



Ofício nº 15/2014 – LACOI

Salvador, 20 de março de 2014.

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Criação e Inovação

Prezados,

Autorizo os docentes relacionados no Quadro 01, a submeter o **Tecnologias e métodos para gerenciamento da operação e manutenção de arenas multiuso** (aprovado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo processo nº 487829/2013-1, Chamada ME/CNPq N ° 091/2013 – Seleção pública de projetos de pesquisa científica, tecnológica e de inovação, voltados para o desenvolvimento do Esporte em suas diferentes dimensões) ao EDITAL PROPCI/UFBA 02-2014 – PIBITI e EDITAL PROPCI/UFBA 01-2014 – PIBIC e PIBIC-AF:

**Quadro 01: Subprojetos do projeto Arena e professores.**

Profª. Dr. Isabel Sartori
Prof. M.Sc. Marcio Andre Fernandes Martins
Prof. D.Sc. Marcelo Embirucu

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

Ricardo de Araújo Kalid

Professor Associado IV



Número do Processo: 487829/2013-1

Nome: Ricardo de Araujo Kalid

Data Envio: 04/11/2013 23:21:52

Setor: COENG/CGECT/DEHS

CA: 41

## IDENTIFICAÇÃO - PROJETO

## NÚMERO DO PROCESSO

487829/2013-1

## LINHA DE FOMENTO/CHAMADA

Chamada N ° 91/2013 ME/CNPq - Seleção pública de projetos de pesquisa científica, tecnológica e de inovação, voltados para o desenvolvimento do Esporte em suas diferentes dimensões. / Linha 5 - Equipamentos para Esporte e Lazer

## COMITÊ ASSESSOR

41 - PROGRAMA ESPECIAL DE EDUCACAO EM CIENCIA E TECNOLOGIA

## ÁREA DE CONHECIMENTO

Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção

## MODALIDADE CONTRATAÇÃO

Individual

## CA DE JULGAMENTO

41 - PROGRAMA ESPECIAL DE EDUCACAO EM CIENCIA E TECNOLOGIA

## DADOS DO SOLICITANTE

## PROPONENTE

[Ricardo de Araujo Kalid](#)

## CPF

297.221.365-34

## TITULAÇÃO MÁXIMA

Doutorado

## DATA DE NASCIMENTO

04/09/1964

## SEXO

Masculino

## E-MAIL

kalid@ufba.br

## END RESIDENCIAL

Rua Joaquim Calado, N. 160, Apto. 102 - Salvador BA

## TELEFONE RESIDENCIAL

71 - 30227423

## NACIONALIDADE

Brasileiro

## FAX

71 - 34830096

## INSTITUIÇÃO PROPONENTE

UFBA - Universidade Federal da Bahia (Rua Augusto Viana, s/n Salvador )

## ÁREA DE ATUAÇÃO DO PROPONENTE

- Engenharias/Petróleo e Petroquímica
- Engenharias/Balancos Globais de Matéria e Energia
- Engenharias/Reatores Químicos
- Engenharias/Processos Orgânicos
- Engenharias/Processos Inorgânicos
- Engenharias/Operações de Separação e Mistura

## INSTITUIÇÕES - PROJETO

## FUNÇÃO

Executora

## NOME

UFBA - Universidade Federal da Bahia

## DADOS GERAIS - PROJETO

## TÍTULO

Tecnologias e métodos para gerenciamento da operação e manutenção de arenas multiuso

## SIGLA

## DATA DE INÍCIO

05/12/2013

## DURAÇÃO

24 mês(es)

## TEMA:

Tema 18: Tecnologia em Controle e Gerenciamento de Instalações Esportivas

## PALAVRAS CHAVE

HOME PAGE  
DO PROJETO

tomada de decisão com incerteza; gestão da qualidade; análise da confiabilidade; arenas multiuso; gerenciamento de ativos; qualidade de informação;

## RESUMO

Com o objetivo de preparar o Brasil para realização de eventos esportivos de grande porte (megaeventos), tais como a Copa das Confederações em 2013, a Copa do Mundo FIFA em 2014 e as Olimpíadas de 2016, diversas ações têm sido pensadas e realizadas em nível federal, estadual e municipal visando à melhoria da infraestrutura e dos serviços a serem ofertados. Tais ações têm o intuito de receber com qualidade e atenção os turistas da Copa, promover a boa imagem do Brasil, no exterior e no próprio país, e transformar as conquistas em legado positivo para os brasileiros. Uma das principais ações é a melhoria das instalações desportivas e de competição do país. Neste sentido, os tradicionais estádios de futebol estão sendo reconstruídos ou substituídos por modernos estádios multifuncionais. Um estádio multifuncional, também chamado de arena multiuso ou apenas de arena, é um equipamento multiuso constituído de instalações para a realização tanto de eventos esportivos ligados ao futebol quanto de eventos esportivos ligados a outros esportes e outros eventos religiosos, de cultura e entretenimento (Bahia, 2010). As arenas devem ser projetadas e operadas no sentido de melhorar a sua utilização e viabilidade financeira. De acordo com FIFA (2011), a questão de viabilidade econômica tem também encorajado os proprietários de estádios a examinar a utilização não relacionada à função esportiva primária, de forma que o aumento de utilização e de espaço locável aumenta a autossustentabilidade e a viabilidade da instalação como um todo. Outro aspecto muito importante para a questão de viabilidade é a qualidade no gerenciamento da operação das Arenas em suas diferentes dimensões. No caso de adoção das PPP, a concessionária responsável deve prestar o serviço de gestão da operação e manutenção da Arena visando o oferecimento contínuo e adequado à sociedade e aos usuários, obedecendo ao padrão de qualidade e nível de utilização determinado em contrato específico, sendo que para o caso da Arena Fonte Nova é estabelecido por Bahia (2010). No entanto, o caráter recente da adoção das PPP no país faz com que sejam poucas as experiências em curso, justificando o estudo dos requisitos e indicadores do gerenciamento destas Arenas, bem como a compilação de dados e o estabelecimento de padrões de desempenho e confiabilidade para infraestrutura e funcionamento da Arena e as respectivas formas de medição, para que posteriormente seja possível estabelecer uma perspectiva comparada em relação a outras iniciativas similares no Brasil e no mundo. A análise de confiabilidade desempenha um papel crucial no contexto em questão, posto que a partir de seus resultados consegue-se ter uma ideia, ainda que aproximada, da disponibilidade, da manutenibilidade e do tempo de falha dos mecanismos de funcionamento (equipamentos, fontes de informação, fatores externos etc.) de processos produtivos e de serviços. O conhecimento desses indicadores permite a aplicação de uma política preventiva sobre os sistemas em análise, o que contribui significativamente para manter o controle de qualidade em níveis aceitáveis, ou mesmo melhorá-la continuamente. Não obstante, é impossível garantir que dados referentes a observações, informações ou estimativas, essenciais na análise de confiabilidade, sejam isentos de dúvidas (incertezas). Contudo, embora inevitável e indesejada, a incerteza associada a um dado não é um fator limitante para a obtenção de resultados confiáveis; sua caracterização é essencial para que tomadas de decisão sejam mais assertivas e seguras, preservando a qualidade dos processos, produtos e serviços provenientes de quaisquer atividades envolvidas numa indústria, prestadores de serviços e instituições de pesquisa e tecnologia. A utilidade potencial da análise de confiabilidade como ferramenta de manutenção da qualidade, e a necessidade de avaliar as incertezas associadas à análise de modo a balizar sistematicamente as tomadas de decisão, aliado à combinação dos temas serem ainda pouco explorada na literatura, fornecem a motivação e justificam a importância da proposição deste projeto. Dessa forma, o presente projeto visa desenvolver tecnologias e métodos para o gerenciamento de falhas na operação e na manutenção de Arenas multiuso durante eventos esportivos.

## OBJETIVO

Diante dos problemas apontados no âmbito da linha e tema de pesquisa em questão, o objetivo geral do presente projeto é desenvolver tecnologias e métodos para o gerenciamento de falhas na operação e na manutenção de arenas multiuso durante eventos esportivos. Para que seja alcançado o objetivo geral proposto são estabelecidos os objetivos específicos de (i) desenvolver uma plataforma integrada de gerenciamento de falhas; (ii) realizar desenvolvimentos teóricos em confiabilidade; e (iii) fazer a análise das falhas da Arena Fonte Nova. A plataforma tecnológica a ser desenvolvida tem como objetivo o gerenciamento integrado das falhas da Arena em suas diferentes dimensões (energia, acesso, segurança, comunicação, trânsito e outros), contemplando facilidades para a coleta de dados, as análises de confiabilidade, e a priorização e acompanhamento de ações corretivas. A contribuição para o desenvolvimento científico da área de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (RAMS - Reliability, Availability, Maintainability and Safety) será voltada aos estudos de avaliação de incerteza das análises de RAMS e na sua aplicação para o gerenciamento de falhas em mega-eventos e em instalações desportivas e de competição, mais precisamente jogos de futebol em Arenas. O estudo de caso das falhas da Arena Fonte Nova tem como propósito validar os desenvolvimentos tecnológicos e teóricos realizados e trazer melhorias para o gerenciamento da operação e da manutenção da Arena e para os usuários em geral. O estudo servirá como piloto para as demais arenas do país e até mesmo para os diversos estágios tradicionais de futebol.

## RELEVÂNCIA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E INOVADORA DO PROJETO



### RELEVÂNCIA

A proposta deste projeto visa uma lógica diferente da metodologia padrão para a análise de confiabilidade e manutenibilidade. Conforme apresentado em uma seção anterior, as fontes de incerteza das informações e dos parâmetros dos modelos são características explicitamente consideradas na formulação do método proposto, o que revela sua relevância científica frente às existentes atualmente, as quais, via de regra, não as consideram nas suas formulações. Na verdade, até o conhecimento da equipe do projeto, nenhum trabalho documentado na literatura da área tem tratado essa questão. Considerar as incertezas das fontes de informação utilizadas na análise de confiabilidade fornece uma solução robusta e sistemática, pois através de sua implementação é possível: (i) ter a dimensão da região

de confiança que está associada aos parâmetros estimados das distribuições de probabilidade; (ii) prever os possíveis valores que podem ser atribuídos às estimativas dos indicadores (resultados) da análise de confiabilidade e manutenibilidade. Essas características viabilizam tomadas de decisão mais assertivas e consistentes, principalmente aquelas voltadas à previsibilidade de falhas dos sistemas e à proposição de melhorias. Em suma, este projeto corrobora sistematicamente na busca do objetivo estratégico de qualquer prestador de serviços e desenvolvedores de produtos e processos, a saber: segurança, manutenção e gestão da qualidade.

#### POTENCIAL DE INOVAÇÃO

Um dos objetivos específicos do presente projeto é desenvolver uma plataforma tecnológica para auxiliar o gerenciamento integrado das falhas da Arena em suas diferentes dimensões (energia, acesso, segurança, comunicação, trânsito e outros), contemplando ferramentas computacionais para a coleta de dados, as análises de confiabilidade, e a priorização e acompanhamento de ações corretivas. A princípio, a plataforma será aplicada no estudo de caso da Arena Fonte Nova mas ela será desenvolvida de forma a possibilitar o seu uso em diversas arenas multiuso e, com pequenas adequações, em estádios tradicionais de futebol. Será solicitado o registro junto ao INPI das ferramentas computacionais desenvolvidas e das novas versões dos softwares qReliability e OCLDsim que serão lançadas com a execução do projeto.

#### ETAPAS / ATIVIDADES

DESCRIÇÃO	INICIO	PRAZO PREVISTO	CONCLUSÃO
Revisão bibliográfica e levantamento de informações técnicas disponíveis	1º Mês	6 Meses	6º Mês
Atualização bibliográfica	12º Mês	7 Meses	18º Mês
Desenvolvimentos científicos	1º Mês	12 Meses	12º Mês
Desenvolvimentos tecnológicos	6º Mês	7 Meses	12º Mês
Aplicação e análise do estudo de caso	18º Mês	7 Meses	24º Mês
Elaboração de relatório parcial	11º Mês	1 Mês	11º Mês
Elaboração de relatório final	23º Mês	1 Mês	23º Mês
Elaboração de artigos	6º Mês	19 Meses	24º Mês

#### ÁREAS DO CONHECIMENTO - PROJETO

Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção

#### DOCUMENTOS A NEXOS

[Projeto de Pesquisa](#)

#### EQUIPE - PROJETO

NOME	FUNÇÃO NO PROJETO	TITULAÇÃO MÁXIMA	ÁREAS DE ATUAÇÃO	
<a href="#">Márcio André Fernandes Martins</a>	Pesquisador	Mestrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciências Exatas e da Terra/Probabilidade e Estatística</li> <li>- Engenharias/Otimização de Processos Químicos</li> <li>- Engenharias/Controle Preditivo de Processos Químicos</li> </ul>	
CPF	DATA DE NASCIMENTO	PAÍS DE NASCIMENTO	EMAIL	NACIONALIDADE
834.051.515-20	18/07/1984	Brasil	marciomartins@ufba.br	Brasileiro
NOME	FUNÇÃO NO PROJETO	TITULAÇÃO MÁXIMA	ÁREAS DE ATUAÇÃO	
<a href="#">Marcelo Embirucu de Souza</a>	Pesquisador	Doutorado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engenharias/Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção</li> <li>- Engenharias/Processos Industriais de Engenharia Química</li> <li>- Engenharias/Polímeros</li> <li>- Engenharias/Eletrônica Industrial, Sistemas e Controles Eletrônicos</li> <li>- Engenharias/Petróleo e Petroquímica</li> </ul>	

- Engenharias/Operações Industriais e Equipamentos para Engenharia Química

CPF	DATA DE NASCIMENTO	PAÍS DE NASCIMENTO	EMAIL	NACIONALIDADE
405.865.965-34	23/06/1968	Brasil	embirucu@ufba.br	Brasileiro

NOME	FUNÇÃO NO PROJETO	TITULAÇÃO MÁXIMA	ÁREAS DE ATUAÇÃO
<a href="#">Isabel Sartori</a>	Pesquisador	Doutorado	- Engenharias/Inovação - Engenharias/Confiabilidade - Engenharias/Deteccão, Diagnóstico e Correção de Falhas - Engenharias/Inteligência Artificial

CPF	DATA DE NASCIMENTO	PAÍS DE NASCIMENTO	EMAIL	NACIONALIDADE
818.056.325-15	09/11/1983	Brasil	sartori@ufba.br	Brasileiro

NOME	FUNÇÃO NO PROJETO	TITULAÇÃO MÁXIMA	ÁREAS DE ATUAÇÃO
<a href="#">Ricardo de Araujo Kalid</a>	Coordenador	Doutorado	- Engenharias/Petróleo e Petroquímica - Engenharias/Balancos Globais de Matéria e Energia - Engenharias/Reatores Químicos - Engenharias/Processos Orgânicos - Engenharias/Processos Inorgânicos - Engenharias/Operações de Separação e Mistura

CPF	DATA DE NASCIMENTO	PAÍS DE NASCIMENTO	EMAIL	NACIONALIDADE
297.221.365-34	04/09/1964	Brasil	kalid@ufba.br	Brasileiro

#### CUSTEIO CAPITAL

##### SOLICITADO AO CNPQ

ITEM DE DISPÊNDIO	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL
Serviços de Terceiros (Total)		R\$ 23.040,00
Material de consumo		R\$ 11.180,00
Material Bibliográfico		R\$ 0,00
Passagens	Participar de reuniões estratégicas.	R\$ 3.160,00
Equipamentos e Material permanente	Complementar infraestrutura para o trabalho de bolsistas do projeto.	R\$ 26.000,00
Despesas acessórias		R\$ 0,00
Diárias	Participar de reuniões estratégicas.	R\$ 1.600,00

#### RECURSOS BOLSAS

##### SOLICITADO AO CNPQ

ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
DTI-B	05/12/2013	2	R\$ 144.000,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
TIPO	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Mensalidade	24	R\$ 3.000,00	R\$ 72.000,00

ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
EXP - A	05/12/2013	1	R\$ 36.000,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	9	R\$ 4.000,00	R\$ 36.000,00
ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
EXP - C	05/12/2013	1	R\$ 26.400,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	24	R\$ 1.100,00	R\$ 26.400,00
ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
DTI-C	05/12/2013	1	R\$ 19.800,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	18	R\$ 1.100,00	R\$ 19.800,00
ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
ITI A	05/12/2013	4	R\$ 38.400,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	24	R\$ 400,00	R\$ 9.600,00
ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
DTI-C	05/12/2013	1	R\$ 17.600,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	18	R\$ 1.100,00	R\$ 19.800,00
ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
EXP - B	05/12/2013	1	R\$ 48.000,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	16	R\$ 3.000,00	R\$ 48.000,00
ITEM DE DISPÊNDIO	DATA DA IMPLANTAÇÃO	QUANTIDADE DE RECURSOS	VALOR TOTAL
ITI A	05/12/2013	1	R\$ 4.800,00
<b>BENEFÍCIOS</b>			
<b>TIPO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Mensalidade	12	R\$ 400,00	R\$ 4.800,00

#### QUADRO GERAL DE ORÇAMENTO

ITEM DE DISPÊNDIO	SOLICITADO AO CNPq		*TOTAL (R\$)
	US\$	R\$	
Material Bibliográfico	0,00	0,00	0,00
Equipamentos e Material permanente	0,00	26.000,00	26.000,00
<b>Total capital</b>	<b>0,00</b>	<b>26.000,00</b>	<b>26.000,00</b>
<b>Serviços de Terceiros (Total)</b>	<b>0,00</b>	<b>23.040,00</b>	<b>23.040,00</b>
Material de consumo	0,00	11.180,00	11.180,00
Passagens	0,00	3.160,00	3.160,00
Despesas acessórias	0,00	0,00	0,00

Diárias	0,00	1.600,00	1.600,00
<b>Total custeio</b>	<b>0,00</b>	<b>38.980,00</b>	<b>38.980,00</b>
DTI-B	0,00	144.000,00	144.000,00
EXP - A	0,00	36.000,00	36.000,00
EXP - C	0,00	26.400,00	26.400,00
DTI-C	0,00	19.800,00	19.800,00
ITI A	0,00	38.400,00	38.400,00
DTI-C	0,00	17.600,00	17.600,00
EXP - B	0,00	48.000,00	48.000,00
ITI A	0,00	4.800,00	4.800,00
<b>Total bolsa</b>	<b>0,00</b>	<b>335.000,00</b>	<b>335.000,00</b>
<b>Total Solicitado ao CNPq (Capital + Custeio + Bolsa)</b>	<b>0,00</b>	<b>399.980,00</b>	<b>399.980,00</b>

TOTAL GERAL			
ITEM DE DISPÊNDIO	US\$	R\$	*TOTAL (R\$)
Total	0,00	399.980,00	399.980,00
<i>*VALOR DO DÓLAR DE REFERÊNCIA: R\$ 2.3248</i>			

## DECLARAÇÃO



O solicitante declara formalmente que: a) tem pleno conhecimento da chamada em que eventualmente se baseia esta solicitação bem como das regras e normas do CNPq relacionadas à modalidade de auxílio pleiteada (<http://www.cnpq.br/web/quest/bolsas-e-auxilios;jsessionid=05ABD81E22379D79780200AB8A5C6E08>); b) tem garantias da instituição sede do projeto de que disporá de condições básicas operacionais para a execução do objeto da solicitação; c) tem conhecimento de que deverá prestar contas dos recursos obtidos dentro dos prazos e normas do CNPq; d) declara que, sendo o caso, deu conhecimento a todos os membros listados nesta solicitação dos termos da presente declaração e que dispõe da concordância formal deles; e) que seu currículo Lattes está atualizado; f) responde pela veracidade de todas as informações contidas na presente solicitação e no seu currículo Lattes.

(Declaração feita em observância aos artigos 297-299 do [Código Penal Brasileiro](#)).

NOME

CPF

[Ricardo de Araujo Kalid](#)

297.221.365-34

Declaração registrada eletronicamente através da internet junto ao CNPq, mediante uso de senha pessoal do solicitante em 04/11/2013 23:21:52, sob o número de protocolo 4961287159881630

# TECNOLOGIAS E MÉTODOS PARA GERENCIAMENTO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ARENAS MULTIUSO

## Projeto de Pesquisa

### 1 - Dados Gerais do Projeto

<b>Título do Projeto:</b>	Tecnologias e métodos para gerenciamento da operação e manutenção de arenas multiuso
<b>Linha:</b>	Equipamentos para Esporte e Lazer (Linha 5)
<b>Tema:</b>	Tecnologia em Controle e Gerenciamento de Instalações Esportivas (Tema 18)
<b>Nome do Coordenador do Projeto:</b>	Prof. D.Sc. Ricardo de Araújo Kalid
<b>Titulação Máxima do Coordenador do Projeto:</b>	Doutorado
<b>Instituição de Execução do Projeto:</b>	Universidade Federal da Bahia (UFBA)
<b>Instituições Colaboradoras do Projeto:</b>	Secretaria Estadual para Assuntos da Copa FIFA 2014 (SECOPA-BA)

### 2 - Descrição do Projeto

#### a) Principal problema abordado no âmbito da linha e tema escolhidos nesta proposta

Com o objetivo de preparar o Brasil para realização de eventos esportivos de grande porte (megaeventos), tais como a Copa das Confederações em 2013, a Copa do Mundo FIFA em 2014 e as Olimpíadas de 2016, diversas ações têm sido pensadas e realizadas em nível federal, estadual e municipal visando à melhoria da infraestrutura e dos serviços a serem ofertados. Tais ações têm o intuito de receber com qualidade e atenção os turistas da Copa, promover a boa imagem do Brasil, no exterior e no próprio país, e transformar as conquistas em legado positivo para os brasileiros. Uma das principais ações é a melhoria das instalações desportivas e de competição do país. Neste



sentido, os tradicionais estádios de futebol estão sendo reconstruídos ou substituídos por modernos estádios multifuncionais.

Um estádio multifuncional, também chamado de arena multiuso ou apenas de arena, é um equipamento multiuso constituído de instalações para a realização tanto de eventos esportivos ligados ao futebol quanto de eventos esportivos ligados a outros esportes e outros eventos religiosos, de cultura e entretenimento (Bahia, 2010).

Na Bahia, o Estádio de Futebol Octávio Mangabeira inaugurado em 28 de janeiro de 1951 e localizado na capital baiana (Salvador-BA), também chamado de Estádio da Fonte Nova, foi convertido em arena multiuso através de obras de reconstrução por meio de uma Parceria-Público Privada (PPP) entre o Governo do Estado da Bahia e a Fonte Nova Negócios e Participações (FNP), concessionária formada pelas empresas Odebrecht Participações e Investimentos e OAS (Bahia, 2011). A antiga Fonte Nova encerrou suas atividades em novembro de 2007, logo após um trágico acidente em fins de 2006 que culminou em sua interdição. Após a demolição e reconstrução do estádio, a nova Arena Fonte Nova foi inaugurada no início do ano de 2013. O novo projeto arquitetônico do estádio prevê capacidade para 50 mil pessoas em assentos cobertos, 90 camarotes, restaurantes panorâmicos e duas mil vagas de estacionamento com um custo de R\$ 591,7 milhões, considerando a data-base de janeiro 2010, quando foi assinado o contrato de PPP. O período de concessão para a FNP explorar a Arena Fonte Nova é de 35 anos, sendo que neste período a concessionária fica responsável pela gestão da operação e manutenção da infraestrutura da Arena.

As arenas devem ser projetadas e operadas no sentido de melhorar a sua utilização e viabilidade financeira. De acordo com FIFA (2011), a questão de viabilidade econômica tem também encorajado os proprietários de estádios a examinar a utilização não relacionada à função esportiva primária, de forma que o aumento de utilização e de espaço locável aumenta a autossustentabilidade e a viabilidade da instalação como um todo. Outro aspecto muito importante para a questão de viabilidade é a qualidade no gerenciamento da operação das Arenas em suas diferentes dimensões. Em relação às ferramentas tecnológicas disponíveis no mercado que auxiliam o gerenciamento de instalações esportivas, em geral, podem ser evidenciadas as seguintes problemáticas:

- Custo de aquisição e manutenção (a maioria consiste em ferramentas importadas com alto custo de adaptação para a realidade local);
- Dificuldade e custo de utilização (alto custo de capacitação, coleta de dados e análise dos resultados, já que possuem interface voltada apenas para profissionais especializados);
- Falta de integração entre os sistemas de gestão com dimensões diversas (energia, acesso, segurança, comunicação, trânsito e outros);
- Falta de transparência e participação da população em geral.

No caso de adoção das PPP, a concessionária responsável deve prestar o serviço de gestão da operação e manutenção da Arena visando o oferecimento contínuo e adequado à sociedade e aos

usuários, obedecendo ao padrão de qualidade e nível de utilização determinado em contrato específico, sendo que para o caso da Arena Fonte Nova é estabelecido por Bahia (2010). No entanto, o caráter recente da adoção das PPP no país faz com que sejam poucas as experiências em curso, justificando o estudo dos requisitos e indicadores do gerenciamento destas Arenas, bem como a compilação de dados e o estabelecimento de padrões de desempenho e confiabilidade para infraestrutura e funcionamento da Arena e as respectivas formas de medição, para que posteriormente seja possível estabelecer uma perspectiva comparada em relação a outras iniciativas similares no Brasil e no mundo.

O gerenciamento das Arenas deve ainda estar em concordância com as especificações técnicas exigidas para que um estádio possa sediar as partidas da Copa do Mundo, que são definidas no Caderno de Encargos da FIFA (FIFA, 2011). Um gerenciamento adequado auxilia na sustentabilidade dos eventos esportivos, sugerindo quando necessárias modificações para melhoria dos resultados e adequação de procedimentos às normas de conformidade internacional.

Os megaeventos esportivos têm potencial para alcançar resultados socioeconômicos, que reforçam a cultura local, em decorrência do bom resultado dos serviços e agregando valor à imagem da cidade, das pessoas, e dos respectivos serviços prestados. De forma mais específica, com o gerenciamento da Arena adequado aos padrões de competições internacionais, espera-se que os indicadores de qualidade estabelecidos durante estes eventos possam ser seguidos posteriormente, trazendo benefícios duradouros para os usuários da Arena e para a população em geral.

A análise de confiabilidade desempenha um papel crucial no contexto em questão, posto que a partir de seus resultados consegue-se ter uma ideia, ainda que aproximada, da disponibilidade, da manutenibilidade e do tempo de falha dos mecanismos de funcionamento (equipamentos, fontes de informação, fatores externos etc.) de processos produtivos e de serviços. O conhecimento desses indicadores permite a aplicação de uma política preventiva sobre os sistemas em análise, o que contribui significativamente para manter o controle de qualidade em níveis aceitáveis, ou mesmo melhorá-la continuamente.

Não obstante, é impossível garantir que dados referentes a observações, informações ou estimativas, essenciais na análise de confiabilidade, sejam isentos de dúvidas (incertezas). Isto é, para obter um dado qualquer com essa característica seria necessário que, no mínimo, (i) os sistemas de medição fossem sempre precisos e estáveis; (ii) as fontes de informações fossem confiáveis; (iii) os modelos utilizados fossem exatos - ou seja, a forma e seus parâmetros são perfeitamente conhecidos. Sob um viés prático, não se pode assegurar que ao menos uma das condições citadas possa ocorrer isoladamente, quanto mais a ocorrência concomitante das mesmas. Ainda assim, embora inevitável e indesejada, a incerteza associada a um dado não é um fator limitante para a obtenção de resultados confiáveis; sua caracterização, ao contrário do que se imagina por um senso comum, é essencial para que tomadas de decisão sejam mais assertivas e

seguras, preservando a qualidade dos processos, produtos e serviços provenientes de quaisquer atividades envolvidas numa indústria, prestadores de serviços e instituições de pesquisa e tecnologia.

A utilidade potencial da análise de confiabilidade como ferramenta de manutenção da qualidade, e a necessidade de avaliar as incertezas associadas à análise de modo a balizar sistematicamente as tomadas de decisão, aliado à combinação dos temas serem ainda pouco explorada na literatura, fornecem a motivação e justificam a importância da proposição deste projeto.

## **b) Objetivos**

Diante dos problemas apontados no âmbito da linha e tema de pesquisa em questão, o objetivo geral do presente projeto é desenvolver tecnologias e métodos para o gerenciamento de falhas na operação e na manutenção de arenas multiuso durante eventos esportivos. Para que seja alcançado o objetivo geral proposto são estabelecidos os objetivos específicos de (i) desenvolver uma plataforma integrada de gerenciamento de falhas; (ii) realizar desenvolvimentos teóricos em confiabilidade; e (iii) fazer a análise das falhas da Arena Fonte Nova.

A plataforma tecnológica a ser desenvolvida tem como objetivo o gerenciamento integrado das falhas da Arena em suas diferentes dimensões (energia, acesso, segurança, comunicação, trânsito e outros), contemplando facilidades para a coleta de dados, as análises de confiabilidade, e a priorização e acompanhamento de ações corretivas.

A contribuição para o desenvolvimento científico da área de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (RAMS - *Reliability, Availability, Maintainability and Safety*) será voltada aos estudos de avaliação de incerteza das análises de RAMS e na sua aplicação para o gerenciamento de falhas em mega-eventos e em instalações desportivas e de competição, mais precisamente jogos de futebol em Arenas.

O estudo de caso das falhas da Arena Fonte Nova tem como propósito validar os desenvolvimentos tecnológicos e teóricos realizados e trazer melhorias para o gerenciamento da operação e da manutenção da Arena e para os usuários em geral. O estudo servirá como piloto para as demais arenas do país e até mesmo para os diversos estágios tradicionais de futebol.

## **c) Metas e resultados esperados**

No intuito de atingir os objetivos específicos do projeto, foram estabelecidas diversas metas as quais estão correlacionados abaixo de acordo com os seguintes tipos de metas: Coletas de dados de

falhas de arenas; Análises de RAMS de arenas; Avaliação de incerteza dos estudos de RAMS; Priorização e acompanhamento de ações corretivas; e Metas e resultados gerais.

#### **- Coletas de dados de falhas de Arenas**

- Analisar as especificações técnicas exigidas pela FIFA para que um estádio possa sediar as partidas da Copa do Mundo;
- Analisar os requisitos de qualidade para operação e manutenção de arenas multiuso estabelecidos no contrato de concessão da Arena Fonte Nova;
- Analisar das normas estabelecidas pelas Competições Nacionais de Futebol e no Estatuto do Torcedor para a realização dos jogos;
- Estudar os documentos relacionados à construção, operação e manutenção de arenas multiuso, em particular da Arena Fonte Nova;
- Definir o conceito de falhas de operação e de manutenção de arenas multiuso;
- Definir os modos de falha de arenas multiuso e criar a estrutura da árvore de falhas;
- Desenvolver um procedimento para coleta presencial de dados de falha de arenas multiuso durante a ocorrência de eventos esportivos;
- Cadastrar e dar suporte aos usuários da ferramenta de coleta de dados de falha;
- Coletar dados de falha de arenas multiuso durante a ocorrência de eventos esportivos;
- Classificar as falhas coletadas;
- Analisar estatisticamente o perfil dos usuários da ferramenta de coleta de dados de falha da Arena Fonte Nova.

#### **- Análises de RAMS de Arenas**

- Estudar a bibliografia de análise de RAMS voltada para a operação e manutenção de empreendimentos esportivos, em particular de arenas multiuso;
- Estabelecer considerações para a realização de estudos de RAMS da operação e manutenção de empreendimentos esportivos;
- Modificar os programas computacionais qReliability e OCLDsim, que já foram desenvolvidos em outro projeto, para contemplar as considerações estabelecidas para realização de estudos de RAMS em arenas multiuso;
- Realizar estudos paramétricos de RAMS da Arena Fonte Nova;
- Acompanhar os indicadores de RAMS levantados para verificar sinais que indicam mudança de desempenho da qualidade dos serviços oferecidos na Arena Fonte Nova e no seu entorno.
- Identificar problemas e propor melhorias para a operação e manutenção da Arena Fonte Nova.

#### **- Avaliação de incerteza dos estudos de RAMS**

- Definir as fontes de incerteza que usualmente estão relacionadas aos dados a serem utilizados, os quais incluem: fontes de informação e observação;
- Elaborar um escala de qualidade de informação que abranja todas as fontes de incerteza definidas;
- Propor uma métrica que relacione a qualidade de informação com a incerteza associada;
- Testar diferentes métodos para avaliar a matriz de covariância dos parâmetros associados às possíveis distribuições que modelam os dados de falha;
- Avaliar a incerteza dos indicadores de confiabilidade através de métodos não lineares: propagação de funções de densidade de probabilidade (melhores estimativas e seus intervalos de abrangência).

#### **- Priorização e acompanhamento de ações corretivas**

- Disponibilizar um estudo estatístico sobre as ocorrências de falhas registradas;
- Elencar prioritariamente agentes responsáveis pelas ações corretivas do sistema em análise;
- Desenvolver um sistema de acompanhamento que permita a visualização do status da ocorrência, a ser monitorado pela organização do evento e o pessoal encarregado pelos ativos.

#### **- Resultados gerais esperados**

Com a execução do projeto, de forma geral, são esperados os seguintes resultados:

- Qualificação dos professores, pesquisadores e alunos envolvidos em: Tecnologia em Controle e Gerenciamento de Instalações Esportivas; RAMS; e avaliação de incerteza;
- Criação de linha voltada ao desenvolvimento do esporte nos grupos de pesquisa participantes do projeto;
- Contribuição para o avanço científico, tecnológico e de inovação do Esporte nacional;
- Aumento da transparência da COPA 2014 de acordo com os princípios de transparência regidos pela Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011;
- Difusão das especificações técnicas exigidas pela FIFA para que um estádio possa sediar as partidas da Copa do Mundo;
- Difusão dos requisitos de qualidade para operação e manutenção de arenas multiuso estabelecidos no contrato de concessão da Arena Fonte Nova;
- Difusão das normas estabelecidas pelas Competições Nacionais de Futebol e no Estatuto do Torcedor para a realização dos jogos;
- Desenvolvimento de um senso crítico na população em relação à qualidade dos serviços

prestados na Arena Fonte Nova e no seu entorno;

- Incentivo à contribuição da população na fiscalização da operação e manutenção da Arena Fonte Nova;
- Melhoria da segurança e da qualidade dos serviços oferecidos na Arena Fonte Nova e no seu entorno;
- Diminuição da frequência de acontecimento de eventos negativamente impactantes à imagem da cidade e da população e aumento da agilidade de solução no caso de ocorrência destes;
- Diminuição das perdas e dos custos de operação e manutenção da Arena Fonte Nova;
- Facilitação do gerenciamento de arenas multiuso;
- Facilitação do treinamento de funcionários e colaboradores das arenas multiuso;
- Melhoria dos indicadores de RAMS da Arena Fonte Nova;
- Extensão dos resultados para outras arenas, para estádios tradicionais de futebol, para outras instalações esportivas e para a população de outros estados mediante realização de outras edições do projeto.

#### **d) Metodologia**

Os objetivos específicos traçados devem ser alcançados através da consecução de etapas de desenvolvimento bem concatenadas para todos os tipos de metas estabelecidas anteriormente, como descrito a seguir:

##### **- Revisão bibliográfica e levantamento de informações técnicas disponíveis**

A revisão bibliográfica para o presente projeto buscará embasar todo o desenvolvimento teórico proposto e identificar a existência de estudos semelhantes, através de artigos científicos e de material veiculado nos meios de comunicação. Serão feitas atualizações durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa para que seja possível acompanhar o estado da arte.

As informações técnicas disponíveis da Arena serão levantadas e estudadas com o objetivo de estabelecer os critérios e requisitos da plataforma de coleta de dados e gerenciamento de falhas. As informações necessárias serão levantadas nos documentos que estabelecem os requisitos da FIFA, no contrato de concessão administrativa, nos procedimentos de operação, em reuniões com responsáveis, nas visitas à Arena e no histórico de falhas de funcionamento da Arena.

### **- Desenvolvimentos científicos**

Para alcançar os objetivos definidos neste projeto serão realizados desenvolvimentos teóricos em RAMS, avaliação da incerteza e qualidade da informação, visando sua adaptação para aplicação em megaeventos esportivos.

### **- Desenvolvimentos tecnológicos**

A plataforma a ser desenvolvida será composta por ferramentas computacionais ligadas a cada um dos tipos de meta propostos (coleta de dados, confiabilidade, avaliação da incerteza, qualidade da informação, gerenciamento de falhas).

Inicialmente será realizada a especificação de cada uma das ferramentas, a partir do detalhamento dos tipos de variáveis envolvidas, do banco de dados, das máquinas de cálculos necessárias, além das interfaces do sistema. O aperfeiçoamento das ferramentas já existentes será realizado com base nos avanços mais recentes disponíveis na literatura técnica e científica.

### **- Aplicação e análise do estudo de caso**

As ferramentas computacionais citadas serão aplicadas no gerenciamento de falhas de funcionamento da Arena Fonte Nova. Dados de falha serão coletados e depois de analisados fornecerão um panorama das principais ocorrências de falha. Através do módulo de gerenciamento serão definidas prioridades e responsabilidades das ações corretivas.

O acompanhamento da resolução das ocorrências e a análise dos impactos na satisfação dos usuários da Arena ajudarão a construir um diagnóstico atual da operação e manutenção da Arena.

### **- Elaboração de relatórios e difusão dos resultados**

Deverá ser elaborado um relatório técnico parcial interno com a finalidade de acompanhar as atividades desenvolvidas e servir de base para o relatório final. O relatório técnico final deverá conter o detalhamento de todas as atividades desenvolvidas durante a execução do projeto e o registro de todas as ocorrências que afetarem o seu desenvolvimento. Além disso, será apresentado um diagnóstico da situação atual do funcionamento da Arena, revelando os principais problemas de causa/raiz, assim como recomendações para melhoria da disponibilidade dos serviços.

A difusão dos resultados ocorrerá através de publicações, participação em eventos, realização de palestras e, principalmente, através da página web da própria plataforma.

De forma complementar, podem ser especificados detalhes do desenvolvimento particular de cada tipo de metas estabelecido, tais como descrito a seguir.

## - Coleta de dados de falha

Seguindo procedimentos padrão da literatura da área, uma das primeiras atividades relacionadas a coleta de dados de falha é a proposição das definições dos modos de falha e a criação de um banco de dados de falhas do sistema a ser analisado. Nesse sentido, uma das metas do projeto é desenvolver uma ferramenta computacional online, site ou aplicativo (*app*), em que uma das suas finalidades seja habilitar o usuário a registrar ocorrências de falhas e, em seguida, esses dados são cadastrados no banco de dados criado para tal fim.

Um dos desenvolvimentos previstos neste tema é a atribuição de uma qualidade de informação (QI) às informações obtidas (dados coletados) tomando como base alguns critérios peculiares à caracterização das fontes de incerteza, por exemplo, vínculo do usuário com o evento realizado, comprovação da ocorrência, checagem de redundância do tipo de informação, dentre outros. Diferente das metodologias documentadas na literatura sobre análise de confiabilidade, a proposta aqui é caracterizar a incerteza associada às fontes de informação de modo que a escolha da distribuição que modela os dados de confiabilidade seja mais adequada, consistente e robusta. A base teórica dessa etapa centra-se sobre a estatística bayesiana, cujos resultados práticos já vêm sendo obtidos em trabalhos desenvolvidos por parte da equipe do projeto, por exemplo, (Martins *et al.*, 2010; Oliveira-Esquerre *et al.*, 2011).

## - Análises de confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (RAMS)

Tipicamente o estudo da confiabilidade pode ser realizado pela análise não paramétrica ou análise paramétrica. Em ambas, o diagnóstico resultante está centrado em indicadores de confiabilidade, quais sejam: tempo médio para falha ou MTTF (da sigla em inglês, *Mean Time To Failure*), tempo médio para reparo (MTTR, *Mean Time To Repair*), tempo médio entre falhas (MTBF, *Mean Time Between Failures*), tempo fora de operação ou mais conhecido como *downtime*, e disponibilidade média percentual ou *uptime*. Uma vez que a análise paramétrica envolve a modelagem de dados, ela é mais geral do que a correspondente não paramétrica, sendo o objeto de estudo do presente projeto. Em linhas gerais, a gênese da análise paramétrica consiste no estudo de uma série de distribuições de probabilidade de tal modo que a distribuição escolhida é aquela que melhor se ajusta aos dados de falha do sistema em estudo.

Uma vez disponíveis os dados de falha do sistema, assim como suas respectivas qualidades de informação, a próxima ação é testar diferentes distribuições (exponencial, log-normal e Weibull) que podem modelar os dados em termos de confiabilidade e manutenibilidade. Dentro de uma visão estatística, o objetivo é estimar os parâmetros correspondentes às distribuições de tal forma a satisfazer os seguintes problemas de otimização:



*Problema 1:*

$$\min_{\Theta} V(\Theta) = \frac{\sum_{j=1}^n (R_{\text{exp}}(t_j) - R_{\text{calc}}(t_j))^2 QI_j^2}{\sum_{j=1}^n \left( R_{\text{exp}}(t_j) - \frac{R_{\text{exp}}(t_j)}{n} \right)^2},$$

em que  $V(\Theta)$  é a função-objetivo contendo o vetor de parâmetros ( $\Theta$ ) a ser estimados, que neste caso de estudo é o resíduo do coeficiente de correlação;  $R_{\text{exp}}$  representa a confiabilidade dos dados e  $R_{\text{calc}}$  a confiabilidade obtida pelo modelo,  $n$  é o número de observações e  $t$  o tempo até ocorrer a falha (*TTF*). A confiabilidade representa a própria distribuição a ser ajustada, isto é, esta pode ser Weibull, log-normal ou exponencial, ao passo que  $R_{\text{exp}}$  é obtida pela expressão:

$$R_{\text{calc}}(t_j) = 1 - \frac{j - 0,3}{n + 0,4}, \quad (1)$$

sendo  $j$  uma iteração da ordem dos *TTFs* de 1 até  $n$ .

*Problema 2:*

$$\min_{\Theta} V(\Theta) = \frac{\sum_{j=1}^n (M_{\text{exp}}(t_j) - M_{\text{calc}}(t_j))^2 QI_j^2}{\sum_{j=1}^n \left( M_{\text{exp}}(t_j) - \frac{M_{\text{exp}}(t_j)}{n} \right)^2},$$

em que  $M_{\text{exp}}$  representa a manutenibilidade dos dados e  $M_{\text{calc}}$  a manutenibilidade obtida pelo modelo. As expressões que determinam  $M_{\text{exp}}$  e  $M_{\text{calc}}$  são dadas, respectivamente, por

$$M_{\text{calc}}(t) = 1 - R_{\text{calc}}(t), \quad (2)$$

$$M_{\text{calc}}(t_j) = \frac{j - 0,3}{n + 0,4}. \quad (3)$$

### - Avaliação de Incerteza em estudos de RAMS

Ajustados os parâmetros das distribuições, deve-se posteriormente estimar a matriz de covariância  $V_{\Theta}$  associada às estimativas dos parâmetros através de métodos padrão, como por exemplo, propagação de momentos estatísticos (Bard, 1970; Schwaab e Pinto, 2007). De conhecimento da matriz de covariância  $V_{\Theta}$ , o próximo passo é determinar os índices de confiabilidade e manutenibilidade com seus respectivos intervalos de abrangência, implicando assim em prever, para uma dada probabilidade, uma faixa de possíveis valores que podem ser atribuídos a cada indicador por distribuição. Os indicadores que serão analisados são apresentados como segue.

Variável	Expressão
$MTTF$ [t]	$MTTF = \int_0^{\infty} R(t)dt$ (4)
$MTTR$ [t]	$MTTR = 1 - \int_0^{\infty} M(t)dt$ (5)
$MTBF$ [1/h]	$MTBF = MTTF + MTTR$ (6)
$Uptime$ [%]	$A(t) = 100 \times \frac{MTTF}{MTBF}$ (7)
$Downtime$ [%]	$t_d = 100 \times \frac{MTTR}{MTBF}$ (8)

Os intervalos de abrangência são estimados de acordo com o método internacionalmente reconhecido pela comunidade científica para avaliar a incerteza de modelos não lineares, a saber: o Suplemento 1 do Guia para expressão da incerteza de medição ou GUM S1 (do inglês, *Guide to the expression of Uncertainty in Measurement – Supplement 1*) (BIPM, 2008). Basicamente, o método GUM S1 faz uso da lei de propagação de funções de densidade de probabilidade, implementada através de simulações numéricas de Monte Carlo; os detalhes matemáticos desse método são descritos nos trabalhos de revisão (Martins et al., 2010; Martins e Kalid, 2011).

De uma forma sistemática e consistente teoricamente, dentre as distribuições ajustadas aos dados, àquela escolhida será a que apresentar um menor intervalo de abrangência, isto é, menor grau de dispersão em torno da estimativa dos valores dos indicadores: menor incerteza associada.

#### - Priorização e acompanhamento das ações corretivas

Incorporada à plataforma estará o módulo de gerenciamento que possibilitará o acesso detalhado aos relatórios de registro de ocorrências de falhas e suas principais estatísticas. A partir das análises citadas anteriormente será estabelecida a priorização das ocorrências e indicação do agente responsável pelas ações corretivas.

Estará disponível um sistema de acompanhamento que permite visualizar rapidamente o status de cada ocorrência. As informações ficarão disponíveis para consulta da organização do evento e das pessoas encarregadas de monitorar todos os ativos em tempo real, facilitando o processo de tomada de decisões.

Através das pessoas com funções críticas, diretamente ligadas à operação e manutenção da Arena, as soluções poderão ser coordenadas em termos de troca de alertas e informações. Nomes,

emails e números de telefone poderão ser cadastrados de forma a permitir alertas automatizados sempre que apropriado.

#### **e) Cronograma de atividades**

Visando potencializar as ações efetivas por parte da equipe do projeto, bem como acompanhar a evolução do projeto, reuniões quinzenais serão realizadas com a finalidade de que todos os integrantes apresentem suas atividades em andamento.

Como referência, as principais etapas do projeto devem ser atendidas segundo o cronograma a seguir.

<b>Atividade</b>	<b>Início (mês)</b>	<b>Fim (mês)</b>
Revisão bibliográfica e levantamento de informações técnicas disponíveis	1	6
Atualização bibliográfica	12	18
Desenvolvimentos científicos	1	12
Desenvolvimentos tecnológicos	6	18
Aplicação e análise do estudo de caso	18	24
Elaboração de relatório parcial	11	12
Elaboração de relatório final	23	24
Elaboração de artigos	6	24

#### **f) Relevância científica dos resultados**

A proposta deste projeto visa uma lógica diferente da metodologia padrão para a análise de confiabilidade e manutenibilidade. Conforme apresentado em uma seção anterior, as fontes de incerteza das informações e dos parâmetros dos modelos são características explicitamente consideradas na formulação do método proposto, o que revela sua relevância científica frente às existentes atualmente, as quais, via de regra, não as consideram nas suas formulações. Na verdade, até o conhecimento da equipe do projeto, nenhum trabalho documentado na literatura da área tem tratado essa questão.

Considerar as incertezas das fontes de informação utilizadas na análise de confiabilidade fornece uma solução robusta e sistemática, pois através de sua implementação é possível: (i) ter a

dimensão da região de confiança que está associada aos parâmetros estimados das distribuições de probabilidade; (ii) prever os possíveis valores que podem ser atribuídos às estimativas dos indicadores (resultados) da análise de confiabilidade e manutenibilidade. Essas características viabilizam tomadas de decisão mais assertivas e consistentes, principalmente aquelas voltadas à previsibilidade de falhas dos sistemas e à proposição de melhorias.

Em suma, este projeto corrobora sistematicamente na busca do objetivo estratégico de qualquer prestador de serviços e desenvolvedores de produtos e processos, a saber: segurança, manutenção e gestão da qualidade.

#### **g) Potencial de inovação considerando possível agregação de valor à cadeia produtiva e interesse do Setor Produtivo com os prováveis resultados do projeto**

Um dos objetivos específicos do presente projeto é desenvolver uma plataforma tecnológica para auxiliar o gerenciamento integrado das falhas da Arena em suas diferentes dimensões (energia, acesso, segurança, comunicação, trânsito e outros), contemplando ferramentas computacionais para a coleta de dados, as análises de confiabilidade, e a priorização e acompanhamento de ações corretivas. A princípio, a plataforma será aplicada no estudo de caso da Arena Fonte Nova mas ela será desenvolvida de forma a possibilitar o seu uso em diversas arenas multiuso e, com pequenas adequações, em estádios tradicionais de futebol. Será solicitado o registro junto ao INPI das ferramentas computacionais desenvolvidas e das novas versões dos softwares qReliability e OCLDsim que serão lançadas com a execução do projeto.

#### **h) Equipe do projeto e plano de trabalho**

##### **Equipe do Projeto:**

<b>Coordenador do Projeto</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prof. D.Sc. Ricardo de Araújo Kalid (PEI-UFBA)</li></ul>
<b>Principais Pesquisadores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prof. D.Sc. Isabel Sartori (PEI-UFBA)</li><li>• Prof. D.Sc. Marcelo Embiruçu (PEI-UFBA)</li><li>• Prof. M.Sc. Márcio André Fernandes Martins (DEQ-UFBA)</li></ul>
<b>Demais Pesquisadores e Alunos Bolsistas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Pesquisador bolsista EXP-A (a definir)</li><li>• 02 Pesquisadores bolsistas DTI-B (a definir)</li><li>• 01 Pesquisador bolsista EXP-B (a definir)</li><li>• 02 Pesquisadores bolsistas DTI-C (a definir)</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 Pesquisador bolsista EXP-C (a definir)</li><li>• 05 Alunos bolsistas ITI-A (a definir)</li></ul>
<b>Setores Participantes da Instituição de Execução</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Escola Politécnica da UFBA (EPUFBA)</li><li>• Departamento de Engenharia Química (DEQ)</li><li>• Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI)</li><li>• Grupo de Pesquisa Processos e Tecnologia (PROTEC)</li><li>• Grupo de Pesquisa em Incerteza (GI)</li></ul>

**Contatos da Equipe do Projeto (Coordenador e Principais Pesquisadores):**

Coordenador: Prof. D.Sc. Ricardo de Araújo Kalid (DEQ-UFBA)

e-mail: kalid@ufba.br

Telefone de contato fixo: (71) 3283-9811

Telefone de contato celular: (71) 9188-3316

CPF: 297.221.365-34

Link para currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2562159376424787>

Pesquisador: Profa. D.Sc. Isabel Sartori (PEI-EPUFBA)

e-mail: sartori@ufba.br

Telefone de contato fixo: (71) 3283-9807

Telefone de contato celular: (71) 8805-4750

CPF: 818.056.325-15

Link para currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9932841389421061>

Pesquisador: Prof. D.Sc. Marcelo Embiruçu (DEQ-EPUFBA)

e-mail: prpci@ufba.br

Telefone de contato fixo: (71) 3283-7960

Telefone de contato celular: (71) 8707-1057

CPF: 405865965-34

Link para currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8281601894113525>

Pesquisador: Prof. M.Sc. Márcio André Fernandes Martins (DEQ-EPUFBA)

e-mail: marciomartins@ufba.br

Telefone de contato fixo: (71) 3283-9805

Telefone de contato celular: (71) 9336-6568

CPF: 834051515-20

Link para currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0572461479663493>

O presente projeto encaixa-se na área genérica de modelagem, controle, otimização, monitoração, supervisão e automação de processos e sistemas. O proponente e os principais pesquisadores têm boa experiência nesta área, já tendo desenvolvido trabalhos científicos, tecnológicos e de inovação nesta área, assim como projetos em andamento. A relação de tais trabalhos e projetos pode ser encontrada no currículo Lattes dos pesquisadores. Os pesquisadores e os grupos de pesquisa dos quais participam também têm experiência em desenvolvimento tecnológico e científico na área de RAMS e de incerteza. Parte dos pesquisadores já iniciou pesquisa nestas áreas com aplicação voltada para o desenvolvimento do Esporte, fazendo parte da equipe executora do projeto UFBA na COPA, do qual o presente proponente também é coordenador. Os demais pesquisadores e alunos bolsistas já estão sendo pré-selecionados e outros profissionais poderão ainda integrar a equipe na qualidade de colaboradores no caso das parcerias que iremos tentar firmar sejam estabelecidas.

#### **Plano de Trabalho do Prof. Ricardo de Araújo Kalid:**

- Definição da estratégia para execução do projeto;
- Proponente da Revisão 1 do planejamento do projeto;
- Proponente da Revisão 2 do planejamento do projeto;
- Supervisor das reuniões quinzenais com os professores orientadores, bolsistas e corpo técnico do projeto;
- Articulador da interação Universidade e empresas parceiras para implantar os resultados alcançados do projeto;
- Gestor dos recursos financeiros do projeto;
- Solicitação do registro do software;
- Colaborador na elaboração da programação e execução do seminário interno para apresentação dos resultados;
- Revisão do relatório parcial das atividades desenvolvidas;
- Revisão de artigos técnico-científicos;
- Revisão do relatório final das atividades.

### **Plano de Trabalho da Profa. Isabel Sartori:**

- Seleção e contratação de bolsistas relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Instalação da sala na EPUFBA com adequação da infraestrutura física e instalação dos equipamentos de informática;
- Participação na revisão 1 do planejamento do projeto;
- Participação na revisão 2 do planejamento do projeto;
- Orientação de bolsistas relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Elaboração da programação e execução do seminário interno para apresentação dos resultados;
- Revisão do relatório parcial das atividades desenvolvidas;
- Revisão de artigos técnico-científicos relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Revisão do relatório final das atividades.

### **Plano de Trabalho do Prof. Marcelo Embiruçu:**

- Seleção e contratação de bolsistas relacionados à análise de RAMS;
- Instalação da sala na EPUFBA com adequação da infraestrutura física e instalação dos equipamentos de informática;
- Participação na revisão 1 do planejamento do projeto;
- Participação na revisão 2 do planejamento do projeto;
- Orientação de bolsistas relacionados à análise de RAMS;
- Elaboração da programação e execução do seminário interno para apresentação dos resultados;
- Revisão do relatório parcial das atividades desenvolvidas;
- Revisão de artigos técnico-científicos relacionados à análise de RAMS;
- Revisão do relatório final das atividades.

### **Plano de Trabalho do Prof. Márcio A. F. Martins:**

- Seleção e contratação de bolsistas para avaliação de incerteza em estudos de RAM;
- Instalação da sala na EPUFBA com adequação da infraestrutura física e instalação dos equipamentos de informática;
- Participação na revisão 1 do planejamento do projeto;
- Participação na revisão 2 do planejamento do projeto;
- Orientação de bolsistas relacionados à avaliação de incerteza em estudos de RAM;

- Elaboração da programação e execução do seminário interno para apresentação dos resultados;
- Revisão do relatório parcial das atividades desenvolvidas;
- Revisão de artigos técnico-científicos relacionados à avaliação de incerteza em estudos de RAM;
- Revisão do relatório final das atividades.

**Plano de Trabalho do Bolsista DTI-B nº 1/2:**

- Revisão bibliográfica referente à avaliação de incerteza em estudos de RAMS;
- Desenvolvimentos científicos e tecnológicos em avaliação de incerteza em estudos de RAMS;
- Aplicação e análise do estudo de caso;
- Elaboração de relatório final;
- Elaboração de artigos relacionados à avaliação de incerteza em estudos de RAMS.

**Plano de Trabalho do Bolsista ITI-A nº 1/5:**

- Atualização bibliográfica referente à avaliação de incerteza em estudos de RAMS;
- Apoio aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos em avaliação de incerteza em estudos de RAMS;
- Elaboração de relatórios parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à avaliação de incerteza em estudos de RAMS.

**Plano de Trabalho do Bolsista EXP-A nº 1/1:**

- Revisão bibliográfica referente à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Desenvolvimento da plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Suporte à aplicação da plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Elaboração de relatório final;
- Elaboração de artigos relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas.



#### **Plano de Trabalho do Bolsista DTI-C nº 1/2:**

- Atualização da revisão bibliográfica referente à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Apoio ao desenvolvimento da plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Realização de simulações e testes na plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Suporte à aplicação da plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas.

#### **Plano de Trabalho do Bolsista EXP-C nº 1/1:**

- Pesquisa e análise sobre requisitos de qualidade, requisitos de gestão, proteção intelectual, transferência de tecnologia e divulgação dos resultados de gerenciamento de empreendimentos esportivos;
- Apoio ao desenvolvimento da plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Avaliação das simulações e testes na plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Suporte à aplicação da plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas.

#### **Plano de Trabalho do Bolsista DTI-B nº 2/2:**

- Revisão bibliográfica referente à análise de RAMS;
- Proposições e desenvolvimentos científicos e tecnológicos em análise de RAMS para megaeventos;
- Aplicação e análise do estudo de caso;
- Elaboração de relatório final;
- Elaboração de artigos relacionados à análise de RAMS para megaeventos.

#### **Plano de Trabalho do Bolsista DTI-C nº 2/2:**

- Atualização da revisão bibliográfica referente à análise de RAMS para megaeventos;

- Apoio às proposições e desenvolvimentos científicos e tecnológicos em análise de RAMS para megaeventos;
- Apoio à aplicação e análise do estudo de caso;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à análise de RAMS para megaeventos.

**Plano de Trabalho do Bolsista EXP-B nº 1/1:**

- Revisão bibliográfica referente às ferramentas e procedimentos de coleta de dados
- Proposições e desenvolvimentos tecnológicos relacionados à coleta de dados em megaeventos;
- Aplicação e análise do estudo de caso;
- Elaboração de relatório final;
- Elaboração de artigos relacionados à coleta de dados em megaeventos.

**Plano de Trabalho do Bolsista ITI-A nº 2/5:**

- Atualização da revisão bibliográfica referente às ferramentas e procedimentos de coleta de dados;
- Apoio às proposições e desenvolvimentos tecnológicos relacionados à coleta de dados em megaeventos;
- Apoio à coleta de dados em campo;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à coleta de dados em megaeventos.

**Plano de Trabalho do Bolsista ITI-A nº 3/5:**

- Atualização da revisão bibliográfica referente às ferramentas e procedimentos de coleta de dados;
- Apoio às proposições e desenvolvimentos tecnológicos relacionados à coleta de dados em megaeventos;
- Apoio à coleta de dados em campo;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à coleta de dados em megaeventos.

#### **Plano de Trabalho do Bolsista ITI-A nº 4/5:**

- Atualização da revisão bibliográfica referente às ferramentas e procedimentos de coleta de dados;
- Apoio às proposições e desenvolvimentos tecnológicos relacionados à coleta de dados em megaeventos;
- Apoio à coleta de dados em campo;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à coleta de dados em megaeventos.

#### **Plano de Trabalho do Bolsista ITI-A nº 5/5:**

- Atualização da revisão bibliográfica referente às ferramentas e procedimentos de coleta de dados;
- Apoio às proposições e desenvolvimentos tecnológicos relacionados à coleta de dados em megaeventos;
- Apoio à coleta de dados em campo;
- Elaboração de relatório parcial;
- Apoio à elaboração de artigos relacionados à coleta de dados em megaeventos.

#### **i) Cooperações com empresas**

Os principais pesquisadores apresentados têm um extenso histórico de pesquisas e desenvolvimentos em parceria com diversas empresas, entretanto o presente projeto ainda não possui cooperação com empresas. A sociedade empresária de propósito específico que é Concessionária do Serviço de Gestão da Operação e Manutenção da Arena Fonte Nova, denominada Fonte Nova Negócios e Participações S.A. – FNP, será convidada a participar como colaboradora do projeto por meio a ser definido conforme o interesse despertado na mesma. Apesar de conveniente, de acordo com a metodologia, o estabelecimento desta parceria não é imprescindível para a execução do projeto. No entanto, os resultados alcançados com o projeto podem ser potencializados a depender do grau de interesse e participação da concessionária, tal como, por exemplo, na validação e implementação da plataforma de gerenciamento desenvolvida.

## j) Demais cooperações

Através da interação com o projeto UFBA NA COPA, o presente projeto possui cooperação com pesquisadores do Departamento de Transportes e de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, da Escola de Educação e da Escola de Administração da UFBA. A parceria estabelecida durante o projeto UFBA NA COPA com a Secretaria Estadual para Assuntos da Copa FIFA 2014 - SECOPA através do seu secretário Ney Campello também irá se estender ao presente projeto assim que se iniciarem as atividades. Serão buscadas ainda outras cooperações com o Governo do Estado da Bahia por intermédio da Secretaria do Trabalho, Emprego, Renda e Esporte – SETRE, da Superintendência dos Desportos do Estado da Bahia - SUDESB e da Agência de Fomento do Estado da Bahia S.A. – DESENBAHIA, por exemplo, assim como com a prefeitura de Salvador através do Escritório Municipal da Copa 2014 - ECOPA.

## k) Orçamento Detalhado

### Orçamento geral consolidado:

Grupos/Elementos de Despesa	Valor
<b>DESPESAS CORRENTES</b>	<b>R\$ 373.980,00</b>
<b>Outras Despesas Correntes</b>	<b>R\$ 373.980,00</b>
Passagens	R\$ 3.160,00
Diárias	R\$ 1.600,00
Material de Consumo	R\$ 11.180,00
Bolsas	R\$ 335.000,00
Outros Serviços de Terceiros / Pessoa Jurídica	R\$ 23.040,00
<b>DESPESAS DE CAPITAL</b>	<b>R\$ 26.000,00</b>
<b>Investimentos</b>	<b>R\$ 26.000,00</b>
Equipamento e Material Permanente	R\$ 26.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 399.980,00</b>

### Detalhamento das Despesas de Capital:

Natureza da despesa	Justificativa da despesa	Valor unitário	Quantidade (unidade)	Valor total
Notebook	Complementação de infraestrutura para o trabalho de bolsistas do projeto	R\$ 4.000,00	1	R\$ 4.000,00
Micro-computador	Complementação de infraestrutura para o trabalho de bolsistas do projeto	R\$ 2.000,00	3	R\$ 6.000,00
Impressora	Complementação de infraestrutura para o trabalho de bolsistas do projeto	R\$ 1.000,00	1	R\$ 1.000,00
Projeter	Complementação de infraestrutura para o trabalho de bolsistas do projeto	R\$ 2.000,00	1	R\$ 2.000,00
Mobiliário (mesas, armários, gaveteiros, estantes e cadeiras)	Complementação de infraestrutura para o trabalho de bolsistas do projeto	R\$ 13.000,00	1	R\$ 13.000,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 26.000,00</b>

### Detalhamento das Despesas de Custeio

Natureza da despesa	Justificativa da despesa	Valor unitário	Quantidade (unidade)	Valor total
Ingresso para os jogos dos Campeonatos Nacionais de 2014 e 2015 (todas as zonas)	Coletar dados (informações) sobre o funcionamento do evento na Arena Fonte Nova	R\$ 325,00	46	R\$ 14.950,00
Ingresso para os jogos da fase de grupos da Copa do Mundo de 2014 (todas as categorias)	Coletar dados (informações) sobre o funcionamento do evento na Arena Fonte Nova	R\$ 860,00	4	R\$ 3.440,00
Ingresso para os jogos da oitavas de final da Copa do Mundo de 2014 (todas as categorias)	Coletar dados (informações) sobre o funcionamento do evento na Arena Fonte Nova	R\$ 1.100,00	1	R\$ 1.100,00
Ingresso para os jogos das quartas de final da Copa do Mundo de 2014 (todas as categorias)	Coletar dados (informações) sobre o funcionamento do evento na Arena Fonte Nova	R\$ 1.600,00	1	R\$ 1.600,00
Serviço de armazenamento remoto de arquivos	Armazenamento e compartilhamento dos dados coletados e dos documentos do projeto	R\$ 325,00	6	R\$ 1.950,00
Combustível para deslocamento	Viabilizar o transporte da equipe para a coleta de dados em campo	R\$ 110,00	58	R\$ 6.380,00
Suprimento de escritório e informática	Consumo durante o desenvolvimento das atividades do projeto	R\$ 200,00	24	R\$ 4.800,00
Passagem aérea nacional (ida e volta)	Participação em reuniões estratégicas	R\$ 1.580,00	2	R\$ 3.160,00
Diárias Nacionais	Participação em reuniões estratégicas	R\$ 320,00	5	R\$ 1.600,00
<b>Subtotal</b>				<b>R\$ 38.980,00</b>

### Detalhamento das Bolsas

Natureza da despesa	Justificativa da despesa	Valor unitário	Quantidade (meses)	Valor total
Bolsa DTI-B	Proposições e desenvolvimentos em incerteza de métricas de confiabilidade	R\$ 3.000,00	24	R\$ 72.000,00
Bolsa ITI-A	Apoio aos desenvolvimentos em incerteza de métricas de confiabilidade	R\$ 400,00	24	R\$ 9.600,00
Bolsa EXP-A	Proposições e desenvolvimentos relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas	R\$ 4.000,00	9	R\$ 36.000,00
Bolsa DTI-C	Apoio aos desenvolvimentos relacionados à plataforma de gerenciamento de falhas em Arenas e realização de simulações e testes	R\$ 1.100,00	18	R\$ 19.800,00
Bolsa DTI-B	Proposições e desenvolvimentos em confiabilidade de sistemas	R\$ 3.000,00	24	R\$ 72.000,00
Bolsa DTI-C	Apoio aos desenvolvimentos em confiabilidade de sistemas e realização de simulações e testes preliminares	R\$ 1.100,00	16	R\$ 17.600,00
Bolsa EXP-B	Proposições e desenvolvimentos relacionados a coleta de dados	R\$ 3.000,00	16	R\$ 48.000,00
Bolsa ITI-A	Apoio às análises dos dados e atividades de coleta em campo	R\$ 400,00	24	R\$ 9.600,00
Bolsa ITI-A	Apoio às análises dos dados e atividades de coleta em campo	R\$ 400,00	24	R\$ 9.600,00
Bolsa ITI-A	Apoio às análises dos dados e atividades de coleta em campo	R\$ 400,00	24	R\$ 9.600,00
Bolsa ITI-A	Apoio às análises dos dados e atividades de coleta em campo	R\$ 400,00	12	R\$ 4.800,00
Bolsa EXP-C	Apoio aos diversos desenvolvimentos do projeto quanto ao estabelecimento de requisitos de qualidade, requisitos de gestão, proteção intelectual, transferência de tecnologia e divulgação dos resultados.	R\$ 1.100,00	24	R\$ 26.400,00
			<b>Subtotal</b>	<b>R\$ 335.000,00</b>

#### I) Recursos de outras fontes e contrapartidas

O projeto conta com toda a infraestrutura dos grupos de pesquisa GI e PROTEC e parte da infraestrutura do PEI (tais como acesso material bibliográfico, computadores, servidor para modelagem e simulação, licença de softwares e outros) sendo necessária apenas complementação

desta para a realização das atividades da equipe do projeto. O projeto conta ainda com a disponibilização dos desenvolvimentos computacionais anteriores dos grupos de pesquisa participantes, de forma mais específica podem ser citados os softwares que tratam de confiabilidade (qReliability, OCLDsim) e de avaliação de incerteza (GEU versão beta).

As demais despesas que não estão detalhadas no orçamento explicitado no presente projeto serão de responsabilidade do proponente/instituição de execução do projeto, a título de contrapartida. Podem ser relacionadas como contrapartida as despesas de rotina como contas de luz, água, telefone, correios e similares, obras civis, além do valor da hora de trabalho de dois dos três principais pesquisadores e do coordenador do projeto que são docentes permanentes do quadro ativo da UFBA com dedicação exclusiva.

O presente projeto terá ainda interação com o projeto UFBA NA COPA, que é financiado em aproximadamente 800 mil reais através de parceria entre o Ministério dos Esportes e o CNPq, sendo que o subprojeto parceiro, denominado “Arena”, tem atividades e orientações complementares e possui orçamento de cerca de 240 mil reais para cobrir despesas com bolsistas, criação de infraestrutura de pesquisa, material de consumo, passagens e diárias para entrevistas nas cidades-sede e nos países que já sediaram a COPA do mundo em edições anteriores.

#### **m) Potencial aplicação dos resultados e conhecimentos gerados no projeto de pesquisa em megaeventos esportivos**

No presente projeto, os desenvolvimentos teóricos e tecnológicos serão aplicados no estudo de caso das falhas da Arena Fonte Nova durante os campeonatos nacionais e estaduais de 2014 e 2015 e a Copa de Mundo de 2014. Será feito uma análise comparada dos indicadores de RAMS antes, durante e depois da Copa do Mundo de 2014. O estudo de caso tem como propósito validar os desenvolvimentos tecnológicos e teóricos realizados e trazer melhorias para o gerenciamento da operação e da manutenção da Arena antes, durante e depois da Copa do Mundo. O estudo servirá como piloto para as demais arenas do país e até mesmo para os diversos estágios tradicionais de futebol. Os desenvolvimentos realizados também podem e devem ser aplicados para análise do gerenciamento das diversas instalações esportivas que serão utilizadas nos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2011.

## n) Referências

- Bahia (Estado). Secretária do Trabalho, Emprego, Renda e Esporte. Contrato de parceria público privada na modalidade concessão administrativa para reconstrução e operação do estádio Octávio Mangabeira (“Estádio da Fonte Nova”). Salvador, 2010.
- Bard, Y. Nonlinear Parameter Estimation, New York: Academic Press, 1974.
- FIFA. Estádios de Futebol: Recomendações e Exigências Técnicas. 5 ed. Zurique, Suíça, 2011.
- Martins, M. A. F.; Amaro, C. A.; Souza, L. S.; Kalid, R.A.; Kiperstok, A. New objective function for data reconciliation in water balance from industrial processes. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 1184-1189, 2010.
- Martins, M. A. F.; Kalid, R. A. Métodos clássicos para a avaliação da incerteza de medição em sistemas multivariáveis. *Controle & Automação*, v. 23, p. 430-438, 2012.
- Martins, M. A. F.; Kalid, R. A.; Teixeira, L. A.; Nery, G. A.; Goncalves, G. A. Comparação entre os métodos linear e não linear para a avaliação da incerteza de medição. *Controle & Automação*, v. 21, p. 557-576, 2010.
- Oliveira-Esquerre, K. P.; Kiperstok, A.; Mattos, M. C.; Cohim, E.; Kalid, R. A.; Sales, E. A.; Pires, V. M. Taking advantage of storm and waste water retention basins as part of water use minimization in industrial sites. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 55, p. 316-324, 2011.
- Schwaab, M.; Pinto, J. C. *Análise de Dados Experimentais I. Fundamentos de Estatística e Estimação de Parâmetros*. 1. ed. Rio de Janeiro - RJ: E-Papers, 2007. v. 1. 419p.