivo ficava obrigado a encaminhar à Câmara Municipal, até 29 de junho de 2012, Projeto de Lei com objetivo de editar o Plano Municipal de Saneamento Básico de Salvador, mediante a consolidação dos Planos Setoriais de: I – Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário; II – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, e III – Manejo de Resíduos Sólidos e de Limpeza Urbana, o que até hoje não aconteceu.

Além da fragilidade jurídico-institucional, constata-se que o corpo técnico e gerencial da PMS é insuficiente para os grandes desafios da Cidade em termos de saneamento básico. Soma-se a isso, a inexistência de iniciativas para a contratação e capacitação de pessoal.

Essa realidade fez com que não houvesse qualquer atitude da PMS em exercer o seu poder de delegação junto a EMBASA, cuja relação, normalmente, se dá em torno de questões relacionadas aos conflitos gerados pelas obras na Cidade. Por exemplo, durante os nove anos da implantação do Programa Bahia Azul em Salvador e, mais recentemente, durante a implantação do Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe (2º emissário submarino da Cidade), a PMS não teve qualquer tipo de envolvimento, a não ser por meio de um convênio para pavimentar os logradouros públicos danificados pelas intervenções das obras e por fazer aprovar no Conselho Municipal de Meio Ambiente-COMAM a licença ambiental para as obras.

A normatização e o controle dos serviços públicos de saneamento básico devem estar sempre sob a absoluta tutela do Poder Público e da população local, defendendo seus reais interesses e impedindo os monopólios técnico e financeiro. O processo de fiscalização e controle dos serviços, bem como a transparência na execução e alocação dos recursos, não pode fugir das mãos dos mesmos. Nesse sentido, tornam-se necessários o estabelecimento de mecanismos e processos institucionais apropriados, que possibilitem um real e democrático controle por parte do Poder Público e da população sobre o planejamento, a regulação, a fiscalização, a execução das ações e a prestação dos serviços públicos de saneamento básico.



A legislação relacionada às ações e serviços públicos de saneamento, tanto aquela que regula institucionalmente a área, quanto à articulação inter-setorial e interdisciplinar, incluindo normas e padrões de qualidade sanitária e ambiental, na medida em que incorpore efetivamente sua relação com o ambiente e a saúde, poderá contribuir para potencializar seus benefícios e deverá ser utilizada pela PMS.

O Município de Salvador necessita de Política Municipal de Saneamento Básico e seus instrumentos, construída por meio de processo democrático e participativo e instituída por lei. Tal Política deveria estabelecer, por exemplo, que, caso o Município resolvesse conceder os serviços públicos de saneamento básico para a iniciativa privada, além de lei autorizativa seria necessário o referendo popular por meio de plebiscito, com aprovação de dois terços dos votantes. Como estabelecido na Lei no 7.400/2008, tal Política deveria criar como instrumento básico o Sistema Municipal de Saneamento Básico, integrado ao Sistema Municipal de Planejamento e Gestão-SMPG, e composto de Plano Municipal de Saneamento Básico, Fundo Municipal de Saneamento Básico e de Sistema de Informações em Saneamento Básico integrado ao Sistema de Informações Municipal (SIM Salvador), além de contar com instrumentos de participação e controle social, como a Conferência Municipal de Salvador e a Câmara Temática de Saneamento Básico do Conselho Municipal de Salvador, este último de caráter deliberativo, consultivo e fiscalizador, contando na sua composição com a participação do Poder Público e, de forma majoritária, com representantes de organizações da sociedade civil, que pre-

cisa ser instalado (SALVADOR, 2013a). Como resultado, os investimentos certamente seriam ampliados e qualificados, o acesso da população aos serviços públicos de saneamento aumentaria em direção à universalização e à qualidade dos serviços e a relação prestador público do serviço-usuário cidadão tenderia a melhorar significativamente.

CONCLUSÃO

O grande desafio que se coloca para o Poder Público, e os diversos segmentos da sociedade sotropolitana, está na construção de uma nova ordem socioambiental pautada na ética, justiça social, justiça ambiental, solidariedade, transparência, tecnologias apropriadas, integração das ações/serviços e interinstitucional, e participação e controle social, que venha praticar, em relação às ações e serviços públicos de saneamento básico, política baseada nos referidos aspectos.

Assim, urge em Salvador a formulação e instituição, por lei, de política municipal de saneamento básico, como estabelecido pela Lei no 11.445/2007 e pela Lei no 7.400/2008, sistêmica, articulada com as políticas de saúde, meio ambiente/águas, desenvolvimento urbano, habitação de interesse social e trabalho, emprego e renda, dentre outras, que contemple os princípios de universalidade, equidade, integralidade, intersetorialidade, sustentabilidade, qualidade dos serviços, transparência das ações, utilização de tecnologias apropriadas e gestão pública, assegurando a participação e o controle social na sua formulação, implementação e avaliação.

Tal desafio implica também na necessidade do exercício de cooperação entre os entes federados: o município de Salvador, que pela Constituição Federal é o titular dos serviços públicos de saneamento básico; o estado da Bahia por meio de sua empresa estatal, a EMBASA - delegatária dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário -, da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia-CONDER e do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos-INEMA; e a União, dando cumprimento à Lei no 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico, por meio de programas, projetos e ações federais relacionados à área.

Desse modo, fazer saneamento em Salvador de outra forma, diferente daquelas realizadas até aqui, é possível!

E-mail de contato:

Escola Politécnica da UFBA/Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento –
moraes@ufba.br ou lrsmoraes@gmail.com

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHIA. Lei nº 1.611, de 27/06/1925. Cria a Sub-Secretaria de Saúde e Assistência Social. Salvador, 1925a.

BAHIA. Termo de Acordo firmado entre o Estado e o Município de Salvador objetivando a administração dos Serviços de Águas e Esgoto da capital pelo Estado. Salvador, 1925b.

BAHIA. Termo de Acordo firmado entre o Estado da Bahia e o Município de Salvador objetivando alterar a cláusula do Termo Aditivo firmado em 25/08/1925 sobre o prazo de administração dos Serviços de Águas e Esgoto da capital pelo Estado, passando o mesmo a ser indeterminado. Salvador, 1929.

BORJA, Patrícia Campos. Política de Saneamento, Instituições Financeiras Internacionais e Mega Programa: Um Olhar através do Programa Bahia Azul. 2004. 400f. Tese (Doutorado em Arquitetura

e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

BRASIL. Lei no 11.107, de 06 de abril de 2005. “Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências”, publicada no DOU de 07/04/2005.

BRASIL. Lei no 11.445, de 05 de janeiro de 2007. “Estabelece as diretrizes nacionais sobre o Saneamento Básico; altera a ... e dá outras providências”, publicada no DOU de 11/01/2007.

BRASIL. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. “Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências”, publicada no DOU de 11/07/2001.

BRASIL. Constituição 1988: Texto Constitucional de 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 28/2000 e Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2000.

MORAES, Luiz Roberto Santos; BORJA, Patrícia Campos. Política de Saneamento no Brasil. Salvador: ReCESA, 2007. Não publicado.

MORAES, Luiz Roberto Santos. A necessidade de formulação e implementação, de forma democrática e integrada, de políticas públicas de saneamento ambiental. Documento preparado para a 1ª. Conferência das Cidades da Bahia, etapa preparatória da 1ª. Conferência Nacional das Cidades, realizada em 03 e 04/09/2003, no Centro de Convenções da Bahia. Salvador, 2003. Não publicado.

SALVADOR. Órgãos Municipais. Disponível em: www.salvador.ba.gov.br. Acesso em: 26 jul. 2013b.

SALVADOR. Lei no 7.400, de 20 de fevereiro de 2008. “Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador-PDDU 2007 e dá outras providências”. Disponível em: www.salvador.ba.gov.br. Acesso em: 17 jan. 2013a.

SALVADOR. Lei Orgânica do Município do Salvador: Edição consolidada até a Emenda no 21, maio de 2006. Disponível em: www.cms.ba.gov.br. Acesso em: 20 jan. 2012.



Efeitos da Urbanização Sobre os Padrões de Vento.

Vivian de Oliveira Fernandes¹

Alexandre Aquino da Cunha²

Mauro José Alixandrini Junior³

Lucimary Moreira Gomes Cardoso⁴

Resumo: Este artigo é parte integrante de um projeto de dissertação no qual aborda o efeito dos padrões de vento na cidade de Salvador.

Palavras-chave: Vento, ocupação do solo, comprimento de rugosidade, sensoriamento remoto, clima urbano.

Abstract: This paper is part of a master project which analyses the wind patterns that affect the city of Salvador, Bahia, Brazil.

Keywords: Wind, land use, roughness length, remote sensing, urban climate.

INTRODUÇÃO

A cidade de Salvador, capital do estado da Bahia, possui aproximadamente 3 milhões habitantes (IBGE, 2008), distribuídos em uma área peninsular de 361 km², cuja altitude alcança os 100 m e tem o clima classificado como quente e úmido.

Nos últimos 30 anos, Salvador teve o seu crescimento urbano mais intensificado, ou seja, cresceu a substituição de áreas verdes por uma zona urbana edificada, alterando o relevo, impermeabilizando uma área maior do solo, diminuindo o fluxo de calor sensível responsável pelo balanço

1 – Engenheira Cartógrafa, Mestre e Doutora em Engenharia Civil e Doutora em Engenharia Civil. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia de Transportes e Geodésia da UFBA e Membro Permanente do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana.

2 – Graduando em Engenharia de Agrimensura da UFBA e Cartográfica e Bolsista de Iniciação Científica – CNPq.

2 – Engenheiro Cartógrafo, Mestre em Eng. Civil. 2 – Engenheiro Cartógrafo, Mestre em Eng. Civil.

2 – Engenheiro Cartógrafo, Mestre em Eng. Civil.

de energia na superfície e aumentando o fluxo de calor sensível, responsável pela sensação térmica sentida.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Estudos relacionados ao clima urbano tornam-se cada vez mais frequentes, devido à íntima relação entre o processo de urbanização e as alterações das variáveis climáticas. O microclima, no caso, corresponde ao clima de pequenos espaços urbanos e é influenciado pela ação humana nas transformações do seu entorno. Formados a cada volume geométrico imaginário no espaço habitado ou não (GEIGER, 1961). Em latitudes tropicais e subtropicais, o processo de urbanização vem se tornando cada vez mais acelerado e é acompanhado pelo aumento de problemas severos associados à deterioração ambiental, condições de vida insalubres, escassez de energia e água e aumento da exposição da população a enchentes e ventos extremos. Muitos destes problemas poderiam ser reduzidos se o planejamento urbano incorporasse estudos relativos ao clima (TAESLER, 1986). O que se percebe, contudo, é que pesquisas com esta abordagem ainda são pouco aplicadas ao zoneamento das cidades.

A caracterização do vento em qualquer ponto (ϕ , λ , z) da atmosfera requer dois parâmetros: a direção e a velocidade (módulo). Ambas são grandezas instantâneas e pontuais, pois, o escoamento do ar depende das condições atmosféricas, que variam no espaço e com o tempo. Nas proximidades da interface superfície-atmosfera o vento é altamente influenciado pelas características geométricas e pelo estado de aquecimento da própria superfície subjacente (VAREJÃO-SILVA, 2006).

3 - MATERIAL E MÉTODO

3.1 - Área de estudo

A área selecionada para avaliar os padrões de vento na cidade de Salvador abrange sua fachada sudeste. Esta delimitação se justifica pela localização das estações meteorológicas fixas com disponibilidade de dados de vento em superfície e a necessidade de utilização desses dados para o controle da simulação.

A fachada sudeste compreende cinco regiões administrativas da cidade de Salvador, são elas; Barra, Rio Vermelho, Pituba, Boca do Rio e Itapuã.

A figura 1 mostra o recorte da fachada sudeste da cidade, proveniente de um recorte de uma imagem de satélite LANDSAT que foi utilizada para o cálculo de rugosidade desta fachada (região).

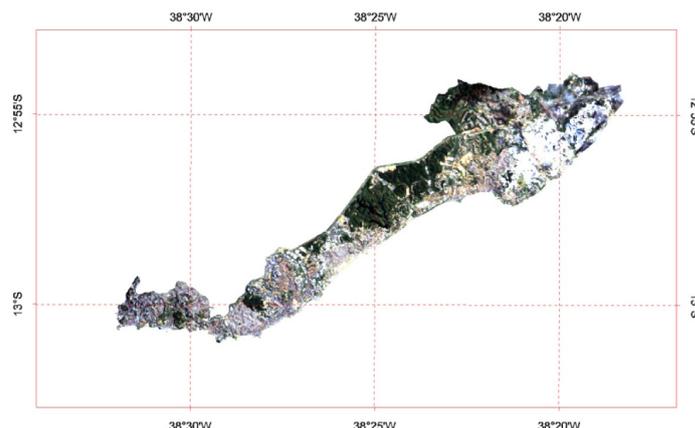


Figura 1 - Recorte Fachada Sudeste da Imagem de Satélite LANDSAT - TM 19/08/1995

3.2 - Análise dos Regimes de Vento a superfície

Na Figura 2 são vistos os resultados obtidos para escoamento médio mensal, à superfície, dos dados de vento da estação meteorológica principal de Salvador. Foi feito tratamento estatístico dos dados de vento coletados nessa estação do período analisado (1995, 2001 e 2004) e comparado à média histórica (normais climatológicas). Podemos notar que o ano de 2001 apresenta velocidades médias mensais superiores ao período 1995 e 2004 para todos os meses. A média mensal das normais climatológicas foi superior em todos os meses aos três períodos analisados.

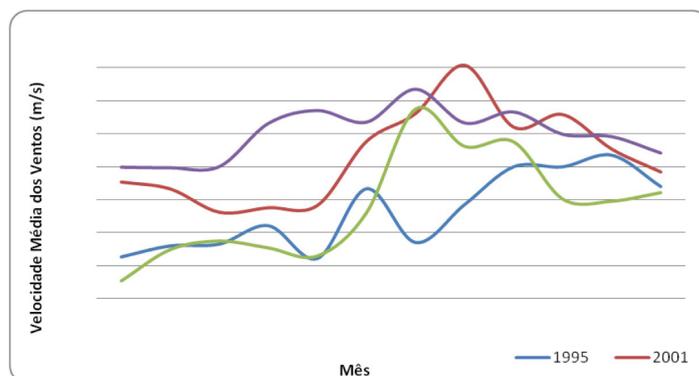


Figura 2 - Velocidade média mensal dos ventos do município de Salvador-BA

No trimestre janeiro, fevereiro e março é possível perceber que o vento médio apresenta as menores velocidades para os três anos analisados, chegando aos 1,31 m/s em janeiro de 2004. No mês de junho as velocidades sofrem um acréscimo significativo que se mantém crescentes até setembro, com exceção de julho de 1995, quando atinge 1,54 m/s. No quadrimestre que compreende os meses agosto a novembro o vento médio apresentou-se com as maiores ve-

locidades para 1995, 2001 e 2004, atingindo aos 2,62 m/s em agosto de 2001. Em dezembro as velocidades médias mensais voltam a diminuir. Comparando o desempenho médio mensal da velocidade do vento para os três períodos com as normais climatológicas, o mês de maio sofre discrepância.

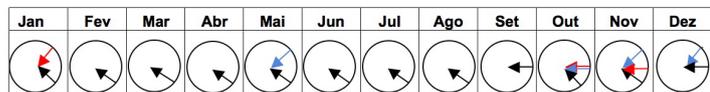


Figura 3: Direção do vento médio mensal para o município de Salvador-BA para os anos de 1995 (Vermelho) e 2001 (azul), 2004 (preto).

O vento possui uma grande variabilidade no tempo e espaço, assim para determinação de sua direção predominante foram realizadas operações de contagem da frequência horária das direções com base na rosa dos ventos.

Pode-se considerar que os regimes dos ventos resultam da sobreposição de mecanismos atmosféricos sinóticos (globais) e de mesoescala (regionais), afetados ainda pela rugosidade dos elementos urbanos (locais). Quanto aos regimes sinóticos, Salvador se encontra na latitude de transição entre dois mecanismos importantes: a influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico, perturbado pela dinâmica intermitente das ondas de massas polares e a influência constante dos alísios. Estes mecanismos são determinantes quanto à direção predominantemente entre Nordeste e Sudeste (Figura 3).

Devido a sua localização litorânea, a cidade de Salvador é influenciada por um importante sistema de mesoescala, as brisas marinhas e terrestres. Elas atuam o ano todo e são perceptíveis nas velocidades e direções de vento.

A distribuição de frequência do número percentual de casos da direção do vento à superfície é ilustrada na Figura 4. Ela revela que o vento predominante é do quadrante Sudeste para ambos os períodos. Calmaria e ventos dos quadrantes Nordeste e Leste têm frequências baixas tendo ocorrido principalmente no verão para os anos de 1995, 2001 e 2004. Quanto à sazonalidade, nota-se que os ventos máximos ocorrem no segundo semestre (inverno e primavera).

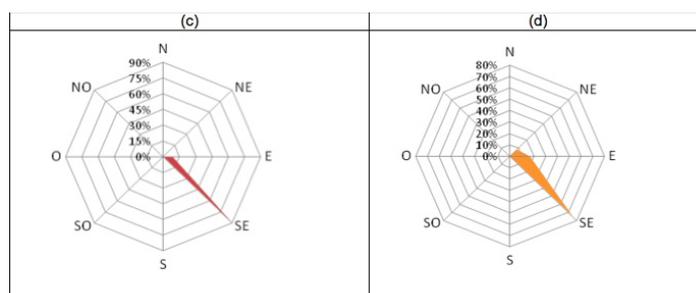
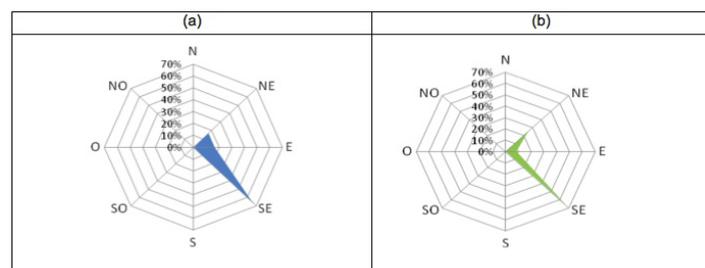


Figura 4: Distribuição percentual de casos de direção do vento do município de Salvador-BA para os anos de 1995 (a) e 2001 (b), 2004 (c) e Normais Climatológicas (d).

4 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E PROPOSTA DE TRABALHO

A tabela 1 apresenta valores calculados do comprimento de rugosidade (Z_0) para elementos das classes urbanas através do método morfométrico Regra Prática (R_t), seguindo os princípios de determinação de parâmetros e medidas de densidade urbana sugeridos por Grimmond e Oke (1999). Para as classes naturais foram atribuídos os valores da classificação Davenport, conformando a Tabela 2.

Densidade urbanas	Valores estimados Z_0 (m)	Valor tabelado f_0	Valor calculado Z_0 (m)
Baixo	6	0,08	0,48
Média	24	0,09	2,16
Alta	45	0,1	4,5
Elevada	63	0,1	6,3

Tabela 1 - Valores calculados do comprimento de rugosidade (Z_0) para áreas urbanas da área de estudo

De acordo com os manuais e revisão de estimativas publicadas na literatura para o comprimento de rugosidade, os valores calculados acima satisfazem e contemplam a faixa aceitável.

O método para gerar os padrões de vento no aplicativo WindMap™ apresenta limitações quanto à entrada de dados de comprimento de rugosidade, que devem ser inferiores a 5 m.

Os valores calculados do comprimento de rugosidade (Z_0) serão incorporados às imagens de satélite juntamente com os valores divulgados no manual e se conformará ao modelo de rugosidade, parâmetro necessário para gerar mapas de padrões de vento.

Tabela 2 - Comprimento de rugosidade (Z_0) para modelo de rugosidade

Classes de cobertura do solo	Z_0 (m)
Água	0,002
Solo exposto	0,03
Vegetação rasteira	0,1
Vegetação arbórea	1,0
Área urbana altura baixa	0,48
Área urbana altura média	2,16
Área urbana altura alta	4,5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

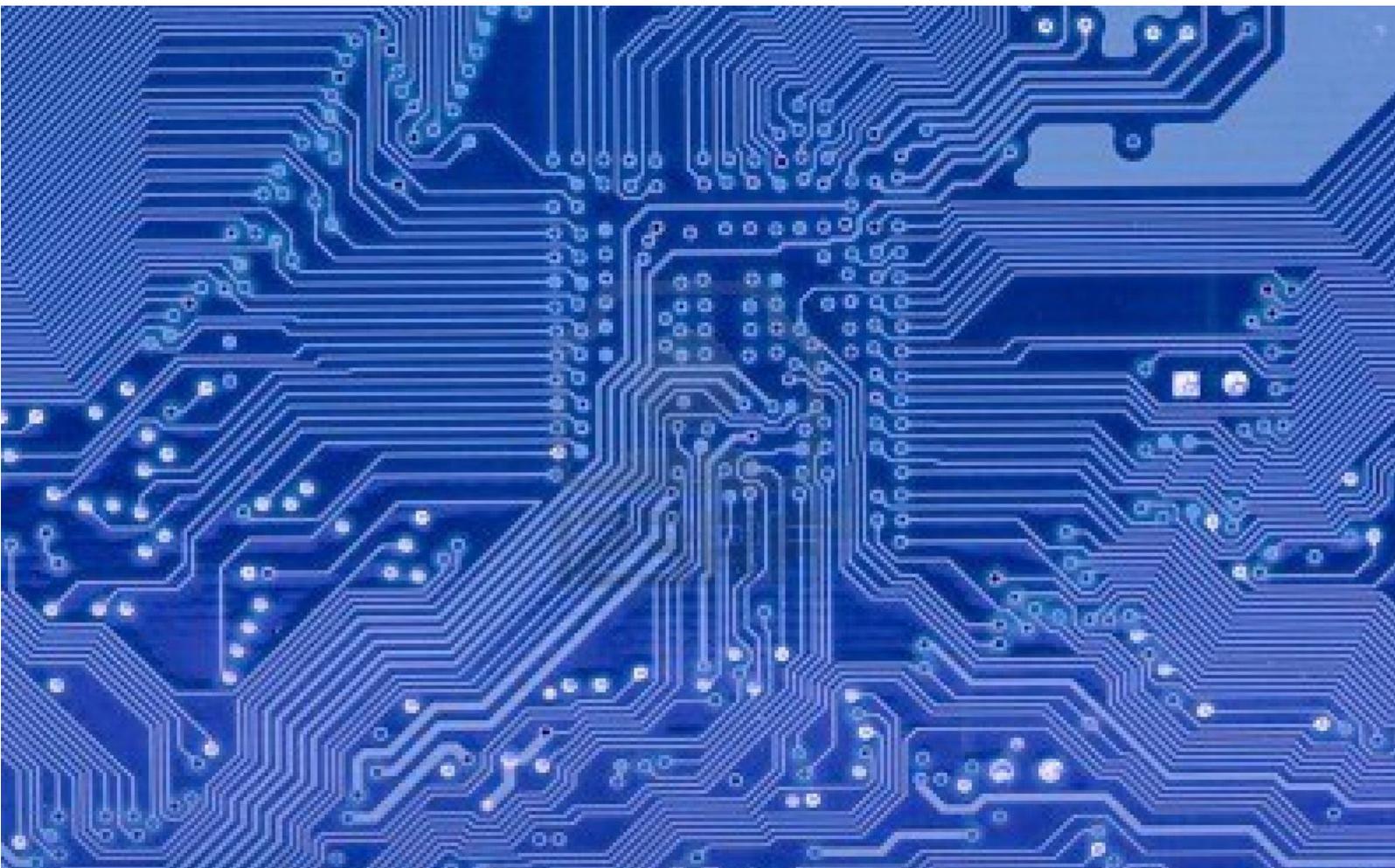
O artigo proposto é parte inicial de um projeto de dissertação de mestrado e visa contribuir com dados quantitativos, para períodos distintos, avaliando as variações climáticas para a cidade de Salvador, padrões de vento, descrevendo a tendência geral das diferentes áreas e tipologias urbanas. Esse estudo poderá indicar o quanto a qualidade da ventilação foi reduzida devido à vasta área da ocupação urbana indicando quais os padrões de vento atuais. Será também observada a aplicabilidade dos métodos de simulação computacional das condições de circulação de ar para a definição de orientações para o planejamento urbano. Espera-se também que esse estudo auxilie a trabalhos futuros como base de informações na avaliação das tendências de mudanças climáticas locais e conseqüentemente globais.

E-mail de contato:

vivian.fernandes@ufba.br¹ – alexandre120@yahoo.com.br² – mauro.alixandrini@ufba.br³ - lucimary_moreira@yahoo.com.br⁴

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. Atmosphere, Weather and Climate. London: Methuen, 3ª ed, 1976 apud AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- ECHENIQUE, M. Modelos: una discusión. In: MARTIN, L.; MARCH, L.; ECHENIQUE, M. La estructura del espacio urbano. Barcelona: Gustavo Gili, 1975.
- GRIMMOND, C. S. B.; OKE, T. R. Aerodynamic properties of urban areas derived from analysis of surface form. Journal of Applied Meteorology. v. 38, p. 1262-1292, 1999.
- SARAIVA, J. A. G. Aerodinâmica dos edifícios altos: característica do escoamento e resposta à turbulência de formas prismáticas. 1983. Tese (Concurso para Especialista) - Departamento de Estruturas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1983.
- TAESLER, R. Urban Climatological Methods and Data. In: TECHNICAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY AND ITS APPLICATIONS WITH SPECIAL REGARD TO TROPICAL AREAS. Geneva, 1986. Proceedings... Geneva: WMO, 1986. p. 199-236.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Recife, 2006. Versão digital 2.
- WIERINGA, J.; DAVENPORT, A. G.; GRIMMOND, C. S. B.. New revision of Davenport roughness classification. In: EUROPEAN & AFRICAN CONFERENCE ON WIND ENGINEERING, 3., 2001, Eindhoven. Proceedings... Eindhoven, 2001. p. 1-8.



Estudando circuitos elétricos com o programa Maple

Ricardo Silva
ricsilva2007@gmail.com

Abstract: The availability of personal computers brought new possibilities for engineers. Calculations which were impossible are now easily done with the help of specialized programs. New frontiers have been reached in speed, accuracy and easiness. A new breed of programs has appeared recently, allowing calculations to be made symbolically.

Resumo: A disponibilidade de computadores pessoais trouxe novas possibilidades aos engenheiros. Cálculos que eram impossíveis são agora feitos com facilidade com a ajuda de programas especializados. Novas fronteiras tem sido alcançadas em velocidade, acuidade e facilidade. Uma nova safra de programas surgiu recentemente, permitindo cálculos simbólicos.

Palavras-chave: computadores pessoais, programas especializados para engenharia, cálculos simbólicos, circuitos elétricos, MAPLE.

Conforme já mostrado pelo Prof. Caiuby Alves da Costa em seu artigo na edição de Outubro de 2013 da Revista do Instituto Politécnico da Bahia (Outubro de 2013), a evolução dos computadores tem sido meteórica nos últimos anos. Como resultado para a engenharia, os desenvolvimentos matemáticos de gênios como Euler, Laplace, Fourier e outros podem, hoje em dia, ser aplicados aos cálculos de engenharia com uma facilidade nunca sonhada por eles. Isto se deve, basicamente, aos programas para computador (“softwares”) escritos especificamente para realizar estes cálculos. O mais conhecido e utilizado deles é, sem

dúvida, o MATLAB, usado por engenheiros em todo mundo.

A necessidade de enfoques didáticos em determinadas situações motivou professores da Universidade de Waterloo, no Canadá, a desenvolverem a partir de 1980 um sistema que realizasse cálculos algébricos simbólicos. Daí surgiu o MAPLE, hoje em sua 17ª. Versão. As vantagens do cálculo simbólico incluem não só a facilidade da compreensão dos cálculos mas, principalmente, sua aplicação como ferramenta didática.

Segue-se um exemplo simples de cálculo de um circuito RLC em série, alimentado por uma fonte variável no tempo.

Este cálculo é feito simbolicamente, utilizando equações diferenciais e, ao final, é mostrado graficamente o resultado. Os comentários constantes da listagem do programa procuram mostrar o significado de cada passo percorrido.

Os valores numéricos de cada componente do circuito são:

$$R = 560 \text{ ohms}$$

$$L = 150 \text{ mH}$$

$$C = 3,3 \text{ microF}$$

$$V = 500 \sin(t)$$

PERCURSO METODOLÓGICO USADO PARA ELABORAÇÃO DO ARTIGO

> *restart* # limpa a memória *with(DEtools)* : # carrega os pacotes de equações diferenciais

> *infolevel*_{dsolve} := 0 : # mostra os resultados dos cálculos das derivadas simbólicas

$$\text{cargacorr} := i(t) = \frac{d}{dt} q(t) :$$

relação entre a carga $q(t)$ em Coulombs e a corrente em Amperes

> $E_R := R i(t)$: # queda de tensão no Resistor

> $E_L := L \left(\frac{d}{dt} i(t) \right)$: # queda de tensão no Indutor

> $E_C := \frac{1}{C} q(t)$: # queda de tensão no Capacitor

> $E_F := 500 \sin(t)$: # queda de tensão na fonte (valor fornecido)

CÁLCULOS SIMBÓLICOS

> *LeideKirchoff* := $E_L + E_R + E_C - E_F = 0$;

$$\text{LeideKirchoff} := L \left(\frac{d}{dt} i(t) \right) + R i(t) + \frac{q(t)}{C} - 500 \sin(t) = 0$$

Eqd2o := *subs*($i(t) = \text{rhs}(\text{cargacorr})$, *LeideKirchoff*);

monta (por substituição do lado direito-**rhs**) a equação diferencial de segunda ordem em relação à carga $q(t)$

$$\text{Eqd2o} := L \left(\frac{d^2}{dt^2} q(t) \right) + R \left(\frac{d}{dt} q(t) \right) + \frac{q(t)}{C} - 500 \sin(t) = 0$$

> $q0 := 0$: # condições iniciais com q como a variável independente $iO := 1$:

$$icQ := q(0) = q0, D(q)(0) = iO$$

$$icQ := q(0) = 0, D(q)(0) = 1$$

$solQ := dsolve(\{Eqd2o, icQ\}, q(t));$

cálculo simbólico da equação diferencial **Eqd2o** a partir dos valores iniciais **icQ**

>

$solQ := q(t)$

$$= \frac{1}{(C^2 L^2 + C^2 R^2 - 2CL + 1)(CR^2 - 4L)} \left(e^{-\frac{1}{2} \frac{(CR - \sqrt{C^2 R^2 - 4CL})t}{CL}} (250 C^3 R^3 \right. \\ + C^2 L^3 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} + C^2 L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 + 500 C^2 L^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\ + 250 C^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 - 1000 C^2 LR - 2CL^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\ \left. - 500 C \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} L + L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \right) \\ + \frac{1}{(C^2 L^2 + C^2 R^2 - 2CL + 1)(CR^2 - 4L)} \left(e^{-\frac{1}{2} \frac{(CR + \sqrt{C^2 R^2 - 4CL})t}{CL}} (250 C^3 \right. \\ R^3 - C^2 L^3 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} - C^2 L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 - 500 C^2 L^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\ - 250 C^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 - 1000 C^2 LR + 2CL^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\ \left. + 500 C \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} L - L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \right) \\ - \frac{500 C ((CL - 1) \sin(t) + C \cos(t) R)}{1 + (L^2 + R^2) C^2 - 2CL}$$

$soll := eval(cargacorr, solQ);$

cálculo simbólico da equação da corrente **i(t)** a partir dos valores simbólicos da equação de carga **solQ**

>

$$soll := i(t) = -\frac{1}{2} \left((CR - \sqrt{C^2 R^2 - 4CL}) e^{-\frac{1}{2} \frac{(CR - \sqrt{C^2 R^2 - 4CL})t}{CL}} (250 C^3 R^3 \right. \\ + C^2 L^3 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} + C^2 L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 + 500 C^2 L^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\ + 250 C^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 - 1000 C^2 LR - 2CL^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\ \left. - 500 C \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} L + L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \right) / (CL(C^2 L^2 + C^2 R^2 - 2CL \\ + 1)(CR^2 - 4L)) - \frac{1}{2} \left((CR \right.$$

$$\begin{aligned}
& + \sqrt{C^2 R^2 - 4CL}) e^{-\frac{1}{2} \frac{(CR + \sqrt{C^2 R^2 - 4CL}) t}{CL}} (250 C^3 R^3 - C^2 L^3 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} \\
& - C^2 L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 - 500 C^2 L^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} - 250 C^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} R^2 \\
& - 1000 C^2 LR + 2CL^2 \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} + 500 C \sqrt{C^2 R^2 - 4CL} L \\
& - L \sqrt{C^2 R^2 - 4CL}) / (CL(C^2 L^2 + C^2 R^2 - 2CL + 1)(CR^2 - 4L)) \\
& - \frac{500 C ((CL - 1) \cos(t) - C \sin(t) R)}{1 + (L^2 + R^2) C^2 - 2CL}
\end{aligned}$$

CÁLCULOS NUMÉRICOS

CARGA:

scarga := subs(L = 150⁻³, C = 3.3⁻⁶, R = 560, solQ);

substituição dos valores numéricos dos componentes na equação da carga solQ

$$\begin{aligned}
scarga := q(t) = & 0.1413078390 e^{-2.397287418 t} - 5.181716244 10^{-10} e^{-1.889999998 10^9 t} \\
& + 0.3258831196 \sin(t) - 0.1413078384 \cos(t)
\end{aligned}$$

CORRENTE:

scorrente := subs(L = 150⁻³, C = 3.3⁻⁶, R = 560, solI);

substituição dos valores numéricos dos componentes na equação da corrente solI

$$\begin{aligned}
scorrente := i(t) = & -0.3387555043 e^{-2.397287418 t} + 0.9793443687 e^{-1.889999998 10^9 t} \\
& + 0.3258831196 \cos(t) + 0.1413078384 \sin(t)
\end{aligned}$$

SOLUÇÃO ALTERNATIVA: CÁLCULO DIRETO ATRAVÉS DA EQUAÇÃO DIFERENCIAL

(Kirchoff / **Eqd2a**)

> *restart # reinicia o programa apagando os limpando a memória*

> *with(plots) : # carrega os pacotes de plotagem*

$$cargacorr := i(t) = \frac{d}{dt} q(t) :$$

relação entre a carga q(t) em Coulombs e a corrente em Amperes

> *icQ := q(0) = 0, D(q)(0) = 1; # condições iniciais com q como a variável independente*

$$icQ := q(0) = 0, D(q)(0) = 1$$

$$Eqd2o := L \left(\frac{d^2}{dt^2} q(t) \right) + R \left(\frac{d}{dt} q(t) \right) + \frac{q(t)}{C} - 500 \sin(t) = 0 :$$

equação diferencial de segunda ordem (Kirchoff)

$$EqK := \text{evalf}(\text{subs}(L = 150^{-3}, C = 3.3^{-6}, R = 560, Eqd2o));$$

valores numéricos (em ponto flutuante - **evalf**) para a equação diferencial de segunda ordem (Kirchoff)

$$EqK := 2.962962963 \cdot 10^{-7} \left(\frac{d^2}{dt^2} q(t) \right) + 560. \left(\frac{d}{dt} q(t) \right) + 1291.467969 q(t) - 500. \sin(t) = 0.$$

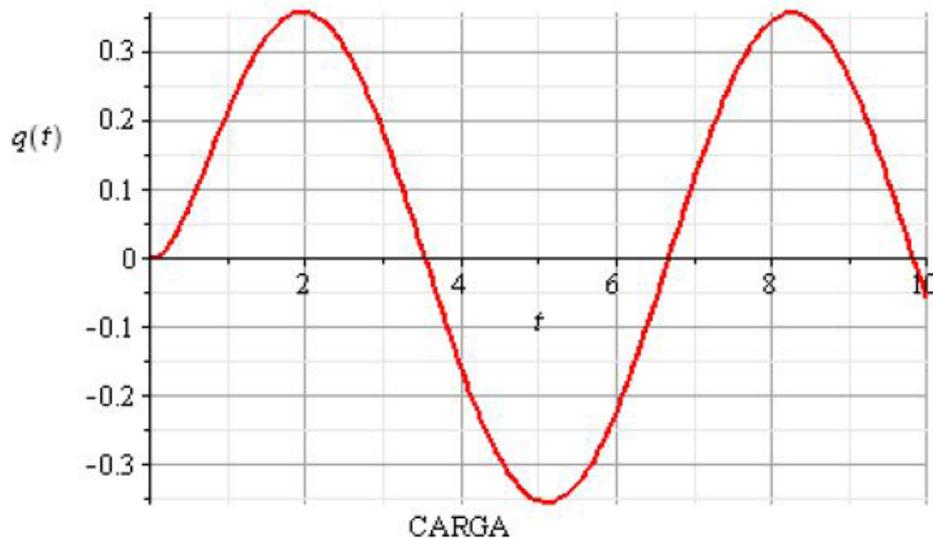
soldireta := **evalf**(**dsolve**({**EqK**, **icQ**}, **q(t)**)); # cálculo numérico (em ponto flutuante - **evalf**) do valor de **q(t)** na equação diferencial **EqK**, com valores iniciais **icQ**

$$\text{soldireta} := q(t) = 0.1413078389 e^{-2.666431406 t} - 5.4 \cdot 10^{-10} e^{-1.889999997 \cdot 10^9 t} - 0.1413078384 \cos(t) + 0.3258831196 \sin(t)$$

PLOTAGEM DA CARGA $q(t)$

plot(**rhs**(**soldireta**), **t** = 0 ..10, **labels** = [**t**, **q(t)**], **caption** = "CARGA", **color** = red, **thickness** = 2, **gridlines**);

plotagem da carga $q(t)$ entre 0 e 10 segundos ("**rhs**" significa lado direito da equação "**soldireta**")



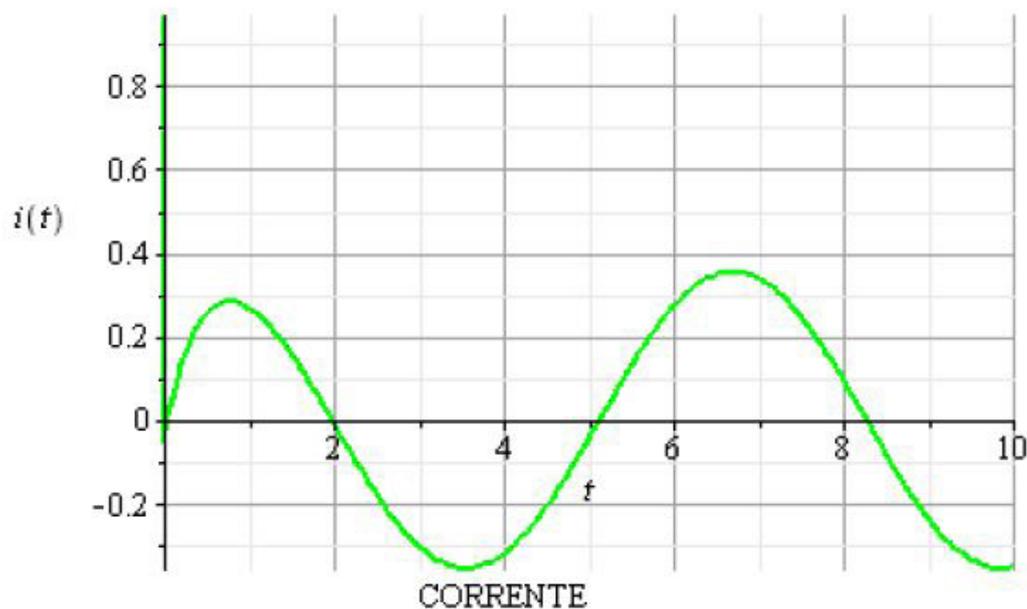
solucorr := **eval**(**cargacorr**, **soldireta**); # calcula a corrente $i(t)$ em **cargacorr** a partir do valor simbólico de $q(t)$ em **soldireta**

$$\text{solucorr} := i(t) = -0.3767876596 e^{-2.666431406 t} + 1.020599998 e^{-1.889999997 10^9 t} + 0.1413078384 \sin(t) + 0.3258831196 \cos(t)$$

PLOTAGEM DA CORRENTE $i(t)$

`plot(rhs(solucorr), t = 0 ..10, labels = [t, i(t)], caption = "CORRENTE", color = green, thickness = 2, gridlines);`
 # plotagem da corrente $i(t)$ entre 0 e 10 segundos ("rhs" significa lado direito da equação "solucorr")

>



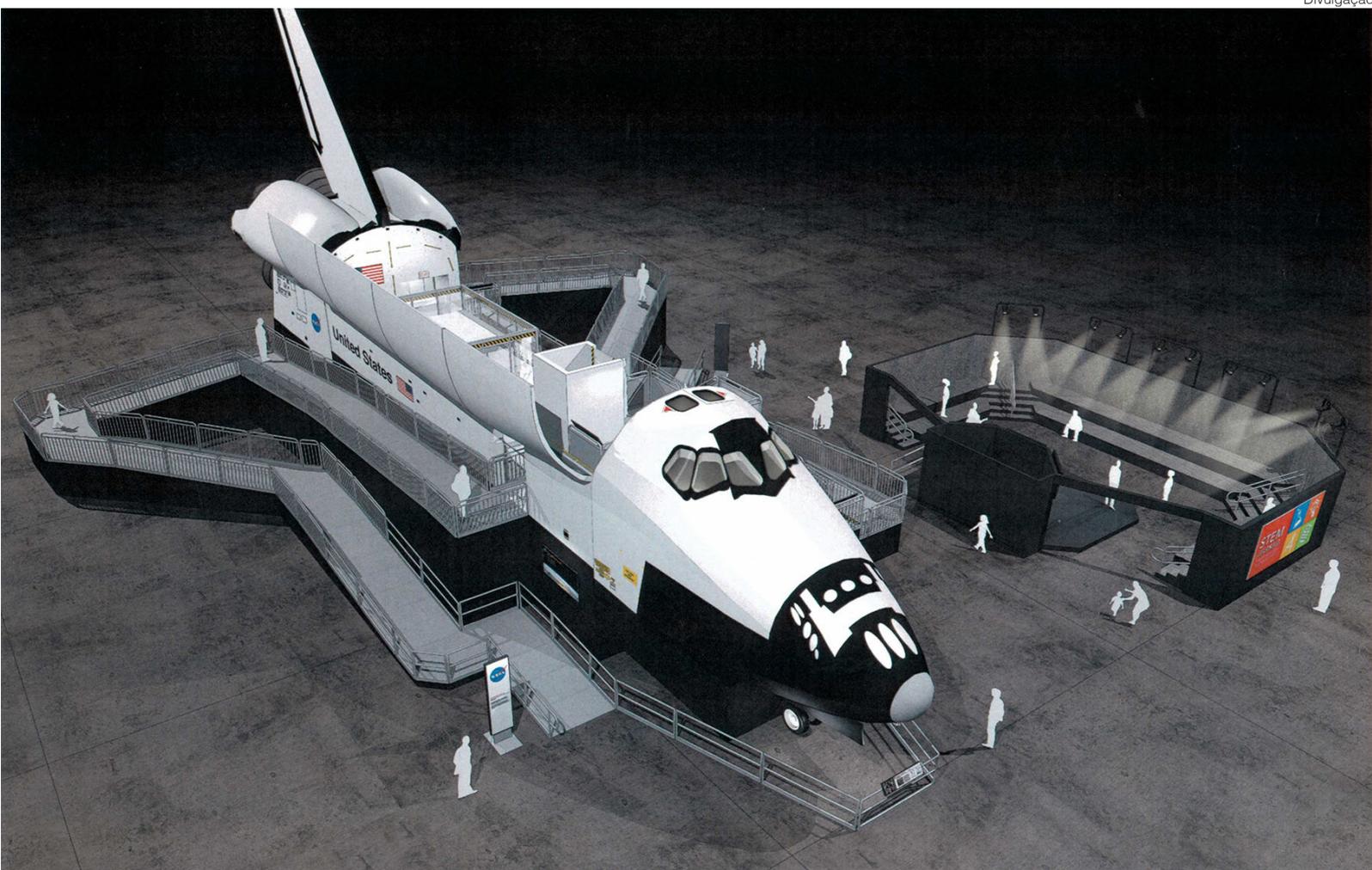
BIBLIOGRAFIA

Costa, C. A. da – O Cálculo Matemático na Engenharia: Sua Evolução e Instrumentos – Revista do Instituto Politécnico da Bahia – Ano 6 – Outubro de 2013

MAPLE - <http://www.maplesoft.com/products/Maple/professional/>

MATLAB - <http://www.mathworks.com/products/matlab/>

Silva, R. – Estudando Sinus e Sistemas com o Maple – Apostila – Escola Politécnica – UFBA – 2010



A representação gráfica na engenharia: sua evolução técnica

Caiuby Alves da Costa

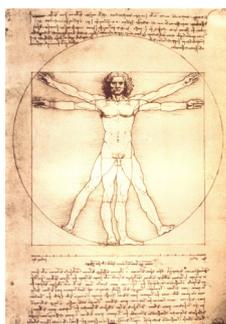
Resumo: Este artigo descreve a evolução da representação gráfica na engenharia e a evolução para realizá-la.

Palavras-chave: a representação gráfica na engenharia, evolução dos instrumentos de desenho, história da engenharia

Abstract: this article presents the engineering graphics representation evolution and the techniques used to do it

Keywords: engineering's graphics representation, history of engineering, evolution of instruments for engineering drawing.

A REPRESENTAÇÃO GRÁFICA



Representações gráficas de Leonardo da Vinci



O desenho próximo aos dos nossos dias aparecem em suportes como o papiro e o pergaminho e após o papel. Os instrumentos de escrita eram o caniço, as penas de pássaros, os pinceis no oriente e as pontas de metal entre os romanos. O lápis moderno data do final do século XVIII.

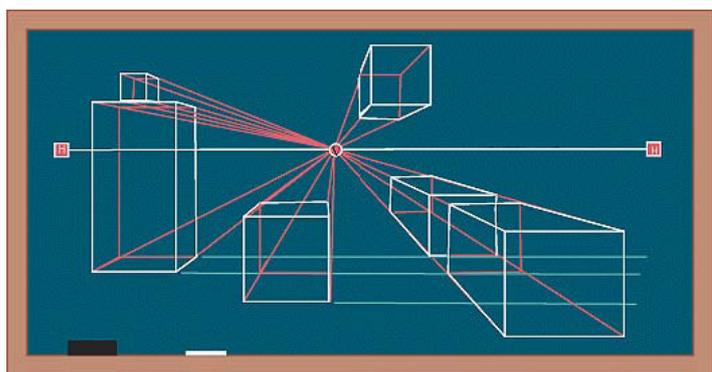
O primeiro desenho técnico é atribuído caldeu gravado numa prancha cerâmica, representando uma fortaleza no ano 4.000 AC e a primeira prova escrita, de sua utilização, deve-se a Vitruvius, 30 AC.

Uma grande mudança ocorreu nos anos 1400 com a utilização da perspectiva por Brunelleschi e Leonardo da Vinci. Este último, associou o interesse científico a arte usando perspectiva, desenho técnico e empregando as relações geométricas.

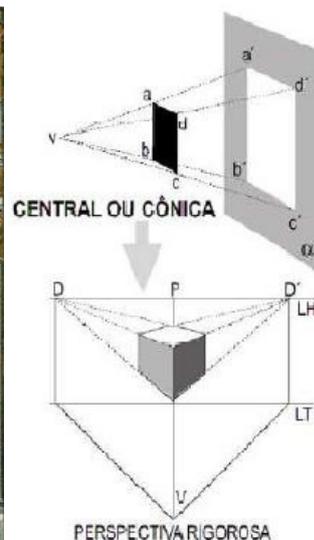
É na Renascença que os objetos começam a ter uma representação tridimensional, sendo um exemplo disso os trabalhos de Raphael Sanzio. A perspectiva, inicialmente, era a perspectiva cônica, também chamada de perspectiva linear. A ideia de Brunelleschi era que o pintor deveria adotar uma posição fixa, com relação aos objetos que iria reproduzir pois para criar geometricamente a ilusão de profundidade.

A Perspectiva Cônica

A perspectiva cônica mostra os objetos de maneira semelhante à forma como são vistos pelo olho humano, como apareceriam em uma fotografia.

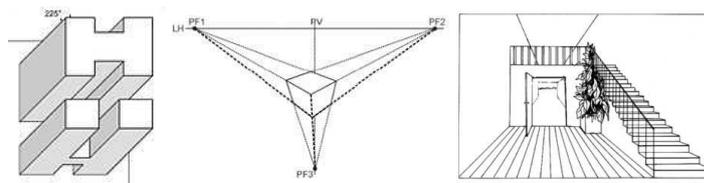


Imagens: projeção cônica, perspectógrafo



A Perspectiva Paralela

No desenho em perspectiva paralela, as linhas de fuga deslocam-se apenas para um ponto (PF). Pode-se trabalhar com 1, 2, 3 pontos de fuga.

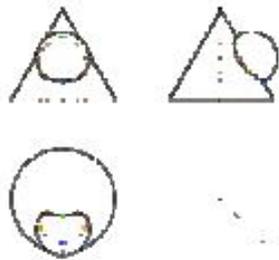


Fonte: Luís Canotilho – Wikipedia, Perspectiva Isométrica-Axonometria

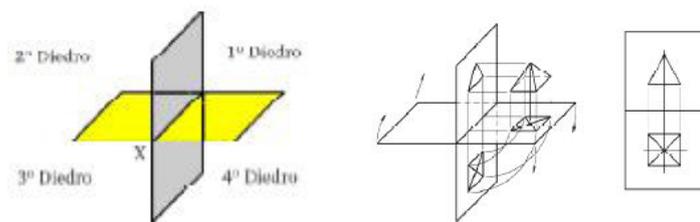
A Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva é um ramo da geometria, surgida no século XVIII, que tem como objetivo representar objetos de três dimensões em um plano bidimensional. Esse método foi desenvolvido por Gaspard Monge e teve grande impacto no desenvolvimento tecnológico desde sua sistematização. Percebida sua importância, a Geometria Descritiva foi tratada com atenção e considerada, no início, como segredo de Estado. A Geometria Descritiva utiliza-se da épura para representar objetos, a partir de observadores que se encontram situados no infinito (pontos impróprios), os quais determinam direções de retas projetantes. A épura de Monge é a planificação do que foi projetado ortogonalmente nos planos de projeção, também ortogonais entre si. A Linha de terra (LT) é a reta de interseção entre os planos de projeção propostos por Monge, chamados de Vertical (ou Frontal) e Horizontal, os quais dividem o espaço em quatro diedros ou quadrantes.

É uma ciência que estuda os métodos de representação gráfica das figuras espaciais sobre um plano. Resolve problemas como: construção de vistas, obtenção das verdadeiras grandezas de cada face do objeto através de métodos descritivos e também a construção de protótipos do objeto representado



Representação da intersecção de dois sólidos: Pirâmide – Esfera



Representação de uma Pirâmide

Desenho Técnico

Desenho técnico é um ramo especializado do desenho, caracterizado pela sua normalização e pela apropriação que faz dos seguintes conteúdos:

Geometria Descritiva: vistas ortogonais, cortes, seções, determinação de distâncias, áreas e planificação de sólidos.

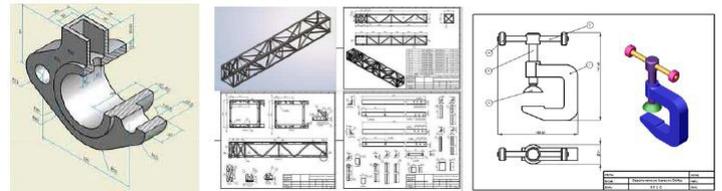
Perspectivas: métodos ilustrativos de representação do espaço e de objetos.

Perspectiva isométrica: método de representação paralela que se desenvolve a 30°, cujas medidas dos eixos principais permanecem inalteradas.

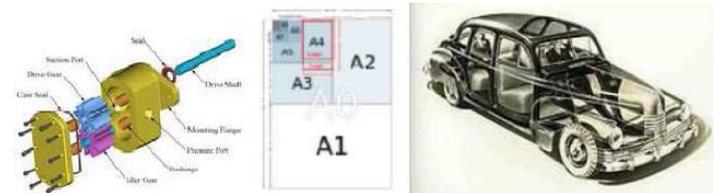
Perspectiva cavaleira: método paralelo mais comumente representado a 15, 30, 45 e 60 graus, que adota reduções para as diagonais da profundidade.

Perspectiva do arquiteto: método com dois pontos de fuga.

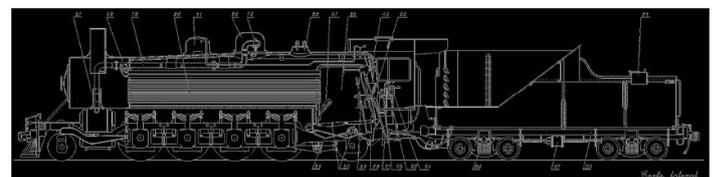
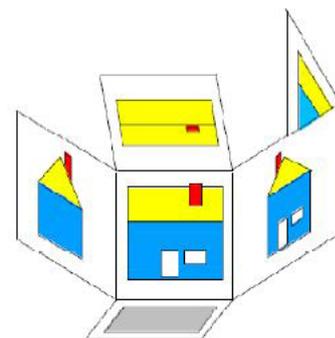
Desenho Geométrico: construções fundamentais e concordâncias.



Imagens de desenhos técnicos – Algumas Imagens



Vista explodida-bomba; Padrões dimensionais de papel; cortes de um carro



Corte e vista lateral de locomotiva

BIBLIOGRAFIA

Costa, C. A –Introdução à Engenharia Elétrica – Notas de Aula-Escola Politécnica - UFBA

Canotilho, L.M.L – Classificação das perspectivas

Wikipedia -Technical Drawing Tools

Wikipédia -A History of Compass and Triangle

Wikipedia - Perspective(graphical)



O IPB já deu início aos trabalhos de organização dos seguintes eventos para o próximo ano de 2014:

Evento 1: ENCONTRO LUSO BRASILEIRO DE DEGRADAÇÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, a ser realizado na cidade de Salvador – Bahia, no FIESTA CONVENTION CENTER, no período de 06 a 09 de agosto de 2014. Prof. Daniel Veras do DCTM da ESCOLA POLITÉCNICA. Para informações adicionais, acesse www.degrada2014.com.br

Evento 2: COMPÓSITOS c/ fibras [vegetais, químicas, etc], professor Dr. Ricardo Fernandes Carvalho, coordenador do Grupo de Pesquisa “Gestão e Produção Sustentável do Ambiente Construído” – GP Sustentável, da Universidade Federal da Bahia – UFBA. Os compósitos feitos com fibras naturais absorvem CO₂ da atmosfera, contribuindo com a preservação ambiental. “Uma alternativa, as fibras sintéticas, que consomem energia e liberam CO₂ na atmosfera”, explica Carvalho, “são ‘avançados’ porque a elaboração do produto é mais tecnológica, científica e avançada”, conclui. Os produtos resultantes da tecnologia verde avançada são viáveis economicamente e sustentáveis por gerarem menos impacto ambiental. Atualmente já estão em teste de uso, por exemplo, os compósitos de fibras de sisal para utilização em reservatórios de água e as fibras de piaçava para protótipos de componentes em distribuição elétrica de resistência.

Evento 3: “Nova Metodologia de ENSINO” com coordenação do Prof. Luis Carlos Campos da Pontifícia Universidade Católica – PUC.

Os modelos atuais de ensino e aprendizagem estão ficando ultrapassados, principalmente em razão do progresso da Tecnologia da Informação. O processo tradicional de formação de conhecimento baseia-se apenas na orientação cognitiva, com teoria e prática repassada por um professor, este como principal agente, interagindo de maneira ativa. Desta forma, o processo torna o estudante um agente passivo. Neste modelo não há incentivo, nem espaço, para desenvolver o auto-aprendizado. Problem Based Learning e Peer Instruction, são os novos modelos que estão revolucionando as Escolas em todo o mundo.

PARTICIPAÇÃO DO IPB EM EVENTOS



- **No dia** 6 de novembro de 2013 o IPB realizou Assembleia Geral Extraordinária, na qual foi aprovado o texto do novo Estatuto e foram eleitos os membros dos Conselhos Deliberativo e Fiscal para o biênio 2014-2015. Acima uma foto tirada durante a reunião.

- **O IPB** participou, em 17 de dezembro passado, do Simpósio “Integridade na Atividade Científica” promovido pela Academia de Ciências da Bahia – ACB, a convite do seu presidente Prof. Dr. Roberto Santos. O encontro contribuiu para dar continuidade a uma forte aliança entre o IPB e a ACB, em defesa da CIÊNCIA, TECNOLOGIA, e INOVAÇÃO, no nosso Estado. Na foto acima vemos o Professor Doutor Roberto Santos e membros da Diretoria do IPB no salão de eventos da FAPESB.

- **OS CONVÊNIOS** com a SICM, SEAGRI, EBDA e o breve lançamento de Edital de Gestão da Inovação pela FAPESB, que têm como foco a INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, objetivam levar Sistemáticas e Ferramentas de Gestão Estratégica da Inovação que mudem completamente a cultura de inovação das empresas existentes do Estado. EXCELENTES RESULTADOS vêm ocorrendo nos programas de incentivos às Empresas que buscam INOVAÇÕES na EUROPA, em decorrência de, além do apoio tradicional financeiro, as Instituições Governamentais estarem investindo também fortemente na elevação do nível de

maturidade em Gestão Estratégica nas Empresas. Isso tem gerado vantagens competitivas relevantes, através de Sistemáticas consagradas nas melhores Escolas de Negócio do mundo e adotadas por Empresas de classe mundial. Este movimento vem garantindo maior sucesso econômico e redução drástica dos riscos nos aportes de capitais das INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS do Governo e Privadas. O IPB/ESCOLA POLITÉCNICA/FEP irá se reunir em breve com o presidente da DESENBÁHIA, oferecendo o nosso apoio ao Programa de Incentivo à INOVAÇÃO denominado INOVACRED.



Politécnica