

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA

Projeto ICLEI SD Labs: Relatório do Grupo de Energia

Proposta de Gerenciamento de Resíduos para Fortaleza

Northeastern University

Nicole Kleinberg, Andreas Lantzakis, Mark Morton, Tajonae Oyelowo e Kyle
Tobias.

2019



SUMÁRIO EXECUTIVO

Embora Fortaleza tenha motivação para se tornar uma cidade mais eficiente em termos de energia, ainda há melhorias que precisam ser feitas para atender às necessidades atuais da população da cidade. Por meio de nossas pesquisas e discussões com a prefeitura [1], aprendemos sobre as necessidades das pessoas e as necessidades da cidade em termos de iluminação pública e edifícios públicos. As três principais necessidades são a alta demanda por ruas iluminadas por razões de segurança, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e economizar dinheiro através do aumento da eficiência energética. Nosso plano de ação proposto pode ajudar o setor de energia da cidade, principalmente relacionado à iluminação pública e modernização de edifícios públicos, para melhorar a maneira como eles implementarão seus planos atuais e por que eles devem incentivar mais melhorias.

A primeira ação proposta é um plano de cinco anos para substituir todas as luzes de rua de iodetos ou brancas por luzes de LED. Devido ao imposto sobre iluminação pública, já existe capital suficiente para implementar este plano [1]. Esse plano seria realizado dentro de cinco anos, com uma quantidade crescente de iodetos ou luzes brancas sendo substituídas a cada ano. A cada ano, haverá um aumento no percentual para permitir que a energia economizada no início do projeto ajude a cobrir os custos do plano no final. Embora haja muito investimento nesse plano, esse plano será pago em cerca de sete anos, incluindo os cinco para implementar o plano. Após sete anos, o plano começará a gerar lucro, permitindo mais investimentos em formas mais eficientes de energia para a cidade. Com a atualização das luzes da rua, a cidade economizaria cerca de R \$ 68,1 milhões por ano, após os primeiros 7 anos do projeto [2], devido à menor demanda de energia e à menor frequência de troca das lâmpadas, pois os LEDs duram mais do que as lâmpadas de iodetos ou brancas.

A segunda ação proposta é como e por que as 6000 luzes programáveis de LED contratadas para serem executadas a partir de novembro devem ser aplicadas em toda a cidade. Essas luzes LED programáveis são cerca de 25% mais eficientes em termos de energia do que uma luz LED comum [1].

Esperamos que nossos cálculos possam ajudar a cidade a contratar uma equipe para ajudar a organizar esse programa de instalação. Recomenda-se que sejam usados principalmente em espaços públicos para manter as ruas o mais seguras possível, mas também para economizar energia em áreas que são usadas menos depois do anoitecer. Haverá ganhos monetários de cerca de R \$ 693.000 [2] com a diminuição da demanda de energia.



A terceira recomendação seria atualizar as instalações públicas para torná-las mais eficientes em termos energéticos. Os edifícios públicos representam cerca de 42% da demanda de eletricidade do Brasil [3], e o retrofit desses edifícios reduzirá a demanda de eletricidade. Isso torna o custo de manutenção dos edifícios mais barato e o custo da eletricidade no futuro também mais barato. Um exemplo neste relatório para dar uma ideia geral da energia e dinheiro economizados por meio de algumas atualizações importantes são os hospitais. Eles são o consumo de energia número um em edifícios públicos. Com a renovação dos hospitais com novos sistemas HVAC e luminárias LED, a energia utilizada nos hospitais diminuiu em 77.000 kWh por ano e seus custos gerais diminuíram em R \$ 62.000 por ano. Os hospitais são usados como exemplo para mostrar que, se essas reformas forem realizadas conforme planejado anteriormente, o impacto reverberará em muitos setores diferentes da cidade. Existem cálculos que suportam as evidências declaradas acima. O plano que propusemos era atender às necessidades das pessoas e da cidade com base nos recursos disponíveis.

COMPARAÇÕES ENTRE O BRASIL E A INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA DOS ESTADOS UNIDOS

Por meio de nossa pesquisa, descobrimos diferenças e semelhanças entre as políticas dos Estados Unidos e do Brasil pertencentes ao setor de energia. O setor de energia é definido para incluir principalmente iluminação pública e edifícios públicos. A Administração de Informações Energéticas dos Estados Unidos demonstrou recentemente um interesse crescente em gás natural e renováveis, além de diminuir o consumo da indústria do carvão [4]. Por outro lado, o Brasil pesquisa e investe em energia limpa desde a década de 1970. O desenvolvimento em larga escala de recursos de energia renovável, como usinas hidrelétricas e produção de álcool combustível [5], permitiu que a maior parte da energia do Brasil fosse fornecida a partir de um recurso renovável. Essas novas tecnologias também levaram à criação de um Conselho Nacional de Política Energética no Brasil em outubro de 2000. Embora os Estados Unidos sejam uma superpotência e um exemplo assumido para o mundo, o Brasil tem liderado estratégias e práticas progressivas de energia renovável.

Embora os Estados Unidos não sejam um excelente exemplo de energia renovável, Boston tem feito progressos para se tornar uma cidade mais ecológica e com maior eficiência energética. Em 2015, Boston recebeu um prêmio por economizar mais energia em uma única cidade pelo American Council for a Energy-Efficient Economy (ACEEE). Isso vinha se desenvolvendo há algum tempo devido aos numerosos esforços do plano de ação climática de Boston, Renew Boston Solar, etc. [6]. Isso é bastante semelhante a Fortaleza. As políticas atuais de Fortaleza serão descritas abaixo; no entanto, tem sido uma das cidades mais progressistas do Brasil em termos de motivar a si e ao seu povo a se tornarem mais eficientes em termos de energia [1].



AS NECESSIDADES DE FORTALEZA

Depois que chegamos a Fortaleza, realizamos mais pesquisas, exploramos a cidade e depois de conversar com as autoridades da cidade de Fortaleza, pudemos descobrir o que a cidade de Fortaleza precisava do setor de energia. Chegamos às seguintes conclusões:

1. Fortaleza precisa de ruas bem iluminadas por razões de segurança [7]

Segundo o Banco Mundial, uma boa iluminação pública pode reduzir o crime em 20%. Isso torna a boa iluminação pública especialmente importante em Fortaleza, porque a cidade possui a 7ª maior taxa de homicídios do mundo. O Banco Mundial também afirma que uma boa iluminação pública pode reduzir os acidentes nas ruas em 35%. Uma boa iluminação pública também pode ajudar a impulsionar a economia, incentivando as pessoas a sair à noite a restaurantes, bares e outros pontos comerciais. Diminuir o número de luzes da rua teria um impacto negativo sobre os moradores. Em vez disso, as luzes devem se tornar mais eficientes.

2. Fortaleza precisa reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) para minimizar o impacto das mudanças climáticas. [8]

As mudanças climáticas são um grande problema que todos no mundo devem enfrentar. A abordagem dessa questão é especialmente importante em Fortaleza, porque, de acordo com um cenário do relatório do IPCC, a região Nordeste do Brasil será de 2 ° C a 4 ° C mais quente e de 15% a 20% mais seca. Essa mudança drástica não afetará apenas a flora e a fauna, mas também desacelerará o PIB da região e reduzirá o número de empregos.

3. Fortaleza precisa se tornar mais eficiente em termos de energia e economizar dinheiro.

Descobrimos que Fortaleza possui um imposto sobre sua conta de energia que ajuda a financiar projetos de iluminação pública, o que significa que há dinheiro quando se trata de nossa primeira necessidade de ter ruas bem iluminadas. Mas não há dinheiro para projetos de construção de novos equipamentos. Fortaleza precisa tornar serviços, como iluminação pública, mais eficientes para começar a economizar dinheiro, para que o dinheiro pode ser direcionado a projetos que não se têm recursos para realizá-los. Uma vez iniciado esse ciclo de tornar-se mais eficiente e economizar dinheiro, ele pode continuar se alimentando.

Primeira ideia proposta: Plano de 5 anos para instalação de luz LED

Em Fortaleza, o sistema de iluminação pública usa mais de 180 gigawatts-hora por ano, que custa quase R \$ 150 milhões somente em custos de eletricidade [1]. As luzes são bem organizadas e mantidas,



proporcionando segurança confiável aos moradores da cidade. No entanto, a grande maioria usa lâmpadas de iodetos metálicos, que são significativamente menos eficientes em termos de energia do que certas outras tecnologias. A cidade se comprometeu a substituí-los por equipamentos LED mais eficientes (diodo emissor de luz). Até agora, a cidade instalou 6.357 luzes LED, para uma capacidade total de 850 kW. No entanto, ainda existem 172.764 luzes de iodetos, consumindo 42.800 kW [1].

Como a cidade ainda não possui um plano específico para substituir as lâmpadas restantes, um novo plano foi criado com metas para a substituição anual das lâmpadas. Já existe dinheiro para substituir todos os LEDs em Fortaleza [1]; no entanto, a dificuldade está em encontrar um especialista para ajudar a cidade a planejar como instalar os LEDs [1]. Portanto, o plano exige que a substituição comece lentamente, enquanto a cidade ainda procura especialistas, e se acelerará à medida que mais pessoas se envolverem. O processo levará cinco anos do início ao fim e, no auge, exigirá um custo líquido de R \$ 105 milhões [2]. No entanto, ele se pagará dentro de sete anos, economizando dezenas de milhões de reais para a cidade todos os anos após o término dos cinco anos [2].

A Figura 1 mostra o plano ano a ano: Figura 1 [2]:

Year	Bulbs Replaced (cumulative)	Energy Saved	Money Saved	Cumulative Energy Saved	Cumulative Money Saved
1	10%	0	R\$ -20,7 million	0	R\$ -20,7 million
2	25%	8,5 million kWh	R\$ -24,3 million	8,5 million kWh	R\$ -45,0 million
3	45%	21,3 million kWh	R\$ -24,4 million	29,8 million kWh	R\$ -69,5 million
4	70%	38,3 million kWh	R\$ -21,2 million	68,1 million kWh	R\$ -90,7 million
5	100%	59,6 million kWh	R\$ -14,5 million	128 million kWh	R\$ -105 million
Subsequent	100%	85,1 million kWh	R\$ 68,1 million	N/A	N/A

Time Period	Money Saved	Energy Saved	Emissions Saved
First 5 Years	R\$ -105 million	128 million kWh	12,5 million kg CO ₂ eq
Each Subsequent Year	R\$ 68,1 million	85,1 million kWh	8,3 million kg CO ₂ eq



Figura 2 [2]:

As seguintes premissas, obtidas de um funcionário municipal do setor de energia, foram usadas para calcular todas as estimativas [1]:

- Uma lâmpada de iodetos metálicos custa R \$ 8,62 para manutenção por um mês.
- Uma lâmpada LED custa R \$ 12,41 para manutenção por um mês.
- Uma lâmpada LED custa R \$ 1200 a mais que uma lâmpada de iodetos metálicos. Para qualquer ano, as economias de energia foram estimadas da seguinte forma:
- Número de lâmpadas que já foram substituídas no início de cada ano, multiplicado pela diferença no uso mensal de energia entre uma lâmpada LED e uma lâmpada de iodetos.

Para qualquer ano, as economias econômicas foram estimadas da seguinte forma:

- Economia de energia multiplicada pelo custo da eletricidade,
- Subtraia a diferença nos preços das lâmpadas vezes o número de lâmpadas substituídas durante esse ano,
- Subtraia a diferença nos custos de manutenção por lâmpada vezes o número de lâmpadas já substituídas.

Para um determinado ano, as economias de emissão de GEE foram calculadas da seguinte forma:

- Economia de energia multiplicada pela intensidade média de emissão no Brasil (0,098 kg de equivalente de dióxido de carbono) [9].

Este plano foi parcialmente influenciado por um empreendimento semelhante em Los Angeles, Califórnia, EUA, em 2016 [10]. A cidade tinha cerca de 8.000 luzes LED já em uso e cerca de 30.000 foram substituídas a cada ano por quatro anos. O projeto é projetado para si mesmo 7 anos após a sua criação e, posteriormente, economiza US \$ 10 milhões por ano em dólares de 2016 ou R \$ 40 milhões por ano em reais de 2019. Considerando que o projeto de Los Angeles é de escala um pouco menor que a proposta de Fortaleza, esses números são comparáveis.

Outro projeto relevante ocorreu em São José, Santa Catarina [11]. A SADENCO Engineering instalou 102 postes de LED ao longo das ciclovias. O projeto reduziu com sucesso o consumo de energia em 50%, demonstrando a eficácia da iluminação LED na área urbana do Brasil.

Segunda ideia proposta: Plano de luzes programáveis

Atualmente, a cidade de Fortaleza tem planos para aprimorar ainda mais as luminárias LED, denominadas “luzes programáveis”. Luzes programáveis são luminárias de LED que são controladas remotamente através de um sistema de gerenciamento remoto. Esses pontos de luz programáveis de



LED variam em intensidade, dependendo da hora do dia e da quantidade de luz ambiente disponível na área circundante. Atualmente, a prefeitura de Fortaleza possui um contrato em que o governo da cidade planeja implementar cerca de 600 novas luminárias programáveis pela cidade. Este projeto foi datado para ser concluído em novembro de 2019 [1]. A Prefeitura de Fortaleza também está atualmente em processo de elaboração de um contrato novo e mais agressivo, no qual eles gostariam de construir e implementar 6.000 novas lâmpadas programáveis por LED, a partir de novembro de 2019 [1]. O contrato precisa ser finalizado, mas depois de conversar com os supervisores da prefeitura, chegamos à conclusão de que uma das principais causas que impediam a prefeitura de finalizar e propor o contrato seriam os aspectos tecnológicos do documento. Ele precisa ser construído adequadamente com a ajuda de indivíduos com experiência tecnológica suficiente que possam mapear adequadamente a cidade e seus pontos de luz, determinar onde esses pontos de luz programáveis devem ser colocados melhor e o impacto no uso de energia ao mudar de LED para LED programável, ou de hálógenas para LED programável.

Nossa equipe calculou com sucesso alguns dos dados necessários para auxiliar na elaboração de um contrato completo com um plano para implementar 6.000 novas luminárias programáveis de LED. Primeiro deduzimos que seria mais fácil implementar novas luzes programáveis em áreas que já contêm luminárias LED. A prefeitura de Fortaleza documentou o planejamento no qual premiaram determinadas áreas com iluminação LED. Nós pensamos que seria mais viável financeiramente implementar iluminação LED em locais como: estações de ônibus, campos de futebol, praias, bairros mais sofisticados e estações de carros elétricos [12]. Como não temos acesso ao banco de dados necessário para fornecer dados mais específicos sobre onde colocar essas luzes de rua programáveis, as decisões sobre onde exatamente colocá-las são baseadas no critério da Prefeitura de Fortaleza. Também calculamos o impacto na economia de energia e nas emissões economizadas de gases de efeito estufa como resultado desse esforço, mostrado abaixo [2].

Energy (kWh Saved Per Year) In Total	Money Saved Per Year (\$R)	GHG (kg of CO2) Emissions Decreased Per Year
866.000	693.000	84.900

Figura 3 [2]:

Esses cálculos foram feitos com base nos critérios listados abaixo:

- A cidade de Fortaleza mantém seu objetivo de implementar seis mil novos pontos de luz LED programáveis [1].





- A energia usada em kWh por luminária LED por mês é de 48.13591317 kWh por mês.
- As luzes LED programáveis reduzem o consumo de energia das luzes LED em cerca de 25% [1].
- A força do real não muda drasticamente nos próximos meses.
- Cada kWh no Brasil vale cerca de 0,098 kg de equivalente de dióxido de carbono emitido [9].
- O custo da energia não diverge substancialmente de 0,80 Reais por kWh [1]. Quaisquer alterações substanciais nos critérios listados acima devem levar a uma reavaliação feita pela Prefeitura de Fortaleza, a fim de decidir o melhor caminho possível para manter o progresso no processo de redução do consumo de energia.

Terceira ideia proposta: Recomendações sustentáveis para edifícios públicos

No Brasil, 42% da demanda elétrica é consumida em edifícios, divididos por edifícios comerciais, residenciais e públicos [3]. Os edifícios públicos são responsáveis por oito por cento desse consumo. Segundo Maria de Fátima, em Fortaleza, hospitais e escolas consomem mais energia no setor de construção pública [1]. Atualmente, existe um plano para lidar com a crise energética no setor de construção pública em Fortaleza, mas isso não é viável porque o plano é muito grande e não há impostos para contribuir com o orçamento destinado à reforma e reparo de edifícios públicos [1]. Como o plano atual é grande demais para ser colocado em ação, pensamos que era ótimo focar em soluções para hospitais, porque atualmente é o maior consumidor de energia em Fortaleza. Em média, os hospitais de Fortaleza consomem 1.595.109 kWh de energia por ano, resultando em R \$ 1.084.773 em custos de energia por ano [1]. O custo médio por kWh de energia no Brasil é de R \$ 0,80 [1], mas isso depende da cor da bandeira tarifária daquele ano. As bandeiras tarifárias podem ser vermelhas, amarelas ou verdes e essas cores com bandeira vermelha, o que significa que os custos de geração de energia para atender à demanda do consumidor são altos, a bandeira amarela é um aviso de que os preços da energia estão aumentando e a bandeira verde significa que o custo produzir energia é baixo [13]. O preço por kWh varia de acordo com a cor da tarifa, sendo os custos de energia mais altos com a bandeira vermelha e mais baixos com a bandeira verde [13]; no entanto, nossos cálculos assumidos se beneficiam em fornecer um exemplo do que poderia acontecer se o setor de construção pública se tornasse mais eficiente dessa maneira.

No setor de saúde, os sistemas de iluminação e os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC) representam mais de 50% dele, com a iluminação representando cerca de 25% e os sistemas HVAC consumindo 32% [3]. Portanto, soluções para iluminação e HVAC serão o foco principal para tornar os hospitais mais sustentáveis.





Atualmente, a maioria dos hospitais de Fortaleza ainda utiliza lâmpadas fluorescentes, pois não atualiza seus sistemas de iluminação há muito tempo. Acreditamos que a melhor solução atual seria trocar as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED com sensores de movimento em salas de hospitais e corredores. Um caso em que isso provou ser eficaz é no Hospital NorthBay VacaValley. Eles foram um dos primeiros centros de saúde dos EUA a instalar um sistema de iluminação inteligente com eficiência energética. Para se tornarem mais eficientes com o sistema de iluminação externa, eles instalaram 57 luzes LED com tecnologia regulável e sensores de movimento para que, quando os espaços ao ar livre estivessem desocupados, as luzes usassem menos energia. Antes da instalação dos LEDs, o hospital dependia de “40 luminárias de indução, 13 luminárias de sódio de alta pressão (HPS) e 7 luminárias de iodetos metálicos, todas operando com potência total de iluminação durante toda a noite”. [14] Isso não era sustentável, pois muitos espaços fora do hospital não são ocupados durante a noite, mas permanecem totalmente iluminados. Como resultado do novo sistema de sensor de movimento por LED, o hospital conseguiu reduzir em 66,4% o uso de iluminação externa e também reduzir as necessidades de manutenção, pois as lâmpadas não eram usadas com tanta frequência. Depois de ver o sucesso desse sistema de iluminação no Hospital NorthBay VacaValley [14], acredita-se que muitos hospitais em Fortaleza também podem diminuir o uso de energia adotando o mesmo sistema. Se todos os hospitais de Fortaleza conseguissem converter suas lâmpadas fluorescentes em lâmpadas com sensor de movimento por LED, isso economizaria cerca de 279.000 kWh por ano. Isso foi calculado considerando-se que um tubo LED equivalente de 16 Watt T8 é 70% mais eficiente que um tubo fluorescente de 34 Watt T12 e que o consumo de energia de iluminação é de cerca de 399.000 kWh por ano. Tendo em mente que em média cada kWh vale R \$ 0,80 [1], R \$ 223.000 em custos de iluminação podem ser evitados a cada ano. Ao conduzir nossa pesquisa, descobrimos que cada kWh no Brasil vale cerca de 0,098 kg de dióxido de carbono equivalente [9]. Embora o Brasil use principalmente energia de recursos renováveis, essa estatística foi usada para aproximar a quantidade de emissões de gases de efeito estufa economizada nos atuais recursos não renováveis usados em todo o Brasil. Isso pode variar dependendo da região, mas queríamos mostrar o impacto dessas mudanças no mundo. No total, 27.000 kg de equivalente dióxido de carbono não seriam liberados na atmosfera ao mudar para a iluminação do sensor de movimento LED nos quartos do hospital [2].

Além de substituir as luminárias, melhorar os sistemas HVAC desatualizados é uma solução possível para diminuir o uso de energia, uma vez que os sistemas HVAC consomem mais energia. Os hospitais são grandes edifícios, por isso é importante poder distribuir o ar resfriado, pois existem certos requisitos para a temperatura em que as máquinas médicas devem ser mantidas. O Hospital Geral do Condado de Lewis e o Centro de Saúde Residencial em Nova York são exemplos de hospitais que estavam prestes a aumentar sua sustentabilidade por meio de melhorias em HVAC. Eles descobriram que os ventiladores e





motores que movimentam o ar frio pelo hospital estavam funcionando a 100%, apesar de muitas salas e espaços no hospital estarem vazios. Para corrigir isso, a primeira atualização foi trocar o sistema HVAC antigo por quatro novos inversores de frequência variável (VFD). Um sistema VFD permite que a velocidade dos motores corresponda à demanda. Isso significa que em espaços menos ocupados, a velocidade dos motores é capaz de rodar mais devagar do que em velocidade máxima o tempo todo. Em segundo lugar, eles usaram um sistema baseado em computador para rastrear a temperatura e o uso de energia em todo o hospital, além de detectar ineficiências no sistema de climatização. No final, após a modernização, o hospital descobriu que fazer melhorias aumentou a eficiência do sistema em 15% [15]. Se Fortaleza fizesse as mesmas alterações, haveria um total de 77.000 kWh economizados a cada ano. Isso leva a uma economia total de R \$ 62.000 e 8.000 kg de dióxido de carbono equivalente economizados por ano. Como fazer essas melhorias custaria o equivalente a R \$ 128.000, o sistema se pagaria em pouco mais de dois anos [2]. Uma sugestão para o aspecto monetário desta proposta seria suplementar o custo para instalar esses sistemas eficientes em energia nos prédios públicos com os benefícios financeiros das duas primeiras ideias da proposta. Reinvestir em Fortaleza permitiria um maior impacto no setor de energia e na comunidade.

IMPACTOS DAS IDEIAS PROPOSTAS

A primeira e a segunda ideias propostas, referentes a alterações nas luzes da rua, também terão impacto no uso de energia da cidade e apoiarão a comunidade de Fortaleza. A vida útil de uma luz LED é equivalente a cerca de duas a cinco lâmpadas de iodetos ou brancas [16]. Isso reduz a manutenção monetária do setor de iluminação pública, pois as lâmpadas não precisarão ser substituídas com tanta frequência. Outro aspecto da mudança para LEDs que reduz o valor monetário é como os LEDs são mais eficientes em termos de energia, pois não são semelhantes às lâmpadas de iodetos ou brancas, onde a luz pode levar de 15 a 20 minutos para atingir a temperatura operacional normal. Isso é diferente dos LEDs que podem ser desligados e ativados [16]. A economia financeira para o projeto de substituição de LED de 5 anos será de R \$ 68,1 milhões por ano após os primeiros 7 anos e R \$ 693.000 por ano para a iniciativa de luzes programáveis [2]. Além dos ganhos financeiros com as substituições, a iluminação noturna de alta qualidade promove o senso de comunidade e melhora a vida noturna na cidade devido a preocupações com a segurança. Também não será necessário que os cidadãos se comuniquem com o município se as luminárias forem quebradas, porque as luzes programáveis informarão os funcionários se houver algum problema. Essas vantagens promoverão uma cidade mais ativa e segura. Embora a maior parte da energia do Brasil seja produzida a partir de recursos renováveis, como a energia hídrica, essa ideia também reduz a quantidade de emissões de gases de efeito estufa, pois haverá um menor consumo de energia de recursos energéticos não renováveis em geral. A quantidade projetada de emissões de





gases de efeito estufa economizada nos primeiros 5 anos do projeto de LED de 5 anos seria de 12,5 milhões de quilogramas de equivalente de dióxido de carbono por ano, a cada ano subsequente para o projeto de LED de 5 anos economizaria cerca de 8,3 milhões de quilos de equivalente de dióxido de carbono por ano, e as luzes LED programáveis economizariam 84.900 kg de equivalente de dióxido de carbono por ano [2].

A primeira ideia proposta de modernizar edifícios públicos afetará o uso de energia da cidade e a comunidade da cidade. Haverá uma demanda de energia menor em 355.709 kWh por ano no total, o que economiza cerca de R \$ 284.567 por ano no total [2] [17], mas também afetará as pessoas. O menor uso de energia diminuirá a quantidade de poluição do ar em ambientes fechados, pois haverá melhor ventilação dentro dos edifícios [18]. Também reduzirá a quantidade de gases de efeito estufa emitida em 34.859 kg de equivalente de dióxido de carbono [2]. Como afirmado anteriormente, nossa recomendação seria usar o dinheiro economizado nas ideias da primeira e da segunda propostas para financiar a reforma de prédios públicos e tornar-se mais eficiente em termos de energia.

Nosso plano de ação proposto atenderá às necessidades de Fortaleza através dos impactos das ideias propostas. Esperamos que nossas pesquisas e cálculos sejam capazes de auxiliar o desenvolvimento de Fortaleza em uma cidade progressista que continuará sendo um exemplo para cidades brasileiras no futuro.





BIBLIOGRAFIA

Maria de Fatima, Prefeitura Municipal de Fortaleza, 6-8 Jun. 2019.

N. Kleinberg, A. Lantzakis, M. Morton, T. Oyelowo, and K. Tobias, "Proposal Outline," Jun, 2019. [Online]. Available: https://sites.google.com/s/1Dsys55wZ7Kv2qP62a_PZiwgGUb5X4s7a/p/17-R7HqXIXo_gvssCJDtFPdvO4K9ood8sG/edit. [Accessed 18 Jun. 2019].

N. Bakar, "Energy Efficiency Index as an Indicator for Measuring Building Energy Performance: A Review," ScienceDirect, April 2015. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114010703#f0015> [Accessed: 6 Jun. 2019]

U.S. Energy Information Administration, "Electricity Explained: Electricity in the United States," eia.gov, April 19, 2019. [Online]. Available: https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=electricity_in_the_united_states. [Accessed: 15 May 2019].

S. Bajay, "National Energy Policy: Brazil" in Encyclopedia of Energy. State University of Campinas, [online document], 2004. Available: <https://www.nipe.unicamp.br/docs/publicacoes/l-cl7-encyclopedia-of-energy-2004-.pdf>. [Accessed: 15 May 2019].

C. Harvey, "Boston was just named the top city in the country for saving energy. Here's why," The Washington Post, May 20, 2015. [Online], Available: https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2015/05/20/why-boston-is-leading-u-s-cities-when-it-comes-to-saving-energy/?utm_term=.c9798c2c6ed7. [Accessed 15 May 2019]

Li, J. and Makumbe, P. (2017). LED street lighting: Unburdening our cities. [online] World Bank Blogs. Available: <https://blogs.worldbank.org/energy/led-street-lighting-unburdening-our-cities> [Accessed 3 Jun. 2019].

CEDEPLAR AND FIOCRUZ. Climate change, migration and health: scenarios for the Northeast 2000-2050. [s.l.]: Cedeplar and Fiocruz, 2008.

Climate Transparency, "BROWN TO GREEN: G20 TRANSITION TO A LOWER CARBON ECONOMY - BRAZIL," Climate Action Tracker, 2016. [Online], Available: <http://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2016/08/Brazil-2016.pdf>. [Accessed 2 Jun. 2019].

Lighting.cree.com. (2019). Los Angeles LED street light upgrades save \$10M annually | Cree Lighting. [online] Available at: <https://lighting.cree.com/applications/case-studies/city-of-los-angeles> [Accessed 19 Jun. 2019].

Silva, A. (2019). Project pioneer streetlights with LED fixtures and Telemangement in Santa Catarina.. [online] Sadenco Sulamericana de Engenharia Elétrica. Available at: <https://sadenco.com.br/en/noticias/projeto-pioneiro-de-iluminacao-publica-com-luminari-as-led-e-telegestao-em-santa-catarina> [Accessed 19 Jun. 2019].

"Prefeitura de Fortaleza bate recorde com 81% de iluminação branca na Cidade" Prefeitura de Fortaleza [online] Available at: <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-de-fortaleza-bate-recorde-com-81-de-iluminacao-branca-na-cidade> [Accessed 18 Jun. 2019].





ANEEL, “ANEEL approves a resolution that regulates the application of tariff flags,” www2.aneel.gov.br. (2019). [online] Available at: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/arquivo.cfm?tipo=PDF&idNoticia=6353&idAreaNoticia=347 [Accessed 17 Jun. 2019].

University of California Davis. 2019. [online] Available at: <https://cltc.ucdavis.edu/sites/default/files/files/publication/case-study-adaptive-exterior-lighting-healthcare-vacavalley-hospital.pdf> [Accessed 6 Jun. 2019].

U.S Department of Energy. 2019. [online] Available at: https://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/alliances/hea_hvac_fs.pdf [Accessed 6 Jun. 2019].

“Lighting Comparison: LED vs Metal Halide Lights,” [stouchlighting.com](https://www.stouchlighting.com). [Online]. Available: <https://www.stouchlighting.com/blog/led-lights-versus-metal-halide>. [Accessed 2 Jun. 2019].

J. Hanania, J. Jenden, K. Stenhouse, and J. Donev, “Energy Efficient Building Design,” in Energy Education. University of Calgary, [online document], 2015. Available: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Energy_efficient_building_design [Accessed 2 Jun. 2019].

W. Fisk, “Health Productivity Gains From Better Indoor Environments and Their Relationship With Building Energy Efficiency,” *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 25, p. 537-566, Nov. 2000. [Abstract]. Available: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.energy.25.1.537>. [Accessed 2 Jun. 2019].

