

Desafio Jovem Engenheiro (DJE) 2021 - Equipe Polirangers

TUTOR:

- **Lourival** de Oliveira Junior.

MEMBROS:

- **Vitor** Ribeiro Dos Santos Oliveira;
- **Matheus** Henrique da Silva Galindo;
- **Leonardo** Guimarães Alcântara Amorosino Altieri;
- **Ricardo** Santos Amorim Lima Ross.

DESAFIO: FINAL

Com base no arquivo do desafio, tem-se:

1. Qual a oportunidade de melhoria que seu projeto está focando (ou seja, qual a questão associada à qualidade de vida precisa ser melhorada na sua comunidade);
2. Qual a ferramenta/conceito/estratégia associado a Cidades Inteligentes será usada para buscar a melhoria do seu projeto;
3. Como será possível motivar a atuação de empresas privadas na conquista dessas melhorias. Além disso, gravar um vídeo de até 2 minutos e postar no Youtube, no qual um membro da equipe deve apresentar uma "propaganda" para incentivar potenciais empresas a atuarem nesse sentido na sua região.

Autor do desafio: Prof. Dr. Marcos Augusto Francisco Borges.

○ ÍNDICE ○

1) Introdução	3
1.1) Oportunidade	3
1.2) O que são janelas inteligentes?	4
1.3) Quais são as tecnologias utilizadas?	4
1.4) Instalação e utilidades	4
2) CI's e as janelas inteligentes	5
2.1) Engenharias envolvidas	5
2.2) Smart Cities com Smart Windows	5
3) Qualidade de vida na cidade de São Paulo	5
3.1) Nosso objetivo: Saúde mental	5
4) Impactos adicionais	6
4.1) Saúde privada na nossa região	6
4.2) Impactos ambientais	7
5) Análise quanto a viabilidade econômica	7
5.1) Economia monetária e custos	7
5.2) Público-alvo	8
6) Atuação das empresas privadas	8
6.1) Motivando a ação de empresas privadas	8
7) Vídeo propaganda	9
○ REFERÊNCIAS ○	10

1) Introdução

A cidade de São Paulo é muito influente nacional e internacionalmente, se destacando como centro corporativo, financeiro e mercantil. Ela é a cidade mais populosa da América segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), apresentando, aproximadamente, 12,2 milhões de habitantes. Nessa conjuntura, é natural imaginarmos que, por ser uma região muito concentrada de prédios (algumas estatísticas indicam ser mais de 30 mil edifícios), a maneira pela qual se faz o uso da energia elétrica e da luz solar impacta diretamente na qualidade de vida da comunidade.

Pensando nisso, a nossa equipe decidiu aliar as tecnologias das CI's (e além, das CSI's) junto à **cidade de São Paulo** (nossa região), mas dessa vez em um empreitada que não dependa de poder e dinheiro público - dado o contexto socioeconômico gerado pela pandemia da doença Covid-19 -, cabendo somente às empresas e corpos privados realizarem uma transformação benéfica às pessoas que trabalham e moram na cidade, aumentando a qualidade de vida da população.

O aspecto de aumento da qualidade de vida das pessoas em São Paulo, que iremos trabalhar no decorrer do documento, está relacionado à **saúde mental**, aspecto este considerado por nós como emergencial (ainda mais em tempos de pandemia) para as pessoas da nossa cidade, pois o confinamento e o home office durante um grande período de tempo trouxe, como observa-se nos noticiários, consequências negativas à saúde mental das pessoas. Outro fato motivador para a escolha da oportunidade é que, no momento atual da produção do trabalho de Desafio Final do DJE21, a energia elétrica está passando por uma alta dos preços, onde muitas famílias estão recebendo comunicados a respeito do aumento do custo da conta de luz. Por todos esses motivos, nós escolhemos trabalhar com os pontos supracitados, indicando uma possível forma de superar os desafios da pandemia por meio da tecnologia, da engenharia, conceitos das CSI's e da economia de dinheiro.

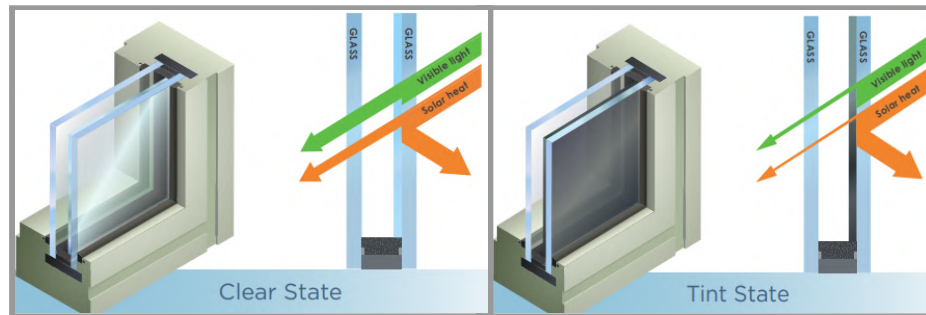
1.1) Oportunidade

A **cidade de São Paulo**, como dissemos, é um dos maiores centros urbanos quanto à presença de edifícios e, naturalmente, a quantidade de janelas presentes nesse espaço é enorme. De forma simples, as janelas convencionais instaladas nesses prédios apenas cumprem o papel de permitir a entrada de luz pela manhã e também, quando abertas, permitem a circulação entre o ar do edifício e o ar atmosférico. Assim, os edifícios acabam não aproveitando o potencial recurso que as janelas podem desempenhar quando tratamos de uma cidade inteligente: quando dotadas de tecnologia inteligente, elas podem, a partir de um controle feito por dispositivos móveis, controlar a intensidade luminosa e calor que penetram no edifício e economizar energia dessas construções. Tais pontos serão vistos mais à frente, contudo evidencia-se que essa é uma região propícia ao uso de uma tecnologia nas janelas a partir da qual pode-se trazer maior sustentabilidade, inteligência e, claro, **aumento da qualidade de vida da população da cidade de São Paulo** no que tange a **saúde mental**, dada a grande quantidade de indivíduos trabalhando na região que se utilizam dos edifícios como local de trabalho.

Dessa maneira, para melhorar a qualidade de vida das pessoas da nossa comunidade, a Equipe Polirangers debruçar-se-á na falta de aproveitamento existente, nessa região, do potencial que uma janela pode trazer à saúde mental, apresentando o uso da tecnologia e da inteligência características de uma cidade inteligente (e sustentável) a esse objeto - a janela - para promover a melhoria na qualidade de vida das pessoas utilizando, como ferramenta, as **janelas inteligentes**.

1.2) O que são janelas inteligentes?

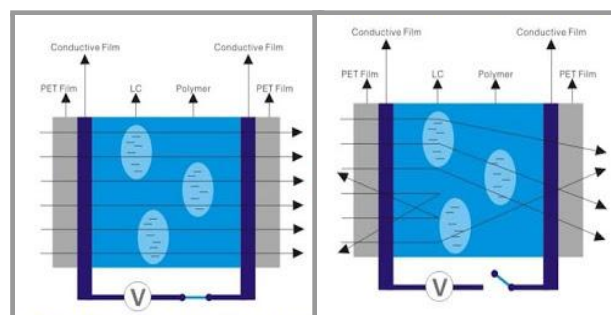
As janelas inteligentes (ou chamadas também de **Smart Windows**) são objetos tais como as janelas convencionais, porém, enquanto estas apenas cumprem simples funções - como a promoção da circulação do ar e a entrada de luz natural no edifício -, aquelas permitem, além das funções das janelas convencionais, a partir de um sistema elétrico integrado, de revestimento e sensores, o seguinte mecanismo: que seu vidro alterne entre estados nuançado (matizado) e claro, de forma a reduzir ou aumentar a intensidade de onda eletromagnética - o brilho - e a energia térmica em transição que chega às pessoas no edifício.



(Figura 1 - Mecanismo de controle de brilho e de calor solar de uma janela inteligente)

1.3) Quais são as tecnologias utilizadas?

As janelas inteligentes podem valer-se de algumas tecnologias que permitem o funcionamento de seu mecanismo, porém, pensando na situação da cidade de São Paulo, a Equipe Polirangers irá se utilizar da tecnologia do filme inteligente. Esse constitui-se de um filme onde há um polímero com cristais líquidos - **PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal)** -, de forma que, através de uma corrente elétrica aplicada nele, os cristais são organizados permitindo a passagem da luz e, ao ser desligado, eles são misturados aleatoriamente, dispersando os raios de luz e tornando o filme opaco.



(Figura 2 - Uma representação da tecnologia do filme inteligente nas Smart Windows. À esquerda, o estado ligado e, à direita, o estado desligado do filme)

1.4) Instalação e utilidades

Além de não precisar substituir o vidro da janela, o filme inteligente pode ser instalado facilmente através de uma camada aderente auto-adesiva, descartando a necessidade de alguém especializado ou de um instrumento complicado. Ademais, pode-se cortar o filme em diversas formas (com a utilização de uma tesoura, por exemplo), o que garante a sua facilidade de uso aos diversos

vidros existentes. O controle da transparência/opacidade do vidro dar-se-á pelo celular (um instrumento vastamente utilizado pelas pessoas na região), permitindo ainda que os indivíduos definam horários específicos de funcionamento do filme. As empresas podem optar por outros controles também, como por voz, por interruptor, por sensor de movimento, etc.

2) CI's e as janelas inteligentes

2.1) Engenharias envolvidas

O planejamento dos filmes inteligentes requereu o conhecimento de uma importante engenharia: a engenharia química. No processo de planejamento, o engenheiro químico foi o responsável pelo mecanismo de funcionamento dos filmes, aplicando seu conhecimento sobre o comportamento de polarização das moléculas de cristais líquidos quando interagidos com corrente elétrica, além de ter escolhido os polímeros mais adequados para servirem de revestimento ao produto, permitindo a passagem de luz quando o for solicitado.

2.2) Smart Cities com Smart Windows

Os filmes inteligentes se encaixam perfeitamente dentro do ODS número 11 da ONU, o qual trata das Comunidades e Cidades Sustentáveis. Isso porque seu uso em edifícios em regiões usualmente quentes diminui o uso de energia elétrica com aparelhos ar-condicionados, os quais são classificados como um dos itens de maior potência elétrica existentes dentro de um ambiente formal, como empresas, e informal, como casas e apartamentos. Eles também são um grande exemplo de como a tecnologia pode contribuir positivamente para a vida na cidade, estando dentro, portanto, do conceito de Cidades Inteligentes.

3) Qualidade de vida na cidade de São Paulo

Tanto no caminho ao trabalho quanto nos afazeres do emprego a qualidade de vida está em jogo, pois a precariedade e o mau-estar são possíveis em ambos os casos. Por exemplo, os 1,5 milhão de indivíduos que se utilizam das linhas 4-Amarela, 5-Lilás e 15-Prata do metrô (linhas de concessionárias das empresas privadas ViaQuatro - linha 4 - e ViaMobilidade - linhas 5 e 15 -) passam por grandes extensões ao ar livre, onde o sol incide diretamente e de forma excessiva, o que gera desconforto. Além disso, durante essas viagens de metrô, o uso intenso do ar condicionado nos vagões contribui para um gasto de energia muito elevado. Portanto, é natural imaginar alguma maneira de melhorar as condições dessas situações.

3.1) Nosso objetivo: Saúde mental

Sabendo que nós, seres humanos, somos afetados por cada estímulo externo que nos acomete, é fundamental que ambientes em nosso cotidiano sejam mais agradáveis, pois estes influenciam nosso humor e, conseqüentemente, nossa produtividade. Com isso, constatamos que a aplicação de janelas inteligentes em ambientes de trabalho e/ou lazer na nossa região reduzirá o nível de estresse associado à temperatura e à incidência direta de luz solar, provocando um maior bem-estar aos indivíduos integrados a esses lugares. Para comprovar isso, foi realizada uma pesquisa na

Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, na qual o professor e doutor Alan Hedge reuniu 313 norte-americanos que trabalhavam em escritórios. Parte deles trabalhavam em edifícios com janelas convencionais e, a outra parte, com janelas inteligentes. Após entrevista com todas essas pessoas, observou-se que aquelas cujos edifícios possuíam janelas inteligentes apresentavam uma **redução da frequência de sintomas comuns ligados a esse tipo de trabalho, como dores de cabeça, sonolência e fadiga ocular**. Além disso, relatou-se que a experiência cotidiana do trabalho tornou-se muito mais agradável com a utilização das Smart Windows, pois **a intensidade ideal da luz do sol durante o dia gerava-lhes mais disposição e menos cansaço**. Portanto, é evidente que, no âmbito corporativo e domiciliar, a janela inteligente é uma ótima opção para favorecer a produtividade e evitar estresse desnecessário do dia-a-dia, sendo, dessa maneira, a ferramenta por nós proposta que colabora com a saúde mental da população, ainda mais em um contexto de pandemia.

Saúde mental é a forma como as pessoas reagem às exigências da vida, equilibrando os desejos, emoções, habilidades e ideias. Estar bem consigo mesmo e com os outros é de fundamental importância para uma região inteligente como a cidade de São Paulo e, assim, a saúde mental no ambiente de trabalho é a base da qualidade de vida na região. A partir disso, fortalecendo a relação com as janelas inteligentes, um relatório de pesquisa da empresa do Reino Unido Staples aponta que a má qualidade de iluminação, exposição excessiva à luz artificial (como ocorre normalmente nas empresas) e a não exposição à luz natural geram efeitos adversos no nosso corpo e, principalmente, na nossa mente, como ansiedade, cansaço ocular e estresse. Nessa pesquisa, realizada com 7000 funcionários de escritório de diversos países, 80% deles relataram que a boa iluminação é fundamental na realização de suas atividades, pois acaba evitando situações de estresse e ansiedade, ajudando na clareza dos pensamentos. A partir de tudo isso, podemos concluir que o uso, por empresas privadas, das janelas inteligentes na cidade de São Paulo:

- Contribuirão para a diminuição de problemas no trabalho e no trajeto a ele, haja vista a diminuição de ansiedade e do estresse nessas situações;
- Auxiliarão aumentando os níveis de felicidade no trabalho, pois a iluminação natural na medida correta, como mostrado nos estudos, geram resultados mais satisfatórios nas empresas;
- Ajudarão na produtividade;
- **Acarretarão na melhoria da saúde mental**, dada a junção dos benefícios acima.

Com tudo isso, faz-se clara a aplicação e a relação entre as janelas inteligentes e a qualidade de vida na região quanto à saúde mental, de modo que as empresas privadas, ao realizarem essa mudança (de janelas convencionais dos edifícios e das linhas de metrô citadas para janelas inteligentes), resultarão a médio e longo prazo no aumento da qualidade de vida da comunidade da cidade de São Paulo (trabalhadores de pequenas e grandes empresas privadas bem como os 1,5 milhão de indivíduos que se utilizam das linhas 4-Amarela, 5-Lilás e 15-Prata do metrô) quanto a saúde mental.

4) Impactos adicionais

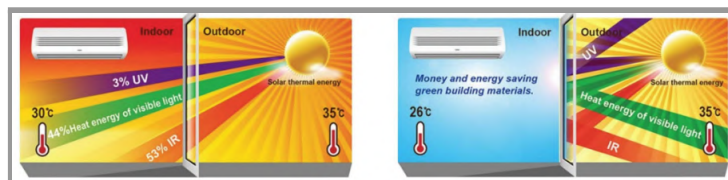
4.1) Saúde privada na nossa região

Na área da saúde, além dos impactos já apresentados, vale ressaltar a benéfica troca das cortinas e persianas pelas janelas inteligentes nos edifícios das empresas. Essa troca é proveitosa à

medida que as primeiras acumulam rapidamente poeira, agentes infecciosos e pequenas pragas, os quais duram por muito tempo no material e são difíceis de serem removidos. Esse cenário é particularmente ainda mais preocupante em hospitais, onde a circulação de patologias é constante e prejudicial às pessoas envolvidas naquele ambiente. Nesse sentido, além de promoverem um maior conforto aos pacientes e funcionários da nossa comunidade, as janelas inteligentes facilitam a limpeza do local, deixando-o mais limpo e, com isso, mais adequado ao tratamento de novos pacientes. Sem contar o aumento do bem-estar dos enfermos em contato maior com a luz do dia, viabilizando uma experiência no hospital um pouco menos pior a pessoas doentes.

4.2) Impactos ambientais

Falando em meio ambiente, as Smart Windows também são benéficas ao desenvolvimento da sustentabilidade. De acordo com dados da SIMA (Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente), o município de São Paulo consome cerca de 20% da energia elétrica fornecida no Estado. Ainda, segundo o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), o consumo de energia em prédios residenciais e comerciais corresponde a 50% do total de eletricidade consumida no país. Desse modo, tendo em vista que a cidade de São Paulo é uma das regiões com maior número de edifícios no mundo, fica fácil concluir que considerável parte do total de energia distribuída no município é utilizada para abastecer edifícios. Assim, como grande parte dessa energia é usada para iluminação e controle térmico desses ambientes fechados, a aplicação de janelas inteligentes é uma alternativa extremamente benéfica à economia de eletricidade. Substituída a iluminação artificial pela natural e mitigada a necessidade constante do uso de ar-condicionados e aquecedores, essas janelas promoverão uma economia de gastos com energia elétrica e, conseqüentemente, serão extremamente mais sustentáveis que os aparelhos supracitados.



(Figura 3 - Relação entre o uso de janelas inteligentes e a economia de energia pelo uso menos intenso do ar condicionado)

5) Análise quanto a viabilidade econômica

Outro aspecto a ser considerado é o econômico, haja vista que este também está intrinsecamente associado à ação de empresas privadas. Como será mostrado a seguir, essas janelas são viáveis economicamente e apresentam uma grande potencialidade de economia de energia elétrica, possibilitando aos consumidores e empresas uma melhor economia de seus recursos financeiros, os quais poderão ser alocados para outros fins úteis. Dessa forma, em uma determinada escala, tanto o empresário e/ou consumidor quanto o meio ambiente serão favorecidos por essa economia.

5.1) Economia monetária e custos

A partir de algumas análises realizadas por empresas no exterior que fabricam janelas inteligentes pela tecnologia do filme inteligente, a economia de energia torna-se notável, isso porque

as janelas inteligentes oferecem economia nos custos de aquecimento e resfriamento e é mais fácil de limpar do que cortinas - cortando custos de manutenção dessas. Assim, em uma análise comparativa de um edifício que usa janelas convencionais e outro que usa janelas inteligentes, podemos estimar uma economia média de energia de até 20%, sendo que esse valor pode variar dependendo do local e também da quantidade de janelas inteligentes instaladas. De acordo com um estudo da Universidade de Washington integrado com o Design Lab. e Better Bricks, um recurso comercial da North West Energy Efficiency Alliance, a instalação das janelas inteligentes levaram a uma redução de 17,7% no uso de energia, equivalente a \$28.000 por ano e, de acordo com os inquilinos, os benefícios para seu conforto foram muito impactantes.

Vale lembrar que o custo de instalação das Smart Windows que se utilizam do filme inteligente é extremamente baixo - apresentam elevado custo-benefício -, sendo possível até mesmo que a própria empresa opte por instalar manualmente os filmes nos vidros das janelas. Ademais, é importante salientar que os benefícios econômicos dar-se-ão a médio e longo prazo, quando a economia de dinheiro na conta de luz compensar o gasto da aquisição dos filmes e, caso haja, da instalação.

5.2) Público-alvo

O uso de janelas inteligentes é vasto, podendo ser aplicado em lojas comerciais, sala de reuniões, escritórios, lojas de varejo, fachadas de lojas, provadores, residências, salas de estar, salas de jantar, etc. Assim, o público-alvo desse produto é vasto, favorecendo ainda mais a viabilidade de aquisição dessas janelas.

6) Atuação das empresas privadas

A partir das análises de economia e de mercado acima por nós apresentadas, é notável que a instalação das janelas inteligentes nos locais de trabalho, da saúde e em residências comuns é economicamente benéfica, pois a economia de energia gerada e a melhoria da saúde mental dos indivíduos gerará uma maior receita às empresas privadas da cidade de São Paulo. Além disso, às empresas imobiliárias isso também é aplicado, porque, ao instalarem as janelas em seus edifícios, a economia de dinheiro com a conta de luz tornar-se-á um grande atrativo, resultando também no aumento da receita monetária.

Essa situação, ao ser analisada pelas empresas privadas (sejam elas da área da saúde, da imobiliária, da contabilidade, etc), resultará na ação das mesmas, as quais instalarão as janelas inteligentes e, em consequência, atingirão o objetivo estabelecido por nós: a melhora da saúde mental da comunidade da cidade de São Paulo.

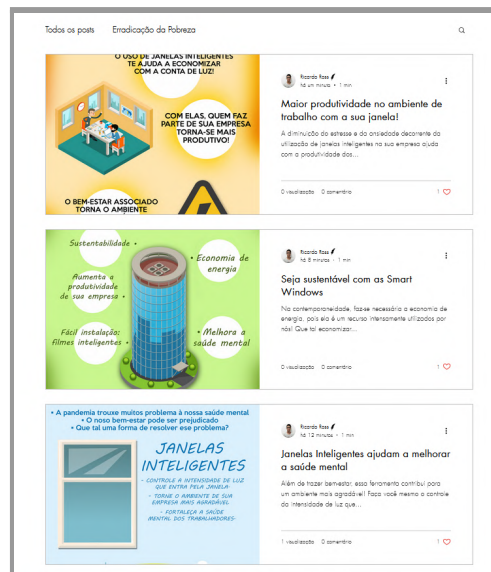
6.1) Motivando a ação de empresas privadas

Para fazer com que as empresas privadas se atentem aos benefícios que as janelas inteligentes trazem, para então instalar esses objetos, faz-se necessário medidas de divulgação, haja vista o desconhecimento de uma tecnologia tão específica como as Smart Windows na cidade de São Paulo. Com isso, iremos destacar os pontos que nos apoiaremos para motivar as empresas, são eles:

- Benefícios econômicos (monetários);
- Benefícios à produtividade dos trabalhadores;
- Benefícios à saúde mental;

- Benefícios ao meio ambiente (sustentável);
- Cidades inteligentes e sustentáveis.

Para efetivar a motivação às empresas, a Equipe Polirangers utilizar-se-á do [Instagram](#), outras redes sociais e do site [SustentávelMente](#), site esse que, baseado nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS), trata desses objetivos, tecnologias, sustentabilidade e, claro, de Cidades Inteligentes. Ele tem como fundador o membro de nossa equipe Vitor, como co-fundador outro membro de nossa equipe Matheus e como escritor de blog outro membro da equipe Ricardo. Com isso, por meio de várias publicações acerca das janelas inteligentes e dos pontos supracitados, nossa equipe motivará a participação das empresas privadas.



(algumas das publicações que a nossa equipe fará para motivar as empresas, trazendo os benefícios das Smart Windows)

Por meio de tais publicações (textos, esquemas e imagens), a nossa equipe pretende motivar as empresas privadas a instalarem as janelas inteligentes, destacando para elas todos os benefícios que uma Smart Window traz, tanto na saúde mental quanto na economia de dinheiro na cidade de São Paulo. Com isso, a ação delas trará a melhoria da qualidade de vida na região, concretizando de fato os benefícios de uma janela inteligente.

7) Vídeo propaganda

Segue o link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=Chx4n3rxsjE>

○ REFERÊNCIAS ○

- <https://home.howstuffworks.com/home-improvement/construction/green/smart-window4.htm>
- <https://view.com/sites/default/files/documents/workplace-white-paper.pdf>
- <https://windows.lbl.gov/software/window>
- <https://forbes.com.br/principal/2020/04/7-iniciativas-de-empresas-para-apoiar-os-colaboradores-em-meio-a-pandemia-do-coronavirus/>
- <https://www.forbes.com/sites/pragyaagarwaleurope/2018/12/31/how-does-lighting-affect-mental-health-in-the-workplace/?sh=7808394c4ccd>
- <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04%7D>
- https://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalecv2/intranet/BiblioVirtual/diversos/anuario_energetico_municipio.pdf
- <https://view.com/resources>
- <http://sonte.com/about.html>
- <https://www.raynofilm.com/smartfilm>
- <https://intelligentglass.net/smart-glass-windows/>
- <https://www.smartcitiesworld.net/news/landmark-manhattan-office-tower-installs-smart-windows-6477>