

Relatório de Análise de Eficiência Energética da Edificação do CNI

Preparado por:



Rede SENAI Renováveis e Soluções Energéticas



Brasília, Outubro 2014

Equipe Técnica

Nome	Empresa	Especialização
Arthur Denicol Ceratti	SENAI RS	Engenheiro Eletricista
Edward Madukanya	GIZ CE	Engenheiro Eletricista
Euclides Schlottfeldt Fagundes	Receita Federal	Engenheiro Eletricista
Fernando Soares Boner	Receita Federal	Engenheiro Civil
Francisco Joelli B de Souza	SENAI CE	Engenheiro Eletricista
Jorge Ribeiro Cunha da Silva	ESAF	Engenheiro Automação e Controle
Klaus P Albrechtsen	GIZ/Integration	Engenheiro Eletricista
Rolf Sielfeld	ea-buildings/Integration	Consultor Especialista
Renato Ferreira Simão	SENAI SC	Engenheiro Eletricista
Wendell Soares Pacheco	SENAI ES	Engenheiro Eletricista

Informações Legais

1. Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.
2. A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

Conteúdo

1. Sumário executivo	4
2. Oportunidades Identificadas	5
a. Arquitetura/Fachada	5
i. Diagnóstico	5
ii. Análise	5
iii. Medidas Recomendadas	5
b. Arquitetura interna	6
i. Diagnóstico	6
ii. Análise	6
iii. Medidas Recomendadas	7
c. Iluminação	8
i. Diagnóstico	8
ii. Análise	8
iii. Medidas Recomendadas	9
d. Gestão	9
• Iluminação:	9
i. Diagnóstico	9
ii. Análise	9
• Ar condicionado:	11
i. Diagnóstico	11
ii. Análise	11
e. Análise Tarifário	12
i. Diagnóstico	12
ii. Análise	12
3. Resumo MEE (Medidas de Eficiência Energética)	16
4. Referências bibliográficas	19

1. Sumário executivo

Nos últimos anos a Eficiência Energética ganhou importância no Brasil, devido aos déficits do setor energético. Segundo estimativas de especialistas da área de energia, com ações de eficiência energética, um equivalente de 415 mil barris de petróleo por dia, e à geração de uma usina hidrelétrica com capacidade de 8.200 MW, pode ser evitado até o ano 2020. Porém se trata de um tema incipiente e pouco aplicado no setor brasileiro industrial. Num estudo sobre a aplicação de medidas e políticas de eficiência energética nas maiores economias do mundo, o Brasil ocupa o penúltimo lugar.

No âmbito do trabalho da Rede Renováveis e Soluções Energéticas, do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, com apoio da agência de cooperação internacional alemã – GIZ, foi realizado um estudo no tema da edificação do CNI entre o dia 13 e 17 de Setembro 2014. Agradecemos a Marcos Henrique Barbosa Mousinho, engenheiro da manutenção pelo apoio na realização do estudo. Para o grupo de trabalho do SENAI o estudo serviu como estudo de caso para uma capacitação no tema. O estudo foi coordenado pelo especialista da GIZ Rolf Sielfeld, engenheiro químico e com mais de 10 anos experiência como consultor de eficiência energética.

Através do diagnóstico realizado, percebeu-se um grande potencial de economia de energia. O presente estudo, visou a realização dessa economia através da realização do mínimo de investimentos possíveis, priorizando o uso da estrutura atual e apenas realizando pequenas alterações.

2. Oportunidades Identificadas

a. Arquitetura/Fachada

i. Diagnóstico

- Orientação das maiores fachadas para leste e oeste;
- Duas maiores fachadas em vidro transparente sem tratamento;
- Proteção através de brises nas fachadas de vidro;
- Localizado entre prédios nos lados Oeste/Leste.

ii. Análise

A implantação com suas duas maiores fachadas viradas nos sentidos Leste e Oeste, faz o prédio receber iluminação solar intensa tanto no nascente quanto no poente do sol.

As fachadas viradas nos sentidos de maior incidência solar são revestidas em vidro simples transparente sem tratamento térmico ou lumínico, que faz com que entre muita luz, e ao mesmo tempo muito calor, que gera desconforto aos usuários.

Os brises verticais manuais ficam permanentemente na mesma posição, assim a abertura dos mesmos não varia durante o dia.

Os prédios no lado de cada uma dessas faces bloqueia o sol enquanto ele está mais baixo, porém reflete a luz do sol quando ele está no lado inverso, gerando desconforto aos usuários.

iii. Medidas Recomendadas

Recomenda-se a automação dos brises com o uso de sensores de luminosidade para que estes abram ou fechem conforme a luminosidade externa. Esta varia devido a posição do sol ou a quantidade de nuvens.

Para os brises, existem duas formas de se realizar o trabalho de automatização, a maneira mais fácil de se realizar o trabalho, visa a programação de algum dispositivo (microcontrolador, por exemplo) com as características solares da região. Este dispositivo seria então acoplado a motores capazes de atuar na disposição dos brises, buscando sempre pelas melhores condições de uso da energia natural porem mantendo sempre o conforto dos usuários do prédio.

b. Arquitetura interna

i. Diagnóstico

- Forro mineral modular
- Divisórias de madeira
- Persianas em todas as janelas
- 49 postos de trabalho
- predominância de cores claras nos moveis e divisórias

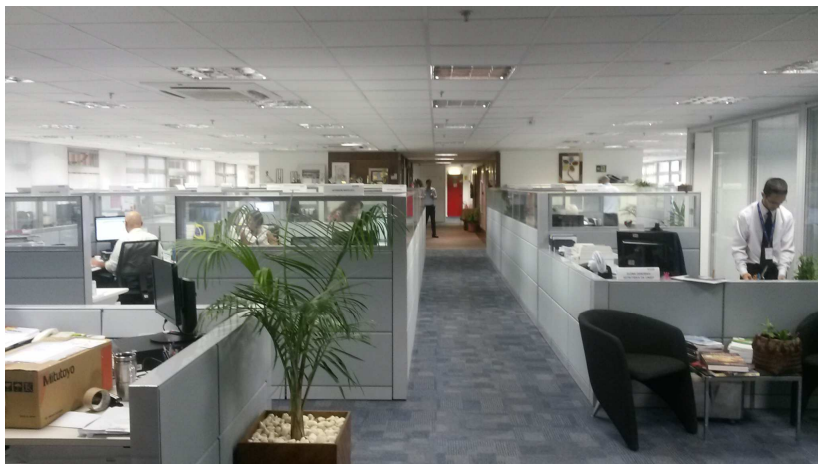


Figura 1: Escritório 3º andar

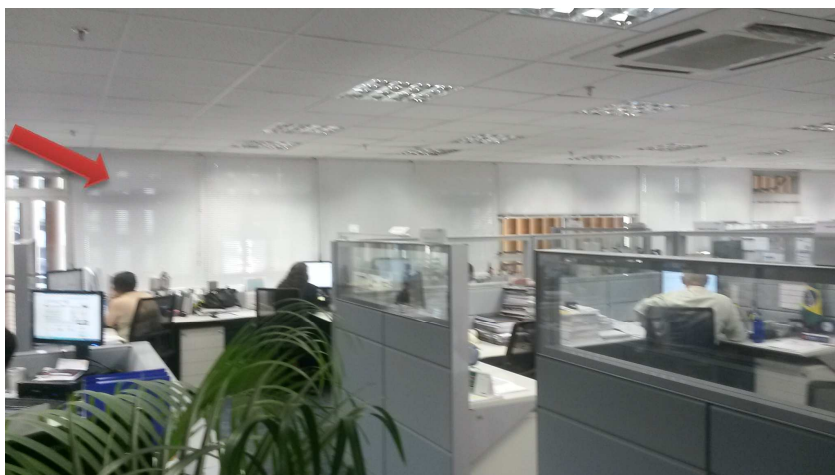


Figura 2: Persianas nas janelas

ii. Análise

Ao se observar a utilização das funcionalidades da arquitetura interior se percebe um mau aproveitamento da iluminação natural, uma vez que as persianas, presentes em todas as janelas, estão quase na sua maioria constantemente fechadas, principalmente em função da não utilização adequada dos brises.

A ocupação dos postos de trabalho dificilmente é total, pois os funcionários costumam atender a reuniões e compromissos em outros locais do prédio.

A arquitetura interna, apesar das questões apresentadas acima, apresenta predomínio no uso de cores claras, conferindo ao ambiente maior claridade e um melhor aproveitamento da iluminação.

iii. Medidas Recomendadas

Com a automatização dos brises existe a possibilidade de que as persianas possam ser removidas das janelas do prédio ou utilizadas de forma coerente através de palestras de conscientização dos funcionários, pois seria dessa forma possível um melhor uso da energia luminosa natural sem que essa afetasse o conforto dos funcionários.

Outra opção, caso não fossem automatizados os brises, seria a automatização das persianas.

c. Iluminação

i. Diagnóstico

- Luminárias c/ 4 lâmpadas de Philips 16W T8, em formato do forro modular;
- Posicionamento conforme padrão geométrico;
- Média de 450 lux no posto de trabalho;
- Layout flexível.

ii. Análise

A quantidade existente de lâmpadas por luminária e a disposição das luminárias, resulta em uma intensidade total de potencia de aproximadamente 28W/m². Muito acima do máximo preconizado pela norma ASHRAE 55 que é 10 W/m². Além disso, a luminosidade gerada é excessiva. Muito acima do exigido por norma para ambientes de trabalho. O excesso gera custos com energia desnecessários.

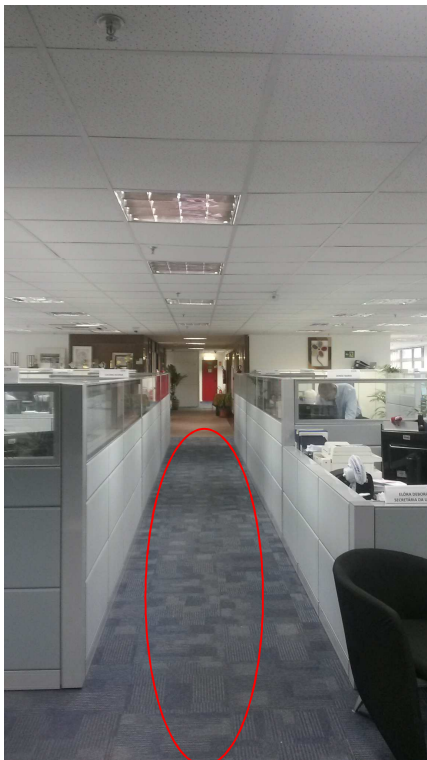


Figura 2: Corredor iluminado

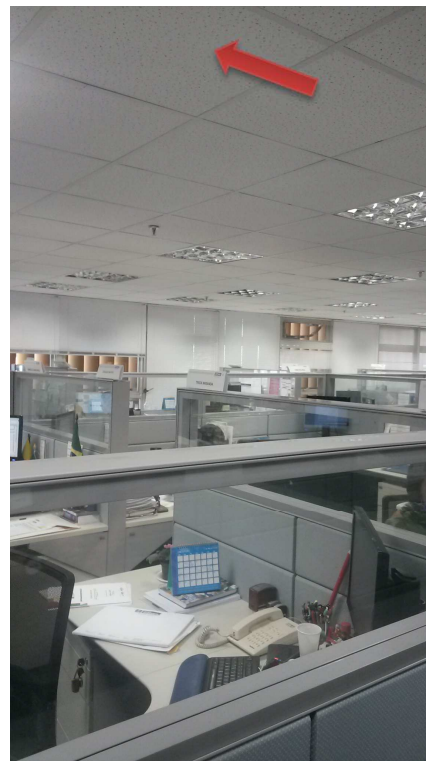


Figura 3: Posto de trabalho pouco iluminado

A disposição das luminárias não foi orientada pelo layout do ambiente. Dessa forma existem muitas luminárias sobre corredores, e algumas luminárias de estações de trabalho ficam sobre os funcionários, que não é ideal pelo fato de que a cabeça dos próprios funcionários cria sombra sobre os papeis de trabalho.

iii. Medidas Recomendadas

A disposição das luminárias deve ser revista, distribuindo-as melhor sobre as estações de trabalho e reduzindo a quantidade de luminárias sobre corredores. Os cálculos mostram que em todas as áreas visitadas a utilização de 4 lâmpadas por luminária é desnecessária, portanto podem ser reduzidas para 2 lâmpadas por luminária sem prejuízo às tarefas dos funcionários.

A instalação de luminárias inteligentes que regulam suas potências conforme a quantidade de luminosidade natural e artificial existente no ambiente reduzirá consideravelmente o consumo de energia, visto que a geometria retangular do prédio favorece a utilização da luz natural.

As luminárias abrem o fecho de luz de forma diferente nas duas direções, por isso, a orientação das mesmas devem ser adequadas conforme a utilização das áreas a serem iluminadas.

d. Gestão

É possível obter uma redução no consumo de energia a partir da forma como a energia elétrica é utilizada. Por exemplo, evitar a utilização de lâmpadas em locais onde não há funcionários, controle do ar condicionado por zonas de trabalho.

Uma alternativa de grande eficiência é a eleição ou contratação de um “Gestor de Energia” que terá a atribuição de acompanhar se as ações propostas de economia de energia estão sendo executadas, principalmente às que exigem a conscientização e participação dos funcionários, podendo ser eleito um gestor de eficiência energética por andar.

Este gestor possuirá a função de verificar se as atitudes de conservação de energia estão sendo executadas pelos seus colegas em cada andar. Assim como, ser a pessoa que verificará com os colegas de trabalho se as políticas de conservação estão de acordo com os seus perfis de trabalho.

- **Iluminação:**

- i. Diagnóstico

Conforme relatado pelo responsável pela manutenção, o sistema de iluminação do edifício é operado pela segurança do edifício. De forma que as 08:30 um funcionário liga a iluminação de todos os andares e por volta das 19:30 um funcionário desliga a iluminação (sendo que algumas vezes este horário pode ser estendido até as 20:00). Após este horário, as luzes são desligadas nos ambientes sem funcionários, permanecendo os ambientes ainda ocupados.

- ii. Análise

O horário comercial do edifício é das 09:00 até 18:00, ou seja, existe um período de 2:00 onde a iluminação permanece completamente ligada sem muitos funcionários nos escritórios.

iii. Medidas recomendadas

Alterar a política do edifício para passar a responsabilidade de ligar e desligar a iluminação para os funcionários dos andares no momento que chegam e saem do trabalho. Isto exige um trabalho de conscientização dos funcionários, para que todos colaborem com o controle da sua zona de trabalho.

É interessante também fazer uma identificação visual para evidenciar a localização dos interruptores e as zonas que eles comandam (por exemplo, marcar no teto com uma fita colorida as luminárias comandadas por um mesmo interruptor e identificar a localização deste interruptor com a mesma cor).

Para que estas ações sejam possíveis serão necessárias algumas sensibilizar os funcionários através de palestras, adesivos, e indicadores mensais de consumo com iluminação.

- **Ar condicionado:**

- i. Diagnóstico

A política de utilização dos condicionadores de ar é similar à utilizada para a iluminação. O sistema de refrigeração de ar é ligado às 07:30 e desligados às 17:50 (quando não há eventos que se estendam além deste horário). Em ocorrência de eventos os condicionadores permanecem ligados.

Está em andamento a alteração da tecnologia utilizada para o sistema de refrigeração de ar.

- ii. Análise

A substituição da tecnologia do sistema de condicionadores de ar, sem alterar a política de operação dos condicionadores, já implicará em uma redução do consumo de energia pelo uso de uma tecnologia mais eficiente.

O horário de colocação em operação do ar condicionado está programado para 1:30 antes do início do horário comercial. Segundo o responsável pela manutenção, este horário é definido para que o sistema trabalhe sempre no seu ponto de operação mais eficiente até atingir a temperatura ambiente interna.

O sistema de ar condicionado atual não permite o controle de temperatura setorial, por exemplo, escolher os andares que serão refrigerados. Desta forma, quando ocorrem eventos que se estendem além do horário comercial, os equipamentos dos condicionadores de ar continuam refrigerando todo o edifício, mesmo que não haja mais funcionários no local, desperdiçando assim energia.

- iii. Medidas recomendadas

A nova tecnologia, que está sendo instalada no edifício, possibilita o controle do sistema de ar condicionado por zonas. Assim, será possível o controle da temperatura por andar e por pequenas zonas em cada andar. Assim sugere-se que, em dias de eventos, sejam utilizados apenas as condensadoras e evaporadoras que estão localizadas nestes ambientes.

O novo sistema de ar condicionado é considerado mais eficiente e mais rápido para atingir a temperatura desejada do ambiente. Desta forma sugere-se revisar o horário de partida do sistema para um horário mais próximo do horário comercial, por exemplo, às 08:30 e posteriormente verificar a real eficiência deste horário, se for necessário deve-se reajustá-lo.

e. Análise Tarifário

i. Diagnóstico

Atualmente a empresa é atendida pela concessionária local CEB e está enquadrada no subgrupo AS, com Modalidade Tarifária Azul, e valores Contratados de Demanda de 950kW no horário Fora de Ponta e 850kW na Ponta.

Além disso, as ultrapassagens de Demanda têm sido frequentes.

ii. Análise

Diante do exposto, foi realizando um levantamento prévio de todos os últimos 24 meses de consumo elétrico faturados pela CEB, onde após uma filtragem, tomou-se como amostra os meses de mai/13 a Abr/14, em virtude da melhor confiabilidade dos valores medidos e foram aplicados os valores de Tarifa vigentes homologados pela ANEEL.

Com isso, realizamos uma Análise Tarifária, de modo a se determinar o valor ótimo das Demandas Contratadas, além de se avaliar se a opção tarifária está adequada à rotina de operação do edifício.

Os resultados seguem abaixo:

MÊS/ANO	CONSUMO				
	REF.	ENERGIA REATIVA		ENERGIA ATIVA	
	Mês/Ano	ERE Ponta (kwh)	ERE Fora de Ponta (kwh)	Consumo Ponta (kwh)	Consumo Fora de Ponta (kwh)
05/2013	mai/13	2,00	2,00	31.089,00	244.109,00
06/2013	jun/13	10,00	-	27.376,00	222.948,00
07/2013	jul/13	-	-	27.313,00	221.598,00
08/2013	ago/13	-	-	30.972,00	225.312,00
09/2013	set/13	-	-	30.348,00	228.761,00
10/2013	out/13	-	-	33.334,00	253.586,00
11/2013	nov/13	-	-	29.966,00	267.620,00
12/2013	dez/13	-	-	25.878,00	251.255,00
01/2014	jan/14	-	-	18.640,00	193.893,00
02/2014	fev/14	-	-	25.575,00	259.200,00
03/2014	mar/14	-	-	28.469,00	215.139,00
04/2014	abr/14	-	-	41.904,00	274.056,00
TOTAL		12,00	2,00	350.864,00	2.857.477,00
MÉDIA		1,00	0,17	29.238,67	238.123,08

Tabela 1: Histórico de Consumos

REF.	DEMANDA							Iluminação pública
	ATIVA						REATIVA	
	CONTRATADO		ULTRAPASSAGEM		REGISTRADA		REATIVA EXCEDENTE	
Mês/Ano	Ponta (kw)	Fora de Ponta (kw)	Ponta (kw)	Fora de Ponta (kw)	Ponta (kw)	Fora de Ponta (kw)	=DMCR Máx - Demanda Máx	
mai/13	850	950	0	66	876,00	1.016,00	-	525,18
jun/13	850	950	0	0	883,00	944,00	-	525,18
jul/13	850	950	0	0	818,00	907,00	-	525,18
ago/13	850	950	0	0	735,00	852,00	-	525,18
set/13	850	950	0	0	768,00	887,00	-	525,18
out/13	850	950	52	157	902,00	1.107,00	-	525,18
nov/13	850	950	130	150	980,00	1.100,00	-	525,18
dez/13	850	950	0	132	876,00	1.082,00	-	525,18
jan/14	850	950	0	53	857,00	1.003,00	-	525,18
fev/14	850	950	61	0	911,00	993,00	-	554,49
mar/14	850	950	92	0	942,00	987,00	-	554,49
abr/14	850	950	46	61	896,00	1.011,00	-	554,49
			31,75	51,58	870,33	990,75		

Tabela 2: Histórico de Demandas

ANÁLISE:

Valor inicial de demanda contratada simulada:

860 kW

Obs.: A simulação é feita com alcance até 50 kW acima da demanda inicial simulada

Custo mínimo obtido das simulações:

R\$ 368.759,01

Demanda contratada para o custo mínimo:

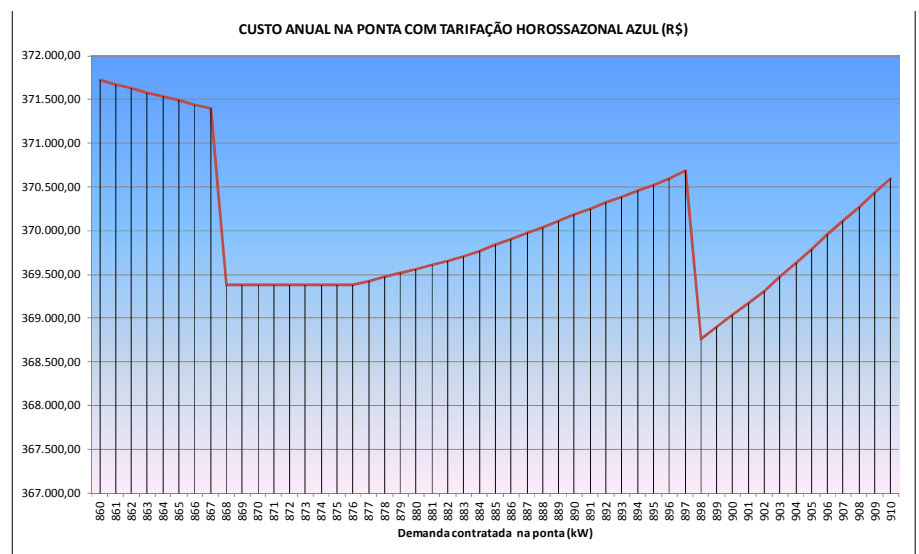
898 kW


Tabela 3: Valor ótimo do contrato atual (Azul) na Ponta

ANÁLISE:

Valor inicial de demanda contratada simulada:

980 kW

Obs.: A simulação é feita com alcance até 50 kW acima da demanda inicial simulada

Custo mínimo obtido das simulações:

R\$ 707.220,17

Demanda contratada para o custo mínimo:

993 kW

Valores ótimos para demandas:

Demanda contratada ponta 898 kW

Demanda contratada f. ponta: 993 kW

Custo anual com as demandas otimizadas:

R\$ 1.082.369,27

Economia anual projetada com THS AZUL:

R\$ 11.946,88

redução relativa 1,09%

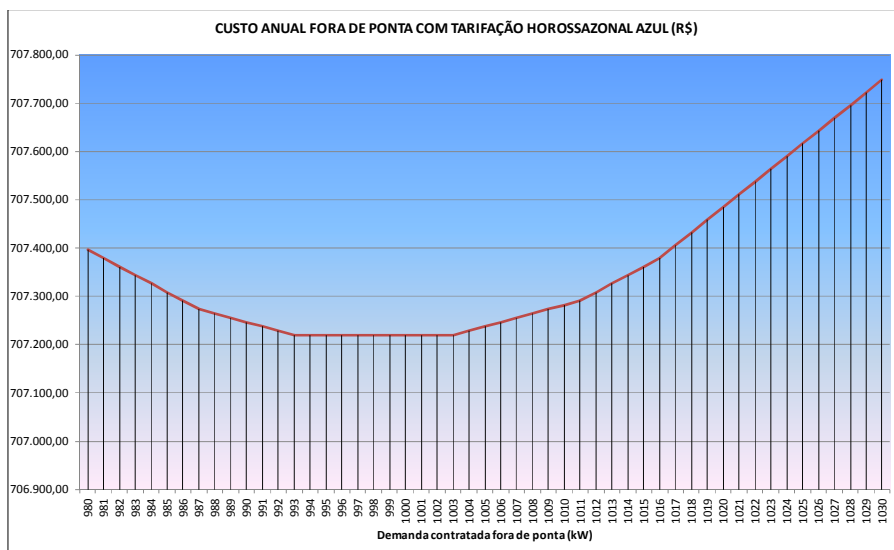


Tabela 4: Valor ótimo de Demanda no horário Fora de Ponta

Observe que na avaliação acima, os novos valores simulados para contratação de Demanda Foram 898kW e 993kW para ponta e Fora ponta respectivamente. Desse modo, o custo anual evitado dentro do perfil de consumo registrado no período, seria de aproximadamente 1,10% dos custos anuais acumulados.

Em outra avaliação, comparamos os dados medidos com outra modalidade Tarifária passível de ser contratada, isto é a TH – Verde, que possui critérios diferentes de faturamento de consumo e demanda Fora Ponta e Ponta.

ANÁLISE:

Valor inicial de demanda contratada simulada:

1020 kW

Obs.: A simulação é feita com alcance até 50 kW acima da demanda inicial simulada

Custo mínimo obtido das simulações:

R\$ 1.022.456,84

Demanda contratada para o custo mínimo:

1054 kW

Economia anual projetada com THS VERDE:

R\$ 71.859,31

redução relativa 6,57%

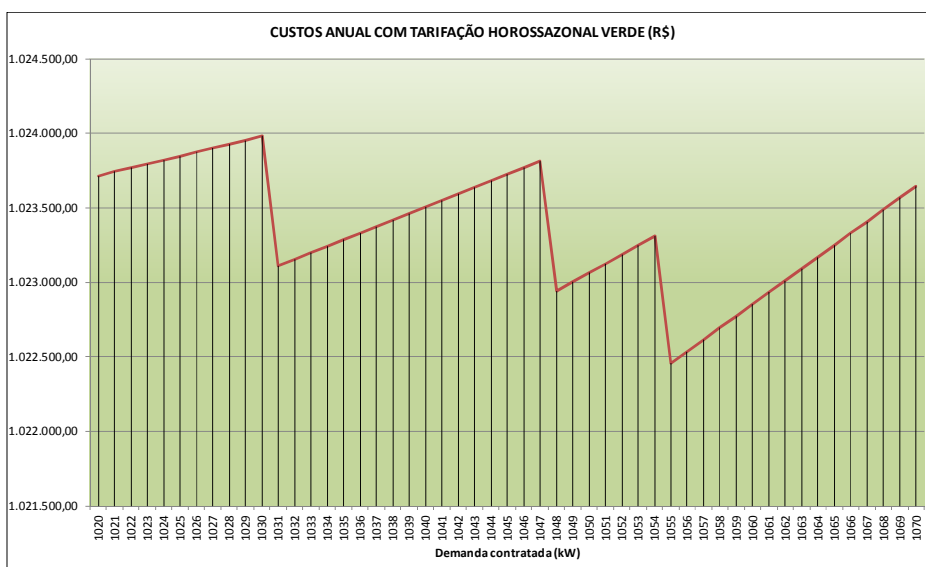


Tabela 5: Simulação de Contrato na Modalidade TH-Verde

Observe que neste caso a economia teria sido ainda maior. O custo total evitado em um ano teria sido maior que 6,5% dos custos totais de eletricidade em comparação com o contrato atual. Além disso, devido as características de faturamento desta modalidade tarifária, qualquer redução no consumo energético principalmente no horário de Ponta (das 18:00 as 21:00) refletirão de forma significativa na economia final.

iii. Medidas Recomendadas

Conforme exposto, sugerimos que seja realizada uma avaliação aprofundada do perfil de carga do prédio e posteriormente uma adequação do contrato de fornecimento junto a CEB.

Ajustes na operação do Edifício, de modo a reduzir ao máximo o consumo no horário de ponta após a adequação do Contrato para TH-Verde.

Análise de viabilidade de uso dos geradores existentes no horário de Ponta, visto que os custos de geração tendem a ser menores que as tarifas cobradas pelo consumo de energia (kW.h) neste horário (no caso do contrato TH-Verde).

3. Resumo MEE (Medidas de Eficiência Energética)

Item	Diagnóstico	Análises	Medidas	ROI
Arquitetura/Fachada	<ul style="list-style-type: none"> - Orientação frente p/ Oeste - Duas maiores fachadas em vidro simples virada p/ nascente e poente do sol; cobertas de brises - Localizada entre dois prédios nos lados Oeste/Leste 	<ul style="list-style-type: none"> - brises de acionamento manual - fachada sem isolamento - recebimento de iluminação através da reflexão do sol no prédio vizinho 	<ul style="list-style-type: none"> - brises de acionamento automático com sensores georeferencial 	1-2 anos
Arquitetura interior	<ul style="list-style-type: none"> - Forro mineral modular - Divisórias de madeira - Persianas em todas as janelas - 49 postos de trabalho - predominância de cores claras nos moveis e divisórias 	<ul style="list-style-type: none"> - Persianas manuais, maioria constantemente fechada - Organização dos postos de trabalho segue um padrão dos anos 90 - Ocupação parcial em diferente horários - Boa reflexão de luz devido às cores claras 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação da necessidade da persiana em função da automatização das brises - Persianas automatizado - Conscientização 	1-2 anos
Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> - luminárias c/ 4 lâmpadas de Philips 16W T8, em formato do forro modular - Posicionamento conforme padrão geométrica - na média 450 lux no 	<ul style="list-style-type: none"> - 28W/m² - Posicionamento das luminárias não esta associado a real necessidade (corredores com mesmo intensidade de iluminação aos postos 	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptar posicionamento das luminárias a Layout do ambiente - Aproveitamento de luz natural através de luminárias inteligentes, que atuam em acordo com a luz natural 	0-1 ano (troca de luminárias e melhoramento do desenho atual); 2-3 anos control automático de

	<ul style="list-style-type: none"> - posto de trabalho Layout variável 	<ul style="list-style-type: none"> - de trabalhos) Excesso de luminosidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Rever orientação das luminárias - Analisar viabilidade das duas alternativas: 1) Reduzir de forma global a densidade de potencia para até 8W/m² 2) buscar de nível de iluminação até 50 Lux para corredores/ambiente e implementação de luminárias de mesa 	luminosidade
Gestão da Energia - Iluminação	<ul style="list-style-type: none"> - Horário de funcionamento da Iluminação 08:30 até 19:30; - Horário comercial 09:00 até as 18:00 - Controle das luminárias pela segurança 	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminação permanece completamente ligada com poucos funcionários por 2 horas do dia 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar a política de controle das luminárias; - Conscientizar os funcionários sobre a importância do controle local da iluminação; - Passar a responsabilidade de ligar a iluminação para os funcionários; - Identificar as posições dos interruptores e as respectivas luminárias que eles controlam (identificação por cores); 	0 ano
Gestão da Energia – Ar condicionado	<ul style="list-style-type: none"> - Horário de funcionamento 07:30 até 17:50; - Alteração da tecnologia do sistema de 	<ul style="list-style-type: none"> - A utilização de uma tecnologia mais eficiente implicará uma redução no consumo de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar o horário de utilização do ar condicionado para reduzir o tempo operante sem 	0 ano

	condicionamento de ar;	<ul style="list-style-type: none"> - O ar condicionado é ligado 1:30 antes do horário comercial; - O sistema atual não permite controle por zonas, fazendo que com que todo o prédio seja refrigerado quando ocorrem eventos anoite. 	funcionários; <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o controle por zonas para refrigerar somente os ambientes ocupados; 	
Gestão de Energia – Análise Tarifária	<ul style="list-style-type: none"> - Foi possível verificar que o contrato de energia da empresa com a CEB, possui valores de Demanda contrata para diferentes postos horários (Ponta e Fora de Ponta) e que tem sido ultrapassada em alguns momentos; - O edifício conta com 04 Geradores de 450kVA para uso em contingencia e Horário de Ponta (18:00 as 21:00). 	<ul style="list-style-type: none"> - Os dados de consumo do edifício não são condizentes com o modelo e montantes contratados junto a CEB; - O melhor contrato seria a migração para TH-Verde, com Montante de Demanda de 1054kW, com um ganho médio de 6,5% /ano nos custos de eletricidade; - Foi possível identificar que existe um potencial ainda maior com a otimização do uso de eletricidade no Horário de Ponta e com o uso do Gerador neste horário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar o contrato atual com a concessionária local; - Realizar um estudo detalhado de viabilidade de uso do Gerador na Ponta; - Realizar um trabalho efetivo de Gestão do uso de energia no horário de Ponta, desviando o máximo das cargas para fora deste horário. 	0-1 ano

4. Referências bibliográficas