

INFORME GERENCIAL

Projeto Ações de Eficiência Energética associadas a emissões de gases de efeito estufa na Fundação Planetário			
Unidade Demandante Fundação Planetário			
Gestor do Projeto Carlos Augusto Góes, Cristina Falquer e Victor Castro			
Patrocinador Presidente da Fundação Planetário			
Versão	Data	Autor	Descrição
2.0	15/07/2014	Equipe de Projeto	Elaboração do documento

1. Justificativa

O consumo de energia elétrica da Fundação Planetário, imprescindível para o funcionamento de suas unidades (Planetário da Gávea/Museu do Universo e Planetário de Santa Cruz), representa uma parcela importante de seu custeio. No ano de 2013 foi estimado o consumo global de 2.035.389 kWh, sendo que a unidade Gávea representou 80,4% do total (1.634.482 kWh), com despesa de R\$ 677.466,21ⁱ. As emissões de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes do consumo global estimado totalizaram 195,52 tCO₂e (toneladas de carbono equivalentes), correspondendo a 33% das emissões totais da Fundação (595 TCO₂e, resultando em 1,247 kg de CO₂e / atendimento). A unidade Gávea emitiu 26 % das emissões totaisⁱⁱ. A gestão do consumo energético e o controle de emissões de GEE inscrevem-se nas iniciativas do Plano Estratégico elaborado em 2013 pela Fundação Planetárioⁱⁱⁱ.

Objetivo Estratégico	Iniciativa Estratégica	Marco de Acompanhamento
P6: ampliação de práticas de sustentabilidade econômico-financeira	P6.3: redução de custos	• Programa de Gestão Energética
P7: ampliação de práticas de sustentabilidade ambiental	P7.2: Estratégia corporativa de baixo carbono	• Inventários de emissões de GEE • Estratégia Corporativa de Baixo Carbono

No mesmo ano, entrou em operação o Convênio de Cooperação Técnica celebrado em 2012 entre a Fundação Planetário e a Light Serviços de Eletricidade, em que esta se compromete a implantar medidas de eficiência energética do sistema de climatização do Planetário da Gávea/Museu do Universo, e implantar projeto educacional para demonstração de sistema fotovoltaico.

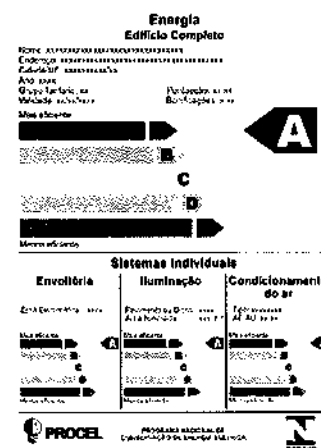
Estabelecido o alinhamento entre as variações de consumo de energia elétrica decorrentes de ações de eficiência energética que visam reduzir custos operacionais, e as variações de emissões de GEE relacionadas a este consumo, torna-se necessária a sistematização de suporte a tomadas de decisão em ações de eficiência energética associada a indicadores de consumo de energia elétrica e respectivas emissões de GEE.

2. Objetivo do Projeto

O Projeto tem por objetivo alinhar metodologias reconhecidas nacionalmente de estabelecimento de **nível de eficiência energética de edificações (RTQ-C)** e de **cálculo de emissões de GEE (GHG Protocol)** a um sistema de tomada de decisões.

O **RTQ-C** (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos) contém os quesitos necessários para a classificação do nível de eficiência energética de um edifício, viabilizando a submissão das características do edifício junto a Laboratórios de Inspeção acreditados pelo INMETRO e posterior obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)^{iv}.

A etiquetagem de eficiência energética deve atender a requisitos relativos ao desempenho de três sistemas: fachadas e cobertura (envoltória), sistema de iluminação, e sistema de condicionamento de ar. Os três sistemas podem ser avaliados por método prescritivo ou por simulação computacional (modelagem termoenergética do edifício). São também consideradas bonificações correspondentes a iniciativas que aumentem a eficiência energética da edificação (ex: uso de energia solar fotovoltaica). Os níveis de eficiência energética são qualitativos, variando de E (menor eficiência) a A (maior eficiência). A simulação computacional fornece indicadores quantitativos: variáveis ambientais internas, índices de conforto e o consumo periódico de energia (ex: kWh/ano), entre outros^v.



Programa Brasileiro
GHG Protocol

A metodologia **GHG Protocol** (Greenhouse Gas Protocol), reconhecida pelo **Programa Brasileiro GHG Protocol**, é a mais utilizada internacionalmente para a realização de inventários de GEE. Ela classifica as emissões do consumo de energia elétrica como oriundas de fontes de emissões indiretas de **Escopo 2**. A Ferramenta GHG Protocol, disponibilizada anualmente pelo Programa, auxilia no cálculo dessas emissões^{vi}.

3. Escopo do Projeto

O escopo do Projeto consiste em diagnosticar a posição atual das ações de eficiência energética no prédio em análise, compatibilizar os processos de tomada de decisão de ações de eficiência energética e de redução de emissões de GEE decorrente dessas ações; e sistematizar a gestão do monitoramento do consumo anual de energia elétrica, considerando os seguintes cenários: rotina anual sem modificações, e estudo de futuras intervenções. A **Estrutura Analítica do Projeto (EAP)** e respectivo **Dicionário** estão nos **Anexos 1 e 2**. O **Diagrama de Gantt**, **Diagrama de Rede** e **Fluxograma** do Projeto estão nos **Anexos 3, 4 e 5**.

Este projeto não se aplica a edificações que não estejam sob a responsabilidade da Fundação Planetário: Planetário da Gávea / Museu do Universo, e Planetário de Santa Cruz.

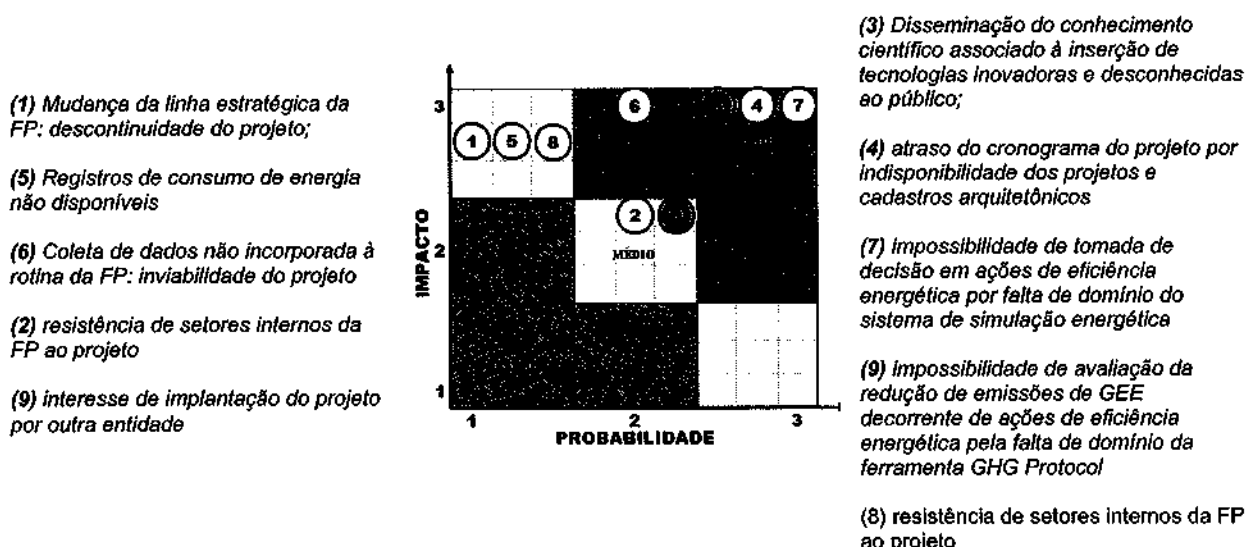
4. Escopo do Produto

Processo de tomada de decisão acerca de intervenções nos sistemas de envoltória, iluminação e ar condicionado do edifício em análise, relacionadas à melhoria de nível de

eficiência energética, variação do consumo de energia elétrica e de respectivas emissões de GEE. As decisões serão orientadas considerando a confrontação entre o desempenho real do edifício e de seu modelo de simulação energética por meio da comparação dos seguintes indicadores: níveis de eficiência energética da edificação (metodologia PROCEL-INMETRO), e consumos anuais de energia elétrica.

5. Riscos Iniciais

Foram mapeados os riscos e oportunidades iniciais do Projeto, traduzidos numa **Matriz de Risco**, em que são estimados impactos e probabilidades de ocorrência. Avaliados os riscos, foram delineadas estratégias de mitigação, evitação ou transferência, com respectivas ações e responsáveis. Avaliadas as oportunidades, foram identificadas estratégias de exploração, atribuindo-se também responsabilidades (ver Anexo 6).



6. RECURSOS NECESSÁRIOS

Os recursos necessários envolvem a organização de Equipes com as seguintes composições e atribuições:

- **Gerente de projeto (Planetário):** suporte a decisões do Presidente da FPCRJ, fornecimento de dados cadastrais; articulações com consultores, fornecedores e setores internos da FPCRJ.
- **Equipe Light:** cálculo COP, aprovação do projeto na ANEEL, seleção e coordenação de fornecedores, financiamento e controle de custos do projeto.
 - Coordenador; assessor
- **Equipe RTQ-C:** estratégia para determinação de níveis de eficiência energética desejáveis, suporte à decisões ao valor do COP e ao desenvolvimento dos projetos executivos;
 - **Coordenador:** arquiteto ou engenheiro;
 - **Especialistas:** arquiteto ou engenheiro (envoltória); engenheiro eletricista (sist. iluminação); engenheiro mecânico (sist. ar condicionado); arquiteto ou engenheiro (modelagem computacional)
- **Fornecedores:** desenvolvem projetos executivos e implementam as ações de eficiência energética: adequações arquitetônicas; sistemas elétricos/luminotécnica; sistema de ar condicionado; sistemas envolvidos em bonificação RTQ-C: energia fotovoltaica, energia eólica, reuso de águas; etc.

Considerando-se a aplicação do projeto no Planetário de Santa Cruz (1652,73 m²), ainda não atendido pelo Convênio, e admitindo-se que os custos de implantação das ações de eficiência energética são de responsabilidade da Light, os custos a serem considerados seriam o de consultoria da metodologia RTQ-C e de monitoramentos energético e ambiental, que totalizariam R\$ 45.000,00. Supondo-se o interesse da Prefeitura em formar uma Equipe RTQ-C composta por 4 técnicos, o treinamento custaria R\$ 20.000,00 (ver **Anexo 7**)

7. RESULTADOS OBTIDOS ATÉ O MOMENTO

Os resultados obtidos até o momento estão no **Relatório de Lições Aprendidas**, com base nas experiências vividas até o momento no âmbito do Convênio Light x Fundação Planetário, incluindo mapeamento e elaboração de linha do tempo das atividades (ver **Anexo 8**).

8. OPORTUNIDADES FUTURAS

A oportunidade de aplicação da metodologia proposta se dará no planejamento e implementação de ações de eficiência energética no **Planetário de Santa Cruz**, ainda não contemplado no Convênio. Com base nas lições aprendidas a partir do ciclo atual, as atualizações de cadastro predial podem ser antecipadas, uma estratégia de nível de eficiência energética referenciada no RTQ-C contribuirá para a definição do escopo das ações e da COP a ser referenciada para aprovação do projeto pela ANEEL. As mitigações de emissões de GEE decorrentes das ações de eficiência energética constituirão referência para a estratégia de baixo carbono da Fundação Planetário.

O Projeto pode ser ampliado no âmbito da Prefeitura abordando inclusive outras fontes consumo de energia (gás natural e GLP, não utilizadas na FPCRJ). Aplicações possíveis:

- prédios municipais isolados cujos consumos de energia sejam representativos em termos de custos operacionais (ex: hospitais, teatros, centros de eventos, centros administrativos);
- conjuntos de edificações de mesma tipologia de cujo consumo total representem um valor global expressivo (ex: escolas). Estes casos caracterizam a avaliação de estoques de edificações (*building stocks*), a partir da classificação prévia dos padrões de edificação, perfis de ocupação e consumo.

Os consumos energéticos decorrentes de operações prediais e as emissões de GEE correspondentes, agregados na escala da administração municipal, poderão em médio prazo ser monitorados através do **Common Carbon Metric (CCM)**, programa em desenvolvimento pelo PNUMA, atualmente em fase de teste-piloto.^{vii}

ⁱ O consumo do Planetário de Santa Cruz foi estimado em função da potência instalada.

ⁱⁱ Fonte: Inventário de Gases de Efeito Estufa da Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro – ano de referência 2013

ⁱⁱⁱ Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro - Plano Estratégico 2013 – 2022, pgs 26 e 31.

^{iv} Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações – 1 (Apresentação da Etiquetagem) – LABEEE (UFSC), PROCEL Edifica, Eletrobras, INMETRO

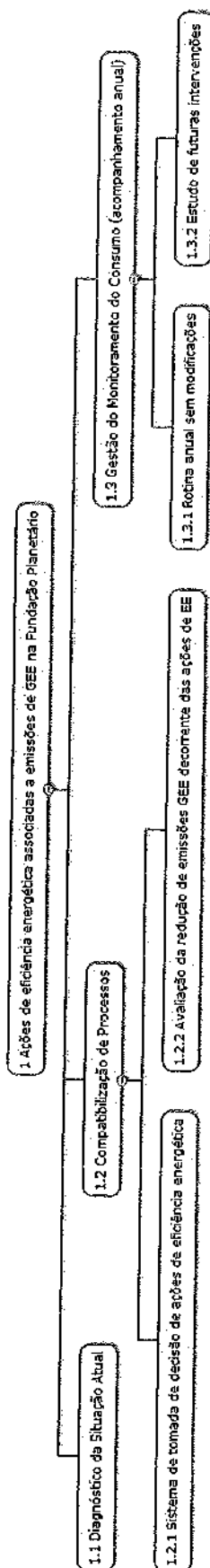
^v Curso de Introdução à modelagem termoenergética de edificações – FUNDEP/UFMG, 2012

^{vi} Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Coletado em http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf

^{vii} Common Carbon Metric – Protocol for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations. http://www.unep.org/sbci/pdfs/Common-Carbon-Metric-for-Pilot-Testing_220410.pdf

ANEXOS

- 1. Estrutura Analítica do Projeto (EAP)**
- 2. Dicionário da EAP**
- 3. Diagrama de Gantt**
- 4. Diagrama de Rede**
- 5. Fluxograma do Projeto**
- 6. Matriz de Riscos**
- 7. Recursos Necessários**
- 8. Lições Aprendidas**



PROJETO:

Desenvolvimento de sistema integrado de ações de eficiência energética predial associadas à redução de emissões de GEE.

TÍTULO:

ANEXO 1 - ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO - EAP

AUTORES: Carlos Augusto Góes, Cristina Falquer e Victor Castro

DATA: 21/07/14



[illegible]

Cód. EAP	Entrega/Pacote de Trabalho	Descrição	Duração (horas; 1 dia = 8 horas; 1 semana = 5 dias; 1 mês = 20 dias)
1	Ações de eficiência energética associadas a emissões de GEE na Fundação Planetário		
1.1	Diagnóstico da Situação Atual		
1.1.1	Levantamento dos processos em andamento	Levantar processos relativos às ações de eficiência energética no âmbito do Convênio Light - Fundação Planetário em andamento no Planetário da Gávea / Museu do Universo.	160
1.1.2	Elaboração do relatório	Elaborar relatório descrevendo as ações realizadas, as razões de suas execuções e resultados obtidos. Analisar fluxograma, duração das atividades e recursos empregados.	160
1.2	Compatibilização de Processos		
1.2.1	Sistema de tomada de decisão de ações de eficiência energética		
1.2.1.1	Reunir documentação técnica completa	Reunir desenhos e especificações técnicas dos projetos arquitetônicos, projetos de iluminação, projetos de ar condicionado e outros projetos passíveis de avaliação para bonificação pelo RTQ-C, com as informações necessárias e suficientes para aplicação do Regulamento.	320
1.2.1.2	Reunir séries históricas iluminação, equipamentos e ocupação	Coletar e organizar dados anuais de ocupação por funcionários e visitantes, horários acionamento e desacionamento de iluminação, equipamentos e máquinas, passíveis de serem incluídos no programa de simulação energética a ser utilizado;	320
1.2.1.3	Pré-etiquetagem em Eficiência Energética	Avaliar em caráter prescritivo, na metodologia descrita pelo RTQ-C, os níveis de eficiência energética dos sistemas: de envoltória, de iluminação e de ar condicionado. Considerar os recursos técnicos instalados passíveis aproveitamento para de bonificação.	480
1.2.1.4	Eleição de melhores níveis de Eficiência Energética	Eleger melhores níveis de eficiência energética para os sistemas (envoltória, iluminação e ar condicionado), com base nos níveis encontrados na pré-etiquetagem.	40
1.2.1.5	Adequar especificações aos níveis de Eficiência Energética elegidos	Adequar especificações de envoltória, sistemas de iluminação e de ar condicionado, buscando compatibilizar custos de execução e níveis de Eficiência Energética elegidos	160
1.2.1.6	Etiquetagem definitiva em eficiência energética	Avaliar especificações de projetos atualizadas por simulação computacional e atualizar documentação técnica em condições de dar início ao processo de obtenção da ENCE.	320
1.2.1.7	Obter indicadores	Obter indicadores: NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (qualitativo: A, B, C, D, E); CONSUMO ANUAL DE ENERGIA ELÉTRICA MODELADO (quantitativo: kWh/ano)	160

PROJETO:

Desenvolvimento de sistema integrado de ações de eficiência energética predial associadas à redução de emissões de GEE.

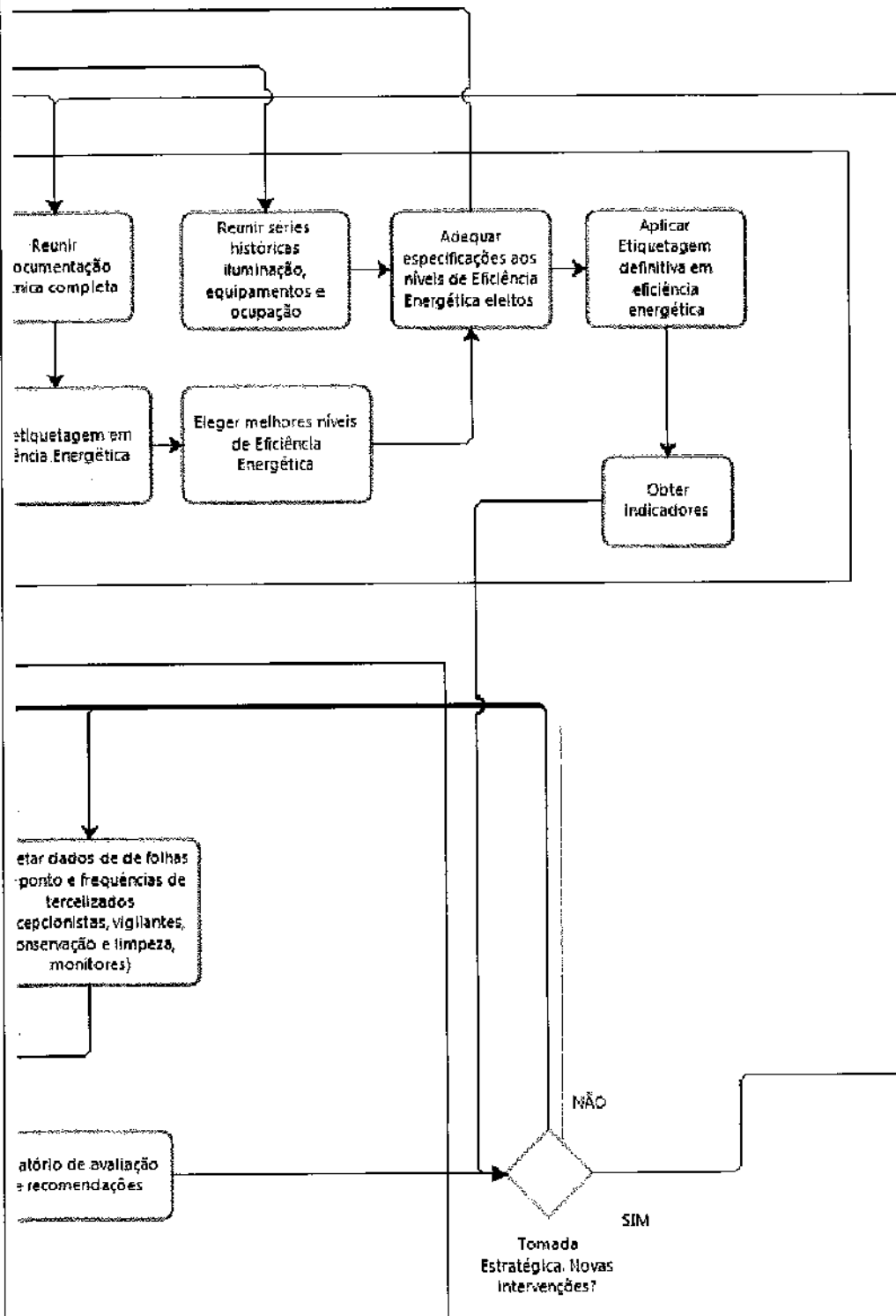
TÍTULO:

ANEXO 2 - DICIONÁRIO DA EAP - PARTE 1/2

AUTORES: Carlos Augusto Góes, Cristina Falquer e Victor Castro

DATA: 21/07/14





PROJETO:

Desenvolvimento de sistema integrado de ações de eficiência energética predial associadas à redução de emissões de GEE.

TÍTULO:

ANEXO 5 - FLUXOGRAMA

AUTORES: Carlos Augusto Góes, Crislina Falquer e Victor Castro

DATA: 21/07/14



ID	Descrição	P	I	PxI	Estratégia	Ação	Responsável
01	Mudança da linha estratégica da Fundação Planetário poderá levar à descontinuidade do projeto	1	3	3	evitar	Estabelecer rotina de emissão mensal de relatórios, demonstrando o andamento do projeto à Presidência da FP	Gerente de Projeto
02	Devido ao desconhecimento dos benefícios do projeto, setores internos da FP podem oferecer resistência ao mesmo	2	2	4	mitigar	Estabelecer estratégia de comunicação clara associada ao envolvimento dos stakeholders ao processo de desenvolvimento e implantação do projeto	Gerente de Projeto
	Como algumas ações de eficiência energética incluem tecnologias inovadoras e desconhecidas do público, pode-se explorar melhor a inserção destas em ambiente de disseminação de conhecimento científico	3	3	9	explorar	Estabelecer ações educativas que integrem e tornem visíveis estas tecnologias e seus benefícios ao visitante e ao público	Presidência da Fundação Planetário
04	Os projetos e levantamentos cadastrais de arquitetura e engenharia não serem disponibilizados, atrasando o cronograma do projeto	3	3	9	evitar	Atualizar os cadastros técnicos sempre que houver intervenções de conservação predial. Associar o fornecimento de projetos na formatação exigida pelo RTQ-C pelos setores responsáveis ao sistema de Meritocracia da Fundação Planetário	Presidência da Fundação Planetário
05	As contas e registros de consumo de energia elétrica não estarem disponíveis, atrasando o cronograma do projeto	1	3	3	evitar	Associar o efetivo fornecimento das informações ao sistema de Meritocracia da Fundação Planetário	Presidência da Fundação Planetário
06	Não entrada na rotina da Fundação Planetário a rotina de coleta de dados provocaria a inviabilidade do andamento e conclusão do projeto	2	3	6	evitar	Associar o efetivo fornecimento das informações ao sistema de Meritocracia da Fundação Planetário	Presidência da Fundação Planetário
07	A Fundação Planetário não controlar a operação do sistema computacional de simulação energética da edificação provocaria a impossibilidade da execução da Entrega 1.2.1 (Sistema de tomada de decisão de ações de eficiência energética)	3	3	9	transferir	Terceirizar o serviço	Presidência da Fundação Planetário
08	A FP não dominar a ferramenta GHG Protocol, impossibilitando a conclusão da entrega 1.2.2 (Avaliação da redução de emissões GEE decorrente das ações de EE)	1	3	3	evitar	Instruir responsável através reunião de orientação o método de uso da ferramenta	Gerente de Projeto
	Outra entidade se interessar pela implantação do sistema em suas unidades	2	2	4	explorar	Divulgar resultados e benefícios da Implantação do projeto na Sociedade	Presidência da Fundação Planetário

P – Probabilidade (1-3); I – Impacto (1-3)

N Risco a ser constantemente monitorado

Oportunidade a ser explorada

PROJETO:

Desenvolvimento de sistema integrado de ações de eficiência energética predial associadas à redução de emissões de GEE.

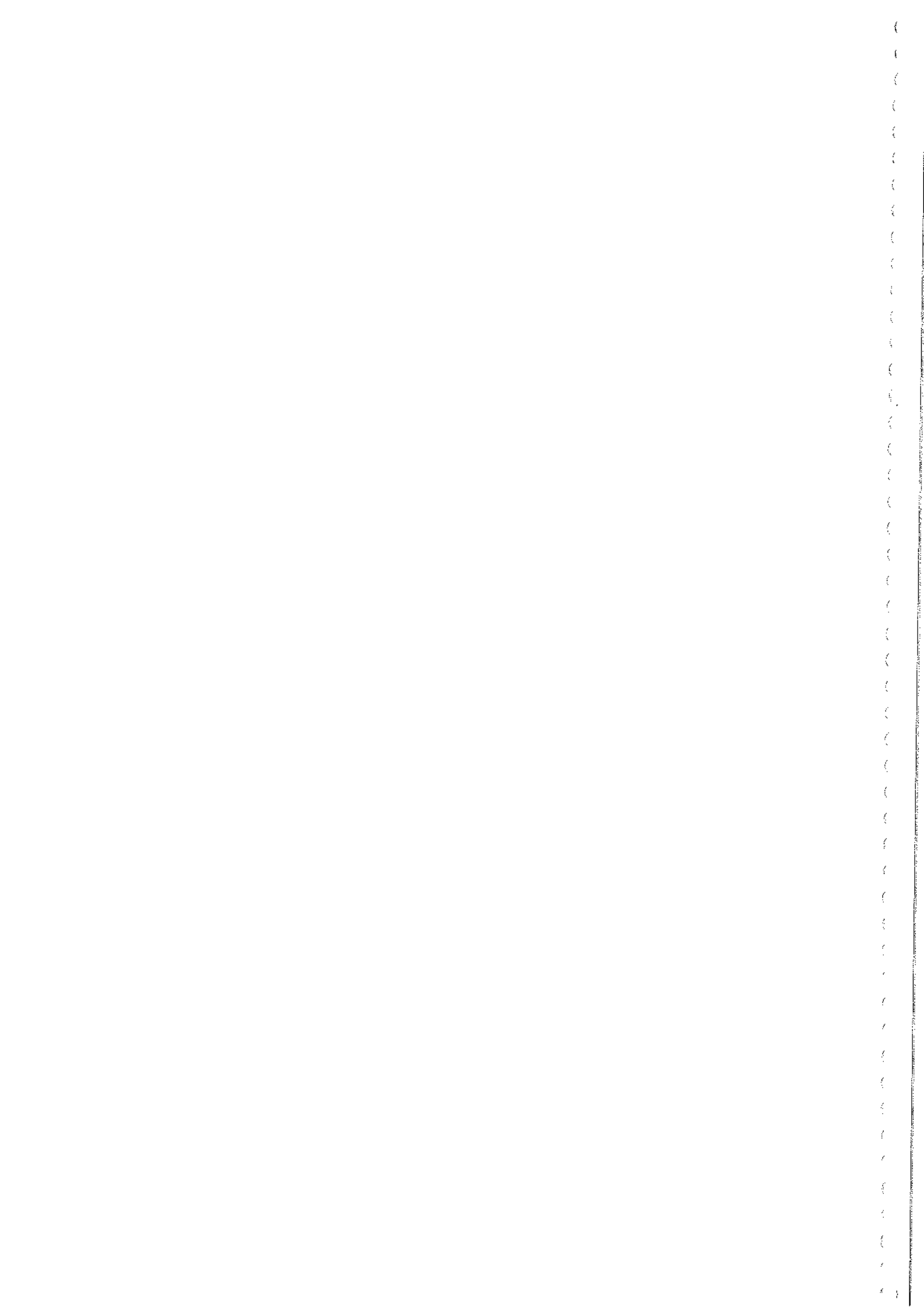
TÍTULO:

ANEXO 6 - MATRIZ DE RISCOS

AUTORES: Carlos Augusto Góes, Cristina Falquer e Victor Castro

DATA: 21/07/14





Estimativa de Custos
A presente estimativa levantou os custos decorrentes de ações demandadas pela Fundação Planetário que não eram consideradas inicialmente no Convênio Light - Planetário. São eles: os custos relativos à aplicação da Metodologia RTQ-C e os processos de monitoramento de consumo energético e de desempenho ambiental (condições internas e externas). Maiores detalhes a respeito dos serviços estão no Anexo 8 - Relatório de Lições Aprendidas. Os custos unitários de referência foram solicitados à Equalize (empresa de consultoria atualmente a cargo dos serviços), e apropriados para o Planetário de Santa Cruz. Foi também estimado o custo de treinamento de uma equipe de gerenciamento do processo de aplicação da Metodologia RTQ-C e simulação de desempenho energético de edificações, supondo o interesse da Prefeitura em incorporar essas abordagens aos seus processos de planejamento.

Planatório de Santa Cruz	
área (m2)	1652,73

Processo RTQ-C			
serviço	custo unitário (R\$/m2)	custo total serviço	Observação
1) diagnóstico e estratégia de atingimento de nível de eficiência energética			
a) avaliação prescritiva inicial ("pré-etiquetagem")	R\$ 3,12	R\$ 5.156,52	Processo que orienta decisões sobre as ações de eficiência energética a serem consideradas no cálculo da RCB pela light
elaboração de estratégias para melhorias de nível de EE	R\$ 2,34	R\$ 3.867,39	
TOTAL		R\$ 9.024	
2) avaliação definitiva			
			Processo que orienta decisão a respeito de futura etiquetagem (obtenção da ENCE) e obtém indicador quantitativo do futuro desempenho energético
avaliação prescritiva final	R\$ 2,34	R\$ 3.867,39	resultado: indicador qualitativo (nível de eficiência energética)
avaliação por simulação computacional de desempenho energético	R\$ 5,85	R\$ 9.668,47	Resultado: Indicadores qualitativo (nível de eficiência energética) e quantitativo (kWh/ano)
TOTAL (considerada a avaliação final por simulação)		R\$ 9.668	obtenção de indicadores qualitativo E quantitativo
3) obtenção de ENCE			
			Etapla eletiva, a critério do Presidente da Fundação Planetário
por sistema isolado	R\$ 1,00	R\$ 1.652,73	
edificação como um todo	R\$ 2,50	R\$ 4.131,83	
TOTAL (considerada a edificação como um todo)		R\$ 4.132	
TOTAL GERAL		R\$ 22.824	

Processos de medição de consumo e desempenho ambiental			
Serviço	custo unitário (\$/h)	custo total serviço	Observações
monitoramento consumo energético (60hs)	R\$ 100,00	R\$ 6.000,00	solicitados pela Fundação Planetário, para dimensionar o desempenho dos setores de atendimento ao Público (exposições e cúpulas)
monitoramento condições ambientais externas (125hs)	R\$ 160,00	R\$ 20.000,00	
TOTAL		R\$ 26.000	
TOTAL GERAL		R\$ 48.824	

TREINAMENTO			
Serviço	custo unitário	custo total serviço	Observações
RTQ-C (Ref: Curso FUNDEP-UFMG)			Custo de formação básica de equipe de projetos no âmbito da Prefeitura, para gerenciar Metodologia RTQ-C e simulação de desempenho termoenergético de edificações. Considerados 1 gerente de projeto, 1 arquiteto, um engenheiro eletricitista e um engenheiro mecânico. Foi considerado o uso do software Energyplus (gratuito)
Treinamento	R\$ 680,00		
passagem/estadias (3 dias)	R\$ 900,00	R\$ 1.580,00	
TOTAL 4 Técnicos		R\$ 6.320,00	
ENERGY-PLUS (Tecnobuild - SC)			
Treinamento	R\$ 1.990,00		
passagem/estadias (3 dias)	R\$ 900,00	R\$ 2.890,00	
TOTAL 4 Técnicos		R\$ 11.560,00	
TOTAL GERAL TREINAMENTO		R\$ 21.456,00	
total geral		R\$ 70.280	

PROJETO:
Desenvolvimento de sistema Integrado de ações de eficiência energética predial associadas à redução de emissões de GEE.

TÍTULO:
ANEXO 7 - ESTIMATIVA DE CUSTOS

AUTORES: Carlos Augusto Góes, Cristina Falquer e Victor Castro

DATA: 21/07/14





AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ASSOCIADAS A EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA FUNDAÇÃO PLANETÁRIO

ANEXO 8

LIÇÕES APRENDIDAS

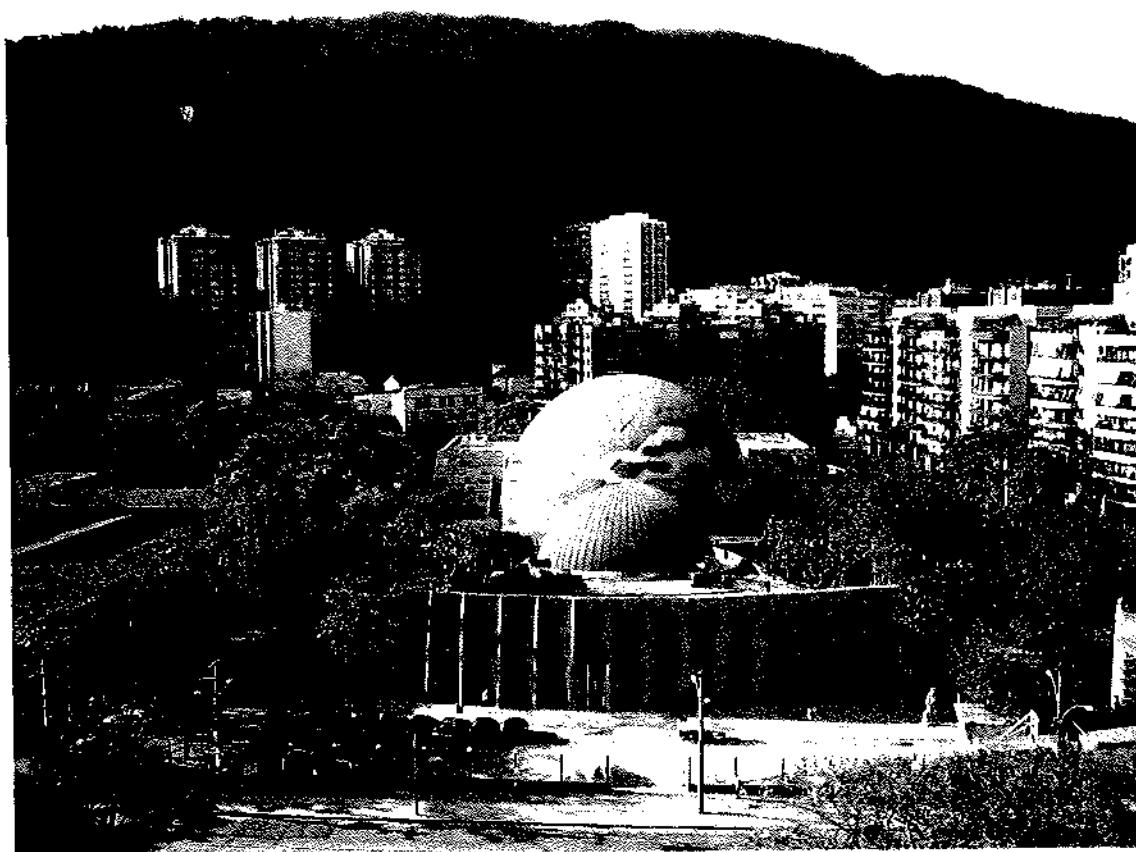
Carlos Augusto Góes (1); Cristina Falquer (2); Victor Castro (3)

(1) Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro – e-mail:

carlosaugustogoes.pcrj@gmail.com

(2) Controladoria Geral do Município do Rio de Janeiro – e-mail: cfalquer@gmail.com

(3) Rio Urbe – Empresa Municipal de Urbanização – e-mail: victor.pcrj@gmail.com



1. INTRODUÇÃO

1.1. Programa de Gestão Energética x Estratégia de baixo carbono

A partir do ano de 2012 começou a se materializar na Fundação Planetário um **Programa de Gestão Energética** associado a uma **Estratégia Corporativa de Baixo Carbono**, ambas estruturadas dentro dos Objetivos e Iniciativas do **Plano Estratégico 2013–2022**¹.

1.1.1. Convênio Light – Fundação Planetário

Deu início ao **Programa de Gestão Energética** a celebração de Convênio de Cooperação Técnica entre a Fundação Planetário e Light Serviços de Eletricidade, visando a promoção do uso eficiente e racional de energia elétrica nas instalações do Planetário, e a difusão de informações e conhecimento aos visitantes sobre Sistemas Fotovoltaicos. Com período de execução iniciado em 2012 e término previsto para 2017, o convênio prevê entre as obrigações da Light duas linhas de ação concentradas no conjunto edificado Planetário da Gávea / Museu do Universo:

- O desenvolvimento de projeto e implantação de medidas de eficiência energética do sistema de climatização do Planetário;
- A elaboração, desenvolvimento e implantação de projeto educacional para demonstração de sistema fotovoltaico e respectivo plano educacional.

As ações devem atender aos requisitos da Lei nº 9.991 de 24 de Julho de 2000, que dispõe que empresas concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar um percentual mínimo da receita operacional líquida em Programas de Eficiência Energética – PEE, segundo regulamentos da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, buscando maximizar os benefícios públicos de energia economizada e da demanda evitada.

1.1.2. Estratégia de baixo Carbono da FPCRJ

A Estratégia de baixo carbono articula-se às metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) de responsabilidade da Cidade do Rio de Janeiro². Suas linhas gerais incluem: a realização anual de inventários de emissões de GEE; a elaboração de cenários prospectivos e de um plano de redução de emissões, com base nos inventários realizados e no processo de planejamento da Fundação Planetário; e a prospecção do mercado de carbono, visando eleger projetos de redução de emissões viáveis de financiamento por meio de créditos de carbono;

Foram realizados inventários dos anos de 2012 e 2013 da Fundação Planetário (Planetário da Gávea/Museu do Universo e Planetário de Santa Cruz). Elaborados na metodologia GHG Protocol³, consideraram emissões diretas e indiretas, organizadas nos Escopos 1, 2 e 3⁴.

¹ Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro - Plano Estratégico 2013 – 2022, pgs 26 e 31: Objetivos Estratégicos a ampliação de práticas de sustentabilidade econômico-financeira (P6) e ambiental (P7), e como Iniciativas respectivamente a **redução de custos** (P6.3) a implantação de uma **Estratégia corporativa de baixo carbono**

² A Lei n.º 5.248, de 27 de janeiro de 2011 institui a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável e dispõe sobre o estabelecimento de metas de redução de emissões antrópicas de gases de efeito estufa para o Município do Rio de Janeiro

³ Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol. Coletado em http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf

⁴ **Escopo 1:** emissões de fontes diretas, relativas às atividades desenvolvidas sob o controle da FPCRJ (geradores, frotas de veículos, gases de refrigeração e extintores); **Escopo 2:** emissões de operações sobre as quais organização não tem controle (fontes indiretas: de **energia elétrica adquirida**); **Escopo 3:** emissões sobre as quais a FPCRJ tem alguma influência (fontes indiretas: resíduos e efluentes, viagens a negócios, transporte de funcionários, transporte de visitas escolares).

Os inventários evidenciaram a importância do consumo de eletricidade em suas emissões globais, traduzidas nas emissões de Escopo 2: em 2013, registraram-se 33% das emissões globais da Fundação Planetário como resultantes do consumo global de energia elétrica (2.035.389 kWh).

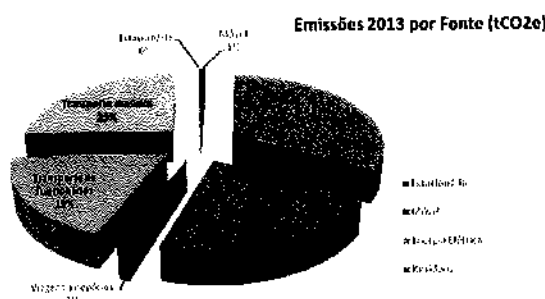


Tabela 14. Emissões por GEE em tCO₂e.

GEE (t)	Emissões em toneladas métricas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e)		
	Escopo 1	Escopo 2	Escopo 3
CO ₂	4,49	195,52	266,43
CH ₄	0,01	0,00	125,84
N ₂ O	0,08	0,00	2,85
HFCs	0,00		0,00
PFCs	0,00		0,00
SF ₆	0,00		0,00
NF ₃	0,00		0,00
Total	4,58	195,52	394,91

Fonte: autores

Fonte: FPCRJ - Inventário de GEE ano 2013

Ainda no mesmo ano, as emissões decorrentes do consumo de energia elétrica na unidade Gávea (1.634.482 kWh) alcançaram 26% das emissões globais e 35% das emissões locais.

1.1.3. Articulação entre o Programa de Gestão Energética e a Estratégia de baixo carbono

A articulação entre as duas iniciativas permite dar subsídios à participação em programas voltados para o combate ao desperdício de energia elétrica e de melhoria da eficiência energética dos equipamentos, processos e usos finais de energia, com os consequentes benefícios de redução de custo, e prospectar oportunidades junto a investidores no mercado de carbono.

2. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

2.1. Ações de eficiência energética

2.1.1. Desenvolvimento dos Projetos

2.1.1.1. Reforma da Central de Água Gelada

No início de 2013, com a aprovação da ANEEL, foi iniciada o projeto de modernização do sistema de climatização, que se concentrou na reforma da Central de Água Gelada (CAG) que atende aos dois prédios da Gávea. O critério de seleção das medidas de eficiência propostas no projeto foi o cálculo da Relação Custo-Benefício (RCB), que deve igual ou inferior a 0,80:

$$RCB = \frac{\text{Custos Anualizados}}{\text{Benefícios Anualizados}} (\leq 0,80)$$

A implantação da reforma tem término previsto para Setembro de 2014. A seleção dos equipamentos levou em consideração, além dos requisitos técnicos e da RCB nos limites estabelecidos pela ANEEL (RCB calculada foi de 0,771), as condições futuras de atendimento por equipes de manutenção e conservação e de monitoramento do consumo energético.

2.1.1.2. Projetos Educativos: Central fotovoltaica e Exposição temática

Ainda em fase de estudos para aprovação na ANEEL, os projetos educativos foram iniciados em 2013 a partir das premissas de que o sistema fotovoltaico será integrado ao

domus envidraçado do Museu do Universo, e o projeto educacional será materializado em exposição temática no 2º pavimento do mesmo prédio.

A Light apresentou uma concepção para a exposição, a ser instalada no 2º pavimento do Museu do Universo a partir de conteúdo fornecido pela Fundação Planetário. O conceito geral foi apresentado em 2013, e aguarda autorização para seu desenvolvimento e implantação.

O estudo de viabilidade do sistema fotovoltaico, com conclusão prevista para Julho de 2014, tem por objetivo estabelecer precisamente os parâmetros para a sua implantação: definir os referenciais arquitetônicos e de instalações prediais; decidir a respeito da tecnologia a ser utilizada; prever ganhos ambientais internos; definir quanto representará a oferta de energia em relação ao consumo dos setores de atendimento ao público (cúpulas e exposições).

Os principais passos dessa etapa até o momento foram:

- Apresentação de análise preliminar para implantação do projeto (Novembro/2013);
- Levantamento do consumo de energia elétrica das Cúpulas e setores de exposição (abril a julho/2014);
- Levantamento do comportamento higrotérmico do ambiente de exposições sob o domus (abril a julho/2014);
- Seleção do responsável pelo desenvolvimento do projeto do sistema fotovoltaico (Maio/2014);
- Modelagem de desempenho higrotérmico do setor de exposições sob o domus (previsão: julho/2014);
- Reunião de avaliação dos resultados e definições do projeto (previsão: julho/2014).

2.1.2. Proposição de Etiquetagem em Eficiência Energética

Como projeto de reforma da CAG não incorporou a avaliação do sistema de ar condicionado completo (fan-coils, rede de dutos de insulamento, retornos) e o projeto do sistema fotovoltaico, foi sugerida a aplicação do RTQ-C⁵, contém os quesitos necessários para a classificação do nível de eficiência energética de um edifício, viabilizando a submissão das características do edifício junto a Laboratórios de Inspeção acreditados pelo INMETRO e posterior obtenção da ENCE⁶. A etiquetagem de eficiência energética deve atender a requisitos relativos ao desempenho da envoltória, à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, e à eficiência do sistema de condicionamento de ar. As três categorias podem ser avaliadas por **método prescritivo** ou por **simulação computacional**. São também consideradas bonificações correspondentes a iniciativas que aumentem a eficiência energética da edificação, desde que justificadas e comprovadas as economias geradas (ex: uso de energia solar fotovoltaica). Os níveis de eficiência energética, obtidos tanto pelo método prescritivo como por simulação, são qualitativos: variam de *E* (menor eficiência) a *A* (maior eficiência). A simulação computacional consiste na modelagem termoenergética do edifício, obtendo como resultados as variáveis ambientais internas, índices de conforto e o consumo periódico de energia (ex: kWh/ano), entre outros⁷. O RTQ-C estabelece parâmetros de seleção do software a ser utilizado.

2.2. Linha do tempo das atividades

⁵ RTQ-C: Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Ver Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações – 1 (Apresentação da Etiquetagem) – LABEEE (UFSC), PROCEL Edifica, Eletrobras, INMETRO

⁶ ENCE: Etiqueta Nacional de Conservação de Energia. Ver Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações – 1 (Apresentação da Etiquetagem) – LABEEE (UFSC), PROCEL Edifica, Eletrobras, INMETRO

⁷ Curso de Introdução à modelagem termoenergética de edificações – UFMG, 2012

3. COMENTÁRIOS

3.1. Interferências e dificuldades

A ausência e defasagem dos cadastros arquitetônico, de instalações prediais e mecânicas comprometeu seriamente tanto o processo de análise dos sistemas pela metodologia RTQ-C com o de avaliação de desempenho do setor de exposições visando a implantação do sistema fotovoltaico.

➤ Museu do Universo:

- A Fundação Planetário dispõe somente do projeto executivo de arquitetura original em meio digital (dwg). Foram perdidos todos os arquivos referentes todos os projetos auxiliares (estrutura, instalações prediais, instalações mecânicas, etc...), devido à degradação da mídia (disquetes, zip-disks, etc). Somente entre 2013 e 2014 foram digitalizadas cópias dos desenhos dos diversos projetos e obtidas cópias de arquivos eventualmente disponíveis junto aos escritórios que os desenvolveram.
- As intervenções arquitetônicas e consequentes alterações de instalações prediais ocorridas entre 1998 e a data atual não foram incorporadas aos projetos executivos originais. A intervenção de maior vulto – a exposição inaugurada em 2005 – resultou na criação de um novo ambiente no 1º andar (a Nave Escola), e em alterações importantes no sistema de ar condicionado (supressão e deslocamento de dutos de insuflamento).
- O sistema de ar condicionado, além das alterações sofridas por conta da exposição, documentadas, foi também alterado nos seguintes pontos:
 - Remoção de fan-coil no restaurante operado pelo Zero-Zero, e substituição por unidades Split;
 - Instalação de diversas unidades Split em diversos setores do Museu do Universo (ex: bilheteria/recepção, diretoria de administração, etc.)
 - No final do ano de 2013 foi contratado pela Fundação Planetário serviço de substituição e reforma dos fan-coils. Os novos equipamentos, instalados em 2014, não foram submetidos à análise de seus níveis de eficiência energética nos critérios do RTQ-C.

➤ Planetário da Gávea

- A Fundação Planetário não dispunha dos projetos originais do prédio inaugurado em 1970. Os desenhos de arquitetura em meio digital limitavam-se a esboços da planta baixa. Somente entre 2013 e 2014 foram digitalizadas cópias dos desenhos remanescentes, cedidos gentilmente pelo autor do projeto (Arquiteto Renato Menescal). Ainda assim, há lacunas importantes: não foram localizados o desenho da cúpula em cobre existente e os desenhos da estrutura em concreto armado (fundamental para confirmar a informação de que as fachadas laterais são cortinas de concreto). A análise RTQ-C da envoltória depende portanto de prospecções no local;

Não há registros dos dutos de ar condicionado existentes. A análise RTQ-C do sistema de ar condicionado depende também de prospecções no local.

3.2. Comentários preliminares

Ainda na fase de elaboração do plano de trabalho, o projeto de ar condicionado abordou

somente a CAG, e não o sistema completo. O cálculo da RCB não consideraria investimentos também no sistema de distribuição. O RTQ-C, ferramenta de análise qualitativa proposta para o sistema completo que permitiria também a análise de outros investimentos (sistema FV) foi incorporado ao processo com os investimentos em ar condicionados já pactuados (RCB estimada restrita à CAG). Já não era mais possível aumentar o escopo do projeto da 1ª fase. A eficácia da análise RTQ-C para fins de orientação de decisões foi frustrada pelos seguintes fatores:

- ausência de cadastros completos e atualizados (arquitetônico, de instalações elétricas e de ar condicionado). A Fundação Planetário não garantiu a atualização dos cadastros em tempo hábil. As informações disponíveis são suficientes para avaliação preliminar (pré-etiquetagem);
- A especificação do Chiller foi compatível com o nível de eficiência D do sistema de ar condicionado (COP acima do desejável para níveis A ou B).
- A aquisição de novos fan-coils não tomou como parâmetro os níveis de eficiência energética.
- A Análise RTQ-C tem validade como registro, mas não é aproveitável para orientar os investimentos nos projetos em andamento.

Como uma conclusão preliminar, deveriam ser considerados na avaliação da edificação para fins de RCB os investimentos necessários para melhorar os níveis de eficiência energética do sistema de ar condicionado a partir da análise RTQ-C (determinação de COP).

