

---

## **PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA**

# **Projeto ICLEI SD Labs: Relatório do Grupo de Construção**

Proposta de sustentabilidade para a cidade de Fortaleza -  
Materiais de Construção e Desenvolvimento Urbano

## **Northeastern University**

Adam Alper, Jean Inoa, Kate Moloney, Alex Renaud, Linda Zeng

**2019**

## RESUMO EXECUTIVO

O relatório a seguir descreve as recomendações para o plano de ação climática da cidade de Fortaleza. Essas recomendações são baseadas em conclusões tiradas de pesquisas e experiências no Brasil, particularmente através do tempo de estadia em Fortaleza. O documento inclui as necessidades do setor de desenvolvimento e construção urbana, ideias a serem implementadas, economias de energia aplicáveis / reduções de carbono, impactos e metodologia de implementação. Abaixo estão descritas três das necessidades mais proeminentes da cidade de Fortaleza relacionadas a este setor e propostas subsequentes para atender a essas necessidades.

### *Práticas de construção sustentável*

A cidade de Fortaleza é uma cidade em rápida expansão, com uma extensa infraestrutura existente, que não permite um amplo desenvolvimento de novas estruturas. Por conseguinte, a base desta proposta é criar um programa centrado na adaptação de infraestruturas existentes para melhorar a sua sustentabilidade.

A proposta visa criar um acordo financeiro tripartido entre o governo, os proprietários de edifícios e uma instituição financeira que elimina a barreira ao capital, permitindo a renovação dos edifícios na cidade. Para se qualificar para esta assistência financeira, sugerimos que os proprietários do edifício devem atender ao nível mínimo da Certificação Fator Verde. Também estão incluídas maneiras de incentivar o programa e torná-lo uma opção viável para a cidade, bem como um cronograma sugerindo uma base para o programa.

### *Infraestrutura Verde*

Há uma necessidade séria de implementação de sistemas de gerenciamento de água na cidade de Fortaleza. A inundação de águas pluviais durante a estação chuvosa representa um risco para os cidadãos de Fortaleza, uma vez que compromete saúde do cidadão, além do ambiente construído e natural. A fim de mitigar esta questão, proporemos a implementação de infraestruturas verdes de desenvolvimento de baixo impacto para reduzir as inundações através de processos naturais. Opções como bioswales, pavimento permeável e telhados verdes azuis trabalham para combater a questão das enchentes e proporcionam outros benefícios adicionais para a cidade de Fortaleza.

### *Materiais de Construção e Resíduos*

Resíduos de construção compõem cerca de metade de todos os resíduos em Fortaleza. Esse entulho está poluindo o meio ambiente e ocupando espaço em aterros sanitários. Enquanto a construção cria muito material em excesso, há também uma maneira fácil de se livrar dela. Os resíduos de construção são cerca de 95% recicláveis, mas hoje não há esforços claros em Fortaleza para reciclar o máximo possível. Ao propor legislação que exigirá a reciclagem de resíduos Classe A, Fortaleza pode



quase acabar com todos os resíduos de construção enquanto cria empregos no setor privado.

## PRÁTICAS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Ao analisar a cidade de Fortaleza, prevalece que a infraestrutura da cidade já é majoritariamente construída. O código da cidade é rigoroso e tem quase 40 anos de idade, limitando a capacidade dos proprietários de edifícios em modernizar a infraestrutura existente [4]. Nos últimos anos, a cidade vem tentando sancionar o decreto da Certificação Fator Verde, semelhante à Certificação de Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED), que atribui aos edifícios uma classificação baseada em seu nível de sustentabilidade. A Certificação Fator Verde visa promover uma construção mais sustentável, integrando pessoas socialmente conscientes, as áreas construídas e os recursos naturais. Ao atingir os diferentes índices de sustentabilidade, eles esperam promover uma melhoria na qualidade de vida urbana. A Certificação Fator Verde possui quatro níveis: Bronze, Prata, Ouro e Diamante. Quanto mais alto o nível da certificação, mais sustentável é o edifício [1]. Esses níveis são compilados pela pontuação obtida pelo prédio em seis categorias: planejamento urbano sustentável, saúde ambiental, energia, uso de água, gestão de resíduos sólidos e inclusão social. Para que o proprietário de um edifício atinja o nível Bronze, ele deve cumprir doze critérios obrigatórios. Para alcançar um nível mais alto, eles devem preencher também os critérios opcionais. Como mencionado, há pouco espaço para novos edifícios e equipamentos, portanto, o foco principal desta proposta é revitalizar a infraestrutura existente. Ainda no Fator Verde, há uma seção chamada “Atividades”, que trata da reforma de edifícios. Praticamente, funciona da mesma forma que o Fator Verde, mas é adaptado para a reforma de edifícios [4]. No entanto, o Fator Verde está em processo de se tornar legislação vigente desde 2015. Portanto, obter a aprovação da Certificação Fator Verde é essencial, pois a legislação oficial é a principal prioridade.

Ao considerar maneiras de promover e incentivar práticas de construção sustentável, o estado das cidades precisa ser considerado. De acordo com os membros da Prefeitura, Fortaleza não possui uma quantidade abundante de recursos para alocar a esse tipo de projeto. Portanto, nossa proposta precisava remover a barreira do acesso ao capital e garantir que os incentivos fossem para o benefício de todos. Como resultado, nossa ideia é criar uma parceria público-privada em que o programa seja supervisionado pelo município, mas financiado pelo setor privado. Sabemos que isso é viável porque Fortaleza já possui um programa semelhante chamado Operação Urbana Consorciada (OUC), ou Operação de Consórcio Urbano, que é um instrumento de desenvolvimento voltado para as áreas degradadas da cidade. Essas operações são coordenadas pelo poder público municipal através do Plano Diretor Participativo de Fortaleza, ou pela Lei nº 062/2009, que estabelece as diretrizes para inscrição no programa [9]. O financiamento vem de uma contrapartida no setor privado e pode ser aplicado para atender às necessidades específicas do projeto.





Aplicando os conceitos da OUC, pudemos chegar a uma ideia de um acordo financeiro tripartido para revitalizar os edifícios na cidade. Um acordo financeiro tripartido é um negócio entre três partes distintas: neste caso, a cidade de Fortaleza, os proprietários dos edifícios e uma instituição financeira. Nesse contrato, a instituição financeira oferece um empréstimo-ponte que permite a construção dessas medidas sustentáveis. Através destas medidas, o proprietário do edifício pode cobrar mais aos seus inquilinos como resultado da melhoria da infraestrutura e economizar dinheiro em contas de energia e água através da melhoria da eficiência da construção. Esse dinheiro então volta para a cidade através de um imposto especial sobre a propriedade que é pago pelo proprietário do prédio. É importante perceber que o empréstimo concedido ao proprietário do edifício é anexado à propriedade e não ao próprio proprietário. Portanto, se a propriedade for vendida ou o proprietário do prédio passar, a responsabilidade de pagar o empréstimo recai sobre o novo proprietário. Depois que a cidade recebe os pagamentos, o valor é pago de volta à instituição financeira.

Como base para a ideia, analisamos dois casos em que esse tipo de acordo funcionou. O primeiro exemplo foi nos Estados Unidos, onde analisamos o programa PACE (Property Assessed Clean Energy). Originalmente criado em Milwaukee, Wisconsin, em 2013, visava melhorar a eficiência energética de 1.000 edifícios comerciais, reduzindo assim o consumo de energia dos edifícios nas cidades em 20% [3]. O Programa PACE também foi implementado nos Estados Unidos em estados como Flórida, Califórnia e Pensilvânia. Este programa funciona através de uma lei municipal que permite que este acordo financeiro tripartido funcione. Essa opção de financiamento permite que os proprietários passem por projetos de melhoria de casas, eliminando altos custos iniciais de muitas iniciativas de sustentabilidade. Além disso, ao contrário de outros acordos de financiamento, o PACE depende do valor da propriedade e não do crédito, permitindo que essa opção seja mais acessível à população. Outro caso estudado foi o 1200 Buildings Program, em Melbourne, na Austrália. Semelhante ao Programa PACE, o objetivo do programa é modernizar 1200 propriedades comerciais, reduzindo assim o consumo de energia das cidades. A diferença é que, no programa de Melbourne, existem os Acordos de Upgrade Ambiental (EUA), que estipulam as condições necessárias para se obter o financiamento dos terceiros designados pela cidade [2]. Esse tipo de acordo pode ser aplicado ao plano em Fortaleza; Para receber o financiamento, o proprietário do edifício deve assinar um acordo concordando com os níveis mínimos de alcance da Fator Verde Bronze. O nível Bronze é alcançável apenas por pequenas melhorias e tem o potencial de impulsionar a modernização de prédios verdes na cidade.

Refletindo esses programas, a implementação de um contrato de empréstimo de financiamento expande o mercado de trabalho, beneficia a economia local e serve para reduzir as emissões urbanas de carbono. O programa PACE, em particular, permitiu a adaptação de cerca de 2.000 espaços comerciais e mais de 200.000 casas desde 2010, criando cerca de 55.000 empregos em mais de 10 estados dos EUA [17]. Além disso, um estudo concluído por professores da Escola de Políticas Públicas Sol Price da USC





previu os impactos do programa PACE na Califórnia até o ano de 2067; Ao executar mais de 30.000 projetos, a Califórnia seria capaz de reduzir seu consumo de eletricidade em quase 8% ao ano e seu consumo de água em 2,36 bilhões de galões [16]. Embora isso atraia uma comparação com um estado inteiro composto de várias cidades, o programa PACE pode ser aplicado em qualquer escala.

Apesar do esforço para aumentar a viabilidade de iniciativas de construção sustentável, é evidente que outros incentivos podem ser necessários para estimular a mudança social na cidade de Fortaleza. Portanto, analisamos as maneiras de incentivar esse acordo tripartite. Nossa primeira recomendação é incorporar incentivos administrativos. Estes são mais comumente formulados em ambientes urbanos como um processo acelerado de revisão / autorização para empresas que incluem práticas de construção ecológica. Isso só custa potencialmente mais ao governo contratar um número maior de funcionários para processar mais permissões, mas permite que os desenvolvedores acelerem o processo de construção, economizando dinheiro para o proprietário do imóvel. A redução do tempo de construção também ajuda a mitigar riscos e processar problemas, diminuindo sua probabilidade de ocorrência dos mesmos [13]. Em segundo lugar, incentivos de taxa de área de construído (FAR) são recomendados como uma alternativa ao licenciamento acelerado. Os incentivos da FAR funcionam ao conceder às empresas uma área maior para a construção, em troca da incorporação de algum nível de desenvolvimento sustentável. Analisando o programa Green Mark Gross Floor, em Singapura, os candidatos que obtiverem a sua melhor classificação de sustentabilidade receberão um aumento de até 2% na área total bruta do edifício [13]. Com esse espaço adicional, os proprietários têm a capacidade de recuperar seus investimentos em desenvolvimento ecológico, alugando ou vendendo para terceiros. Embora seja evidente que a cidade tem um programa semelhante em áreas de alta densidade, onde os desenvolvedores podem incorporar diferentes tipos de melhorias para aumentar o espaço, esse incentivo pode ser aplicado em áreas de densidade média suscetíveis a um maior desenvolvimento [15].

Ambos os incentivos são comumente usados nos EUA e estudados com frequência. Em referência a um estudo sobre a relação entre incentivos financeiros, administrativos e FAR e a taxa de produção de edifícios residenciais com várias unidades certificadas pelo LEED em um condado dos EUA, os incentivos financeiros foram os menos produtivos por trás do FAR e administrativos, respectivamente. Além disso, em outro estudo de 20 proprietários de edifícios em Hong Kong, 11 consideraram a responsabilidade ambiental e o compromisso com a sustentabilidade como os dois principais incentivos para a implementação do desenvolvimento verde [13]. Em retrospectiva, empresas e proprietários desejam construir e modernizar de forma sustentável - seja para o prestígio do mercado, economia de energia ou cuidado com o meio ambiente. A maior barreira é o financiamento que pode ser fortemente suprimido através do acordo de empréstimo tripartido recomendado, juntamente com um incentivo não financeiro para participar de tal acordo, a cidade de Fortaleza poderia fornecer à indústria de adaptação a faísca necessária para crescer em proeminência.



A principal prioridade é formalizar esse processo. Visto que metade da economia em Fortaleza é impulsionada por atividades informais, impulsionar o Fator Verde na lei municipal, juntamente com o contrato de empréstimo tripartido e um baixo incentivo financeiro, é uma medida necessária para dar início a qualquer tipo de mudança. Juntamente com esta política, deverá existir um código de cidade atualizado que permita a modernização de edifícios que apoie o desenvolvimento sustentável. Entender que ambos os esforços já estão no processo burocrático da cidade dá esperança de que essa formalização seja uma meta alcançável. Depois de criar a base para a construção dessas parcerias público-privadas, terceiros precisariam ser atraídos e introduzidos no processo. Isso exigiria da cidade alcançar as empresas locais que desejam fazer a diferença em seu próprio quintal (como visto pelo Consórcio de Operações Urbanas), bem como atrair parceiros nacionais e internacionais - por exemplo, a Caixa. Depois de configurar essas duas plataformas, é apenas uma questão de atrair o envolvimento das partes interessadas na cidade. Essa etapa do processo precisaria incorporar intensa programação educacional e de marketing ao conteúdo dessa política e aos benefícios de participar do contrato de empréstimo. Envolver a comunidade é quase essencial para impulsionar uma agenda de sustentabilidade urbana. Com uma comunidade que compreende a necessidade e a viabilidade de projetos de desenvolvimento e melhoria ecológicos, essas recomendações podem funcionar como impulsionadoras do desenvolvimento sustentável na cidade de Fortaleza.

## INFRAESTRUTURA VERDE

A cidade de Fortaleza deve implementar efetivamente a infraestrutura verde para estabelecer um status quo de sustentabilidade. Nosso plano descreve táticas específicas de desenvolvimento de baixo impacto que são simples, naturais e econômicas, tanto para o setor privado quanto para o setor público. Fortaleza beneficiaria muito com o desenvolvimento de baixo impacto, por ser uma cidade vulnerável a inundações e aumento do nível do mar devido à mudança climática. Propomos três abordagens diferentes, todas as quais melhoram os sistemas de gestão de água da cidade.

A introdução de biovaletas seria uma grande vantagem para Fortaleza e seus moradores. A tecnologia de biovaleta é uma alternativa aos sistemas típicos de esgotos de águas pluviais, drenando e filtrando naturalmente a precipitação. Ao processar com segurança o escoamento, as biovaletas podem mitigar as inundações e ajudar na recarga dos aquíferos. Uma biovaleta é composta por uma vala inclinada, preenchida com vegetação nativa e vários materiais naturais em camadas para processar finamente detritos e outros poluentes na água de escoamento. Depois de correr em uma biovaleta, através do solo e do leito rochoso, e em um aquífero, a água é naturalmente colocada de volta no ecossistema. Essa tecnologia seria benéfica durante a estação chuvosa, pois extrai água da superfície. Atualmente, Fortaleza planeja dedicar 0,70 m de passagens urbanas disponíveis ao espaço verde. Em





nossa proposta adaptada, pedimos por vias verdes mais expansivas, de pelo menos 1,5 metro, para maximizar a retenção de bio-ondas. Esta tecnologia seria melhor implementada ao longo das estradas onde a água tende a se acumular. A adição de entalhes entre ruas e biovaletas permitirá que a água que normalmente se acumula nas ruas seja drenada através do meio-fio e para as biovaletas, limpando as ruas da água.

Juntamente com a substituição de medianas pavimentadas ou a adição simples de biovaletas, recomendamos a substituição de concreto padrão em áreas de alto risco de inundação com pavimento permeável. Os pavimentos permeáveis também absorvem a chuva e o escoamento superficial ao infiltrarem a água da chuva através do pavimento, do solo e nos aquíferos. As opções para pavimentos permeáveis incluem pavimentos de tijolo ou pedra com lacunas, betão permeável ou asfalto permeável. Pavimentos de tijolo ou pedra são as opções mais baratas e, portanto, a melhor opção para a cidade de Fortaleza. A adição de calçadas com pavimentos permeáveis beneficiaria Fortaleza tanto nas opções de transporte, quanto no gerenciamento de risco de enchentes.

Em áreas como Messejana, Passaré e Edson Queiroz, tanto as biovaletas, quanto os pavimentos permeáveis poderiam ser utilizados para o controle máximo da qualidade da água. Esses locais têm alto risco de inundação durante a estação chuvosa e alto risco de seca durante a estação seca. Ao permitir a recarga das águas subterrâneas através de biovaletas e pavimentos permeáveis, estas áreas poderiam mitigar os riscos de inundação e seca. Biovaletas comprovaram capturar 1.946,5 litros de água por ano por metro quadrado de espaço de biovaleta [8]. Além disso, 86,7% do total de sólidos em suspensão na água da chuva são removidos à medida que a água passa pela [9].

Em locais urbanos como Fortaleza, o espaço pode estar em alta demanda e baixa quantidade. Nosso plano propõe uma segunda inclusão de telhados azul-verdes que podem ser adaptados ou construídos em vários edifícios. O sistema aborda as inundações e a seca em Fortaleza ao processar, armazenar e reutilizar água para fins como irrigação. Existem dois tipos de telhados verde-azulados: intensivos e extensivos. O grupo recomenda a instalação de telhados intensivos em edifícios residenciais, uma vez que permitem uma maior interação e a instalação de telhados extensos em prédios comerciais, uma vez que implicam em uma maior economia. O conceito de telhados azul-verde foi derivado de um estudo de caso de Londres, que detalha o progresso de um único leito de teste de telhado verde. O documento informa que pelo menos 50,2% da precipitação anual da cidade foi mantida [11]. Com a adição de uma instalação de armazenamento de água, Fortaleza pode economizar não apenas o escoamento, mas também a água cinza, e reduzir a necessidade de tirar água. Os telhados azul-verde reduzem ainda mais a necessidade de energia através de taxas de absorção de calor favoráveis. Em comparação com os telhados normais, os telhados azul-esverdeados têm potencial igual ou até maior que os telhados verdes. Com base na Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos, os telhados verdes absorvem 20 ° C menos calor, reduzem o fluxo de calor em 72% e absorvem 189 gramas de CO<sub>2</sub>





por ano por metro quadrado [10]. As reduções na captura de energia, por sua vez, resultam em menores gastos de energia nos edifícios e menores emissões de GEE. Esses números exatos são impossíveis de calcular, pois são altamente dependentes do tipo de telhado verde de cada prédio, da envolvente do prédio e dos requisitos de aquecimento ou resfriamento. Redução no uso de energia pode variar em até 75% em um edifício de uma história [12].

Recomendamos enfaticamente a incorporação de todas as três abordagens de desenvolvimento de baixo impacto mencionadas anteriormente, já que nem todas as técnicas são adequadas para todas as partes de Fortaleza. Um estudo de caso realizado em Chicago, EUA, foi usado como base para essas recomendações. Recomendamos opções de desenvolvimento de média densidade em áreas de baixa renda para uma maior qualidade de vida. Para todo o desenvolvimento, a implementação de um processo de autorização acelerado para edifícios com pelo menos 75% de espaço verde no telhado ou na parede e mandatos para pavimento permeável em toda a nova construção de calçada seriam métodos eficazes de incentivar o desenvolvimento de baixo impacto.

Os benefícios desse desenvolvimento incluiriam um risco reduzido de inundação urbana e um efeito de ilha de calor urbana, aumento da biodiversidade e do habitat, reposição de aquíferos, benefícios econômicos de longo prazo e mitigação dos gases do efeito estufa.

Embora o desenvolvimento de baixo impacto envolva um alto custo inicial, os benefícios podem ser colhidos por anos no futuro. As instalações de telhados azul-esverdeados custarão até R \$ 84 por pé quadrado, e os sistemas de águas cinzas são de até R \$ 80.000 [12]. O período de reembolso destes greenroofs foi calculado em 13 anos [12]. No entanto, essas são soluções de longo prazo para os problemas ambientais persistentes e crescentes da cidade. As opções de desenvolvimento de baixo impacto oferecem um propósito adicional para melhorar o valor da propriedade como espaço verde e biodiversidade valiosos. Tudo somado, isso será benéfico para a cidade de Fortaleza em métodos econômicos, sociais e ambientais.

## **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO**

(Devido à natureza privatizada do setor de gestão de resíduos em Fortaleza, foi difícil encontrar os números corretos necessários para os cálculos a seguir. Portanto, informações sobre o gerenciamento de resíduos de construção de outras cidades do Brasil foram usadas para estimar os números nos cálculos. esta seção.)

Uma análise da indústria da construção civil em Fortaleza mostra que um dos maiores poluidores do setor é o de resíduos de construção. Na construção, os resíduos são criados principalmente durante a construção e demolição de edifícios. Durante o processo de construção e demolição, os materiais são destruídos a ponto de não poderem ser usados na construção devido à baixa integridade estrutural. É





neste momento que as empresas de construção simplesmente jogam isso em um contêiner para ser transportado para uma usina de gerenciamento de resíduos. Mesmo que a grande maioria dos resíduos de construção seja completamente reciclável, a maioria, se não todos, acaba em aterros de qualquer maneira. O modo como Fortaleza lida com seus resíduos de construção precisa mudar drasticamente.

Atualmente, a taxa de reciclagem de resíduos de construção de Fortaleza é de apenas 6% [19]. Isso significa que mais de 90% de todos os resíduos de construção prontamente recicláveis não são reutilizados e acabam em aterros sanitários. Esta percentagem que vai para os aterros é de cerca de 12,5% de todas as emissões de gases com efeito de estufa na cidade [7]. A indústria da construção civil em Fortaleza é um grande poluidor e também é mostrada nas estatísticas nacionais. Enquanto Fortaleza representa 1,26% da população total do Brasil, gera cerca de 3,9% do total de resíduos do país [20]. Simplesmente isso significa que Fortaleza é responsável por criar quase três vezes mais lixo do que deveria estar de acordo com sua população. Devido à magnitude do problema dos resíduos de construção em Fortaleza, sugere-se que Fortaleza proíba o descarte de aterros de todos os resíduos utilizáveis da Classe A.

Ao usar os dados coletados de São Carlos, SP e dimensioná-los para o tamanho de Fortaleza, pode-se supor que Fortaleza gera cerca de 2.000 m<sup>3</sup> / dia de resíduos de construção (incluindo resíduos de construção não aprovados) [18]. Sabe-se também que 93,40% dos resíduos de construção de Fortaleza são materiais Classe A, que são materiais de construção prontamente recicláveis que podem ser usados para agregados e outros usos semelhantes [20]. 93,40% dos resíduos de construção deixam cerca de 1.850 m<sup>3</sup> / dia, o que reduz para 1.750 m<sup>3</sup> / dia se o material Classe A não utilizado for levado em consideração. Como Fortaleza já tem uma taxa de reciclagem de aproximadamente 6%, isso deixa 1.645 m<sup>3</sup> / dia de resíduos de construção classe A que poderiam ser facilmente reciclados e reutilizados. Como o CO<sub>2</sub> estimado emitido pelos resíduos de construção é de aproximadamente 475 toneladas / dia, e pela reciclagem de todos os resíduos de construção Classe A utilizáveis ( $[1,645 \text{ m}^3 / \text{dia}] / [1,895 \text{ m}^3 / \text{dia total não reciclado}] = 0,8681$ ), Fortaleza tem o potencial de poupança de cerca de 400 toneladas / dia de emissões de CO<sub>2</sub> [14]. Isso é um pouco menos de 85% de todas as emissões de CO<sub>2</sub> causadas por resíduos de construção.

Atualmente, a gestão de resíduos em Fortaleza é feita por meio do setor privado. Uma empresa privada recebe os resíduos da cidade e eles a descartam em áreas designadas, mas pouca atenção é dada aos esforços reais de reciclagem das instalações de gerenciamento de resíduos. Entende-se que a empresa privada está sob contrato da cidade de Fortaleza, e ainda tem muito tempo em seu contrato antes que um novo precise ser escrito. Para manter esta empresa sob controle, é necessário aprovar legislação que exija uma taxa de 30% de reciclagem de materiais de construção de todas as empresas privatizadas, com incrementos crescentes de 5% ao ano até que 90% dos resíduos sejam reciclados (cerca de 95%). % de todos os resíduos de construção Classe A). Não é razoável pedir que uma





percentagem tão grande seja reciclada de imediato, razão pela qual esta percentagem deve ser aumentada gradualmente ao longo de um período de 12 anos. As empresas privadas também poderiam vender os resíduos de construção reciclados de volta às empresas para produzir novos concretos a serem usados em novas construções.

A proposta começaria com uma redução de 25% nas emissões de GEE e terminaria com uma redução de 85% nas emissões de GEE a partir de agora. Depois de 12 anos, Fortaleza estaria economizando 1.575 m<sup>3</sup> / dia de resíduos de construção Classe A de entrar em aterros, bem como 425 toneladas / dia de CO<sub>2</sub> de serem emitidos. Durante esse processo, a empresa de gerenciamento de resíduos estaria lucrando com a revenda de material de construção reciclado e criando novos empregos para lidar com a reciclagem de resíduos de construção.

Essa proposta proporcionará a Fortaleza um futuro mais sustentável. Usando essa ideia, haverá menos emissões de GEE, ruas mais limpas e mais empregos criados. Ao diminuir os resíduos de construção que vão para os aterros, Fortaleza estaria transformando a cultura de reciclagem na indústria de gerenciamento de resíduos de construção.





## BIBLIOGRAFIA

- [1] “Canal Urbanismo e Meio Ambiente,” Canal Urbanismo e Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Fortaleza. [Online]. Available: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/>. [Accessed: 05-Jun-2019].
- [2] “C40 Case Studies,” Creating a Sustainable City. [Online]. Available: [http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/int/c40/c40\\_pse\\_r.files/Case\\_Studies.pdf](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/en/int/c40/c40_pse_r.files/Case_Studies.pdf). [Accessed: 05-Jun-2019].
- [3] “Property Assessed Clean Energy (PACE) Program,” Property Assessed Clean Energy (PACE) Program | Better Buildings Initiative. [Online]. Available: <https://betterbuildingsinitiative.energy.gov/implementation-models/property-assessed-clean-energy-pace-program>. [Accessed: 05-Jun-2019].
- [4] T. G. Ponte, “SEUMA Chat,” 05-Jun-2019.
- [5] “State Carbon Dioxide Emissions Data,” U.S Energy Information Administration, Oct-2018. [Online]. Available: <https://www.eia.gov/environment/emissions/state/>.
- [6] “New York Restoration Project and Department of Environmental Protection Transform Brooklyn Community Garden Into Neighborhood Oasis That Helps to Improve the Health of the Gowanus Canal,” NYRP and DEP Transform Brooklyn Community Garden Into Neighborhood Oasis, 25-Sep-2013. [Online]. Available: [https://www1.nyc.gov/html/dep/html/press\\_releases/13-101pr.shtml#.XQk61S2ZO8p](https://www1.nyc.gov/html/dep/html/press_releases/13-101pr.shtml#.XQk61S2ZO8p).
- [7] “In Fortaleza, 85% of GHG emissions comes from transport and waste. But there's a plan,” CityTalk, 14-Dec-2016. [Online]. Available: <http://talkofthecities.iclei.org/in-fortaleza-85-of-ghg-emissions-comes-from-transport-and-waste-but-theres-a-plan/>.
- [8] Sampaio, Cabral, and A. E. Bezerra, “Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE),” Engenharia Sanitaria e Ambiental. [Online]. Available: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522013000200009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522013000200009&lng=pt&tlng=pt).
- [9] “Operações Urbanas Consorciadas,” Canal Urbanismo e Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Fortaleza. [Online]. Available: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/servicos/470-operacoes-urbanas-consorciadas>.
- [10] “The Benefits and Challenges of Green Roofs on Public and Commercial Buildings A Report of the United States General Services Administration .” May-2011.
- [11] V. Stovin, G. Vesuviano, and H. Kasmin, “The hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions,” Journal of Hydrology, vol. 414-415, pp. 148–161, 2012.
- [12] M. McKnight, “Blue Roofs vs Green Roofs: How to Choose,” Roof Support System, 21-Sep-2017. [Online]. Available: <https://www.phpsd.com/blog/blue-roofs-vs-green-roofs-how-to-choose>.
- [13] Olubunmi, O., Xia, P. and Skitmore, M, “Green building incentives: A review,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, pp.1611-1621, 2016. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/21570458/Green\\_building\\_incentives\\_A\\_review](https://www.academia.edu/21570458/Green_building_incentives_A_review).





[14] R. Bezerra, M. Muniz, A. Viana, et. al., “3º Inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa para a cidade de Fortaleza,” Secretaria Municipal do Urbanismo e Meio Ambiente – Prefeitura de Fortaleza, 2019. [Online]. Available: [https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/mudancas-climaticas/3\\_inventario\\_de\\_emissoes\\_de\\_gee.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/mudancas-climaticas/3_inventario_de_emissoes_de_gee.pdf).

[15] D. Yanque, J. Castro, M. Sales and D. Martins, “Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará,” Banco de Desenvolvimento da América Latina, Agência Francesa de Desenvolvimento, 12-Oct-2018. [Online]. Available: [https://drive.google.com/file/d/1bhyGq33Rn8CKEeMx3Dsic8ypH\\_yawpBk/view](https://drive.google.com/file/d/1bhyGq33Rn8CKEeMx3Dsic8ypH_yawpBk/view).

[16] A. Rose and D. Wei, “Impacts of the Property Assessed Clean Energy (PACE) Program on the Economies of California and Florida,” USC Sol Price School of Public Policy, 6-Mar-2019. [Online]. Available: [http://www.schwarzeneggerinstitute.com/images/files/SI\\_White\\_Paper%20PACE\\_Economic\\_Impacts\\_FIN\\_AL\\_3\\_6\\_19.pdf](http://www.schwarzeneggerinstitute.com/images/files/SI_White_Paper%20PACE_Economic_Impacts_FIN_AL_3_6_19.pdf).

[17] D. Gabrielson and M. Centore, “PACE Market Data,” PACENation, May-2018. [Online]. Available: <https://pacenation.us/pace-market-data/#residential>.

[18] R. Córdoba, J. Costa, M. Neto, C. Santiago, E. Pugliesi, and V. Schalch, “Alternative construction and demolition (C&D) waste characterization method proposal,” Academia.edu, 2019 [Online]. Available: [https://www.academia.edu/38980806/Alternative\\_construction\\_and\\_demolition\\_C\\_and\\_D\\_waste\\_characterization\\_method\\_proposal](https://www.academia.edu/38980806/Alternative_construction_and_demolition_C_and_D_waste_characterization_method_proposal).

[19] Fortaleza City Hall, “Recycling Attitudes Program and Sustainable Urban Complex,” Regions 20, 2016. [Online]. Available: [https://regions20.org/wp-content/uploads/2016/10/100-SolutionClimateProject-WA\\_035.pdf](https://regions20.org/wp-content/uploads/2016/10/100-SolutionClimateProject-WA_035.pdf).

[20] A. Lima and A. Cabral, “Characterization and classification of construction waste from the city of Fortaleza (CE),” Scielo June-2013 [Online]. Available: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522013000200009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522013000200009&lng=pt&tlng=pt).

