

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Prova de Conceito

Conforme Moura (2020), “Prova de Conceito” ou *PoC* (*Proof of Concept*, na sigla em inglês) diz respeito aos testes realizados para demonstrar se determinado produto ou serviço funciona na prática e qual seu respectivo nível de eficiência. Dessa maneira, as indústrias podem utilizar uma *PoC* para aferir, por exemplo, as especificações técnicas, funcionalidades, desempenho, adequação ao ambiente tecnológico da empresa em que o produto ou solução será utilizada, entre outros fatores que sejam relevantes para a contratação. Uma *PoC* gera evidências documentadas que subsidiam as decisões do administrador contratante para planejar uma contratação (apurando os requisitos técnicos das soluções de TI que possam atender às necessidades, por exemplo) ou para avaliar a adequação da solução de TI apresentada às especificações técnicas exigidas.

Para Setti (2021), se trata de uma forma mais simples e barata de experimentar se uma determinada solução tem aderência aos desafios do negócio da empresa. E isso vale tanto para a contratação de soluções, quanto para a cocriação. Segundo a autora, pode-se encarar a Prova de Conceito como um experimento para o qual será elencada uma hipótese ou ainda como um MVP, que é uma implementação mínima e viável que também busca validar hipóteses.

A ideia de realizar uma Prova de Conceito em conexão com startups é justamente testar o conceito da solução da startup em um contexto real e mensurar seu impacto. Dessa forma, tenta-se entender (e como) aquela solução resolve as dores que motivaram a conexão, caso seja escalada para toda a organização. Primeiramente, uma etapa fundamental que não foi mencionada: a aprendizagem. Ela sucede os testes e a mensuração. A POC serve para identificar pontos de melhoria, gaps e necessidades de personalização para a solução. Atua como um benefício para a startup que está trabalhando nesse produto. Porém também serve para as fases seguintes do projeto de escala, caso os resultados da Prova de Conceito se mostrem interessantes para a empresa (SETTI, 2021).

2.2 O Transportador de Correia

Conforme Andrade e Faria (2004) o transportador de correia é um equipamento destinado ao transporte ou movimentação de materiais a granel ou volumes através de uma correia

contínua, que se desloca sobre tambores e roletes, visando maior rapidez com custo reduzido. Não existe meio de transporte industrial, de maneira geral, que supere o transportador de correia. Na maioria das instalações de Transportadores, a correia com a seção transversal côncava, conforme Figura 1, passa por uma transição, para entrar em um tambor plano e transferir o material através de um chute para outra correia.

Figura 1 – Transportador de Correia



Fonte: Andrade e Faria (2004)

2.2.1 Composição

Além da correia em si, que é a parte principal do transportador, por ser o componente que estará em contato direto com o material transportado, em geral, o transportador de correia é composto por roletes, tambores, chutes e guias, tensionadores e limpadores.

Os roletes são um conjunto de rolos, geralmente cilíndricos e seu suporte, chamado de cavalete. Os rolos são capazes de efetuar livre rotação em torno do seu eixo e são usados para suportar e/ou guiar a correia transportadora. Normalmente dividem-se em 8 tipos: Rolete de carga, Rolete de retorno, Rolete de impacto, Rolete auto-alinhador, Rolete de transição, Rolete de retorno com anéis, Rolete espiral, Rolete de catenária, cada qual com sua respectiva função (ANDRADE; FARIA, 2004). A Figura 2 exhibe um exemplo de rolete de carga, conjunto de rolos no qual se apoia o trecho carregado da correia transportadora e que possui corpos metálicos.

Os tambores são elementos importantes num Transportador de Correias, no que tange

Figura 2 – Rolete de Carga



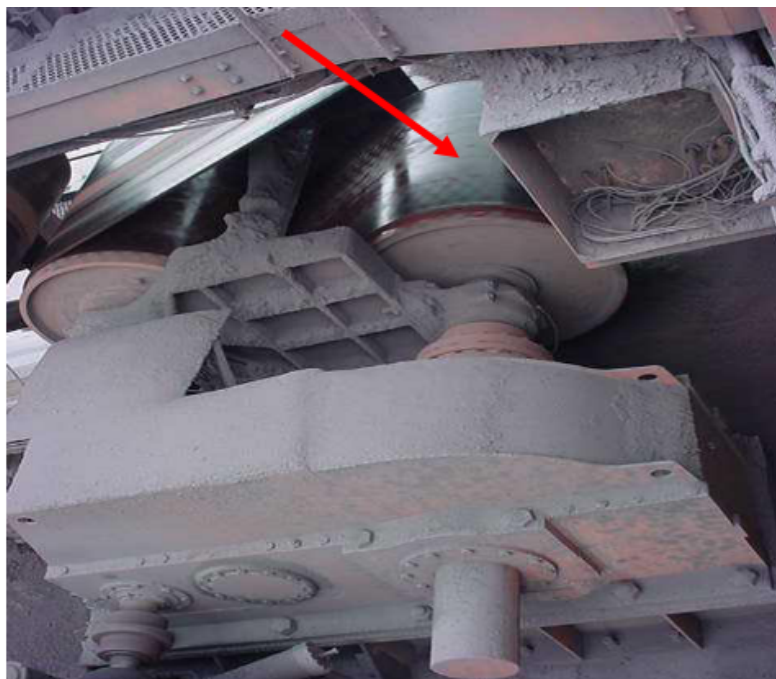
Fonte: Andrade e Faria (2004)

à transmissão de potência, dobras, desvios e retorno da correia. São de forma cilíndrica e geralmente revestidos. O revestimento oferece como principais vantagens: aumento do coeficiente de atrito entre a correia e o tambor, os revestimentos ranhurados evitam deslizamentos da correia, prevenção de aderência do material ao tambor, etc. Os tipos de revestimentos são: liso, ranhurado do tipo “espinha de peixe”, ranhurado do tipo diamante, de borracha, de pastilhas cerâmicas. Os tipos de tambores são: tambor de acionamento, tambor de retorno e esticador, tambor de desvio e tambor de encosto (ANDRADE; FARIA, 2004). Na Figura 3 é possível visualizar um tambor de acionamento, que tem por função realizar a transmissão de torque ao sistema.

A função do Chute é transferir o material de forma a minimizar a degradação e permitir que o material flua suavemente, sem acúmulo, ou entupimento. Teoricamente o chute perfeito deve dar ao material a mesma velocidade e sentido da correia no ponto de contato do material com a correia de recebimento. A principal função do esticador é garantir a tensão conveniente para o acionamento da correia, e, absorvendo as variações no comprimento da correia causadas pelas mudanças de temperatura, oscilações de carga, tempo de trabalho, etc (ANDRADE; FARIA, 2004).

Ainda em Andrade e Faria (2004), os dispositivos de limpeza da correia destinam-se a limpeza de superfície, evitando o retorno da mesma com material impregnado sobre os roletes. Daí a necessidade de limpeza, para evitar o acúmulo de material nos componentes vitais do transportador, entre a correia e os tambores de acionamento, desvio e traseiro, sobre a estrutura metálica da mesma e em outros pontos, podendo causar sérios prejuízos,

Figura 3 – Tambor de Acionamento



Fonte: Andrade e Faria (2004)

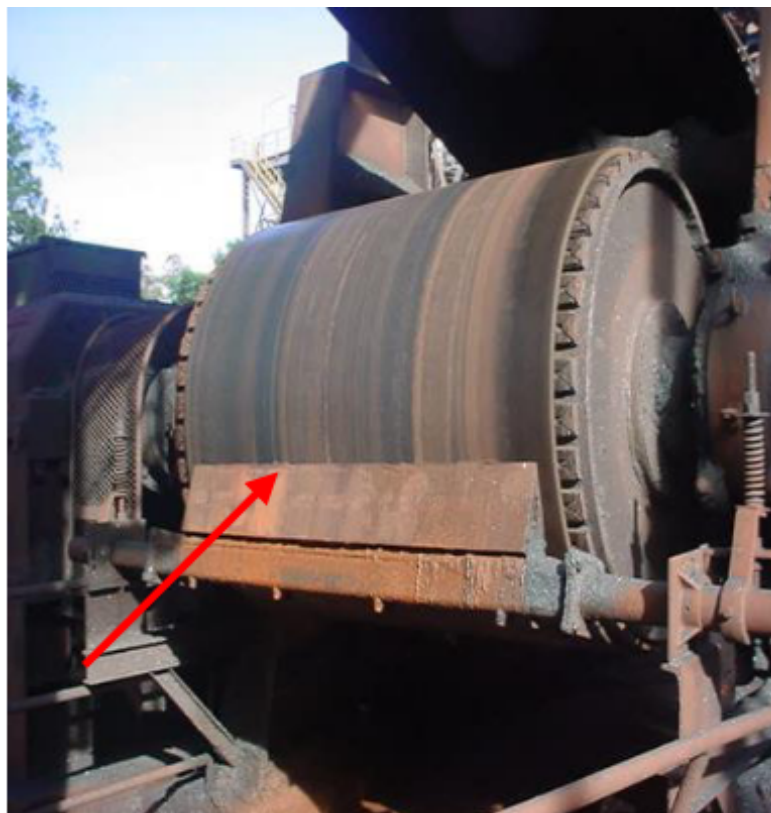
como rolos travados, desgaste nas coberturas dos tambores, desalinhamento da correia, podendo diminuir sua vida útil. Um exemplo de sistema de limpeza encontra-se na Figura 4, trata-se do raspador, equipamento responsável pela retirada de material que possa estar impregnado na correia.

2.2.2 Cálculo da quantidade de material transportado

Segundo Caetano (2010), para se estar apto ao cálculo do material transportado, se faz necessário conhecer elementos relativos ao material a transportar (a sua densidade aparente, d), a largura da correia transportadora (b) e a sua velocidade de operação (v). Além dessas informações também se faz necessário entender o aspecto construtivo do sistema de apoio da correia transportadora.

Geralmente o sistema de apoio de uma correia transportadora é constituído por um rolete, dois roletes, três roletes ou por cinco roletes (disposição de Garland), como se pode verificar na Figura 5. Os sistemas de dois roletes podem operar com diferentes ângulos de inclinação; geralmente 20° e 30° . Nos sistemas de três roletes, o rolete central está na posição horizontal e os roletes laterais possuem uma inclinação de 20° , 30° ou 45° . Nos sistemas com cinco roletes, o rolete central está na posição horizontal; seguem-se roletes inclinados de 30° e os roletes superiores inclinados a 45° ou 60° (CAETANO, 2010).

Figura 4 – Raspador



Fonte: Andrade e Faria (2004)

Para o transporte de materiais grosseiros é comum a utilização de sistemas de apoio de cinco ou de três roletes. A última variável necessária ao cálculo da quantidade de material transportado é a área da seção transversal, mostrada na Figura 6. A1 a área da seção transversal de sobrecarga e A2 a área da seção transversal de carga situada abaixo da área A1. A seção transversal de carga total é, naturalmente $A = A1 + A2$.

Dessa forma, de acordo com Caetano (2010) é possível realizar o cálculo da quantidade de material transportado da seguinte forma:

$$Q_p = 3600 * A * V * D$$

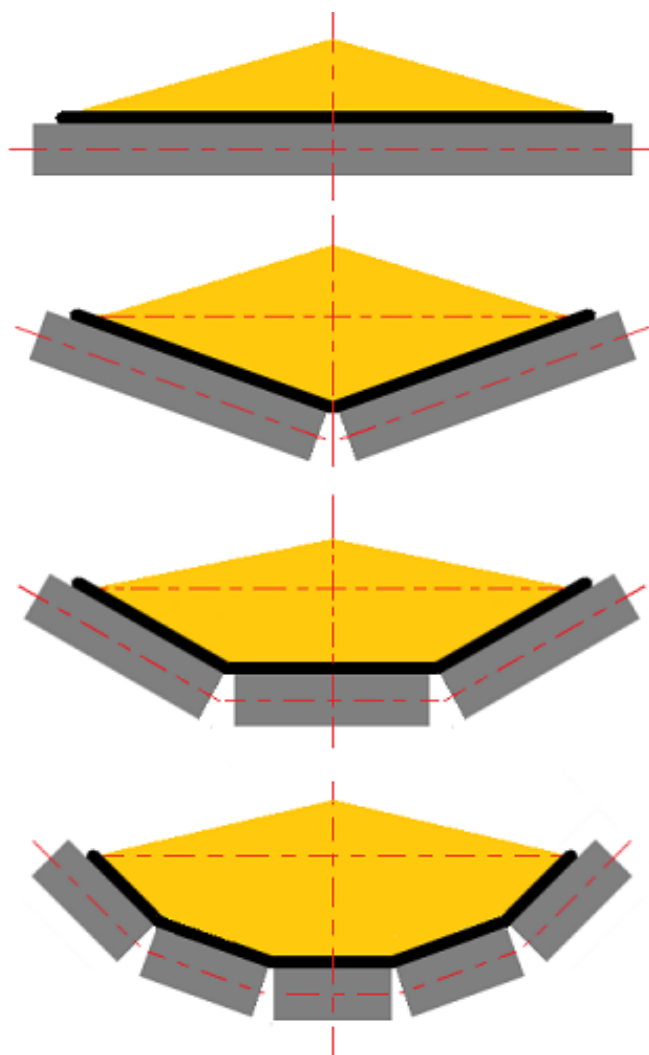
Q_p – A quantidade de material transportado, em Ton/hora;

A – A seção transversal de carga, em metros quadrados;

V – A velocidade do transportador, em metros por segundo;

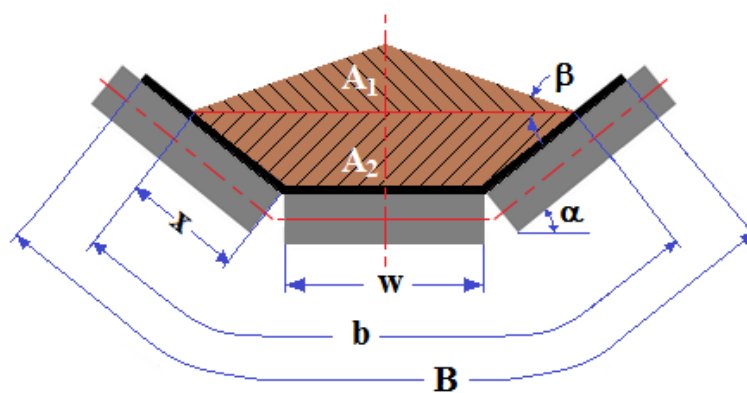
D – A densidade aparente do material transportado, em Ton/m³.

Figura 5 – Tipos de sistema de apoio para correias transportadoras



Fonte: Caetano (2010)

Figura 6 – Sistema de apoio com três roletes



Fonte: Caetano (2010)

Note ainda que, caso seja necessário avaliar o volume do material transportado basta que seja suprimido o valor da densidade da equação anterior, obtendo-se então:

$$Q_v = 3600 * A * V$$

Onde Q_v é a quantidade de material transportado, em m³/hora.

O cálculo para a área transversal do material, de acordo com o sistema de apoio da correia, é desenvolvido com detalhes no Anexo I.

2.3 A tecnologia de varredura a laser

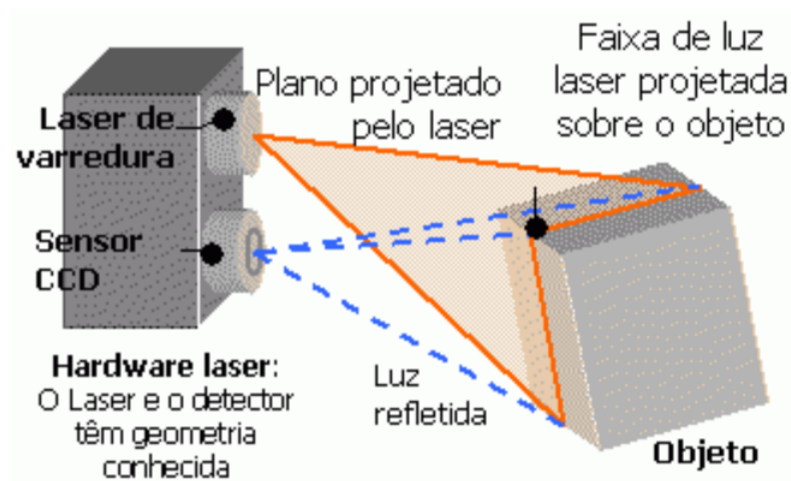
2.3.1 Contexto

O levantamento tridimensional de pontos no terreno é um problema clássico, que pode ser tratado por distintas metodologias. A mais antiga é o levantamento direto, com a medida de distâncias e direções usando instrumentos topográficos. Esta técnica ganhou significativa eficiência com o advento dos medidores eletrônicos de distâncias e ângulos, instrumentos que integrados, convencionou-se chamar de estações totais. Os medidores a laser foram significativamente melhorados e passaram a realizar a medição de distâncias sem a necessidade de refletores, o que permitiu a determinação remota de coordenadas, sem tocar o objeto. Além disto, o amadurecimento da tecnologia de controle de servomecanismos, aplicada aos instrumentos topográficos, assegurou o desenvolvimento da estação total robotizada, que permite a medição programada de pontos, mesmo sem o operador. A tecnologia de varredura a laser é um aperfeiçoamento destes princípios. Nos últimos anos, os scanners a laser têm sido utilizados em vários tipos de levantamentos terrestres. Na varredura a laser, as distâncias aos objetos são medidas sem a necessidade de refletores e as medidas não são efetuadas em feições específicas, mas em todo o objeto automaticamente, gerando uma nuvem densa de pontos com coordenadas 3D. Existem vários tipos de scanners 3D, variando desde as características do sistema de varredura, passando pelo princípio de medição da distância, até a velocidade e intervalos de medida. A exatidão e a quantidade de pontos medidos variam de acordo com o modelo do scanner. Entre as técnicas para levantamentos 3D, a Fotogrametria teve papel histórico importante, pois foi a técnica que permitiu a produção em massa de documentos cartográficos. O advento da varredura 3D a laser permitiu a solução de vários dos problemas existentes nas técnicas tradicionais já utilizadas, pois reúne a exatidão dos métodos diretos com a possibilidade de geração de milhões de pontos com coordenadas 3D em apenas alguns minutos (TOMMASELLI, 2003).

2.3.2 Funcionamento

Os scanners baseados no princípio da triangulação possuem uma fonte laser e, no mínimo, um sensor CCD, que captura a luz laser refletida pelo objeto, como mostrado na Figura 7. A geometria entre o laser e o sensor CCD é conhecida e permite o cálculo das coordenadas 3D dos pontos iluminados pela luz laser por intersecção. Utiliza-se o mesmo princípio da intersecção fotogramétrica e a precisão da reconstrução do modelo do objeto depende de elementos geométricos semelhantes, como a relação base/distância. Este tipo de sistema é adequado para a reconstrução de objetos pequenos e a distância máxima de operação dependerá da base empregada pelo scanner, como no método fotogramétrico. Como a base é normalmente fixa, há uma distância máxima de operação para a qual a precisão é satisfatória. A exatidão das coordenadas 3D neste tipo de scanner está no nível sub-milimétrico, dependendo da distância ao objeto. As coordenadas calculadas estarão no referencial da base e, para transformá-las para um referencial do espaço objeto deve-se conhecer a orientação da base ou, então, colocar alvos no campo de varredura do scanner. A primeira possibilidade, que equivale à determinação direta da orientação do instrumento, exige a orientação e posicionamento da base em relação ao referencial do espaço objeto, dependendo do modelo do equipamento. Outro problema com o método de triangulação, é a identificação do ponto laser refletido pelo objeto e registrado pelo CCD, que pode ser limitada pela iluminação do ambiente e pela distância ao objeto (TOMMASELLI, 2003).

Figura 7 – Scanner baseado no princípio da triangulação

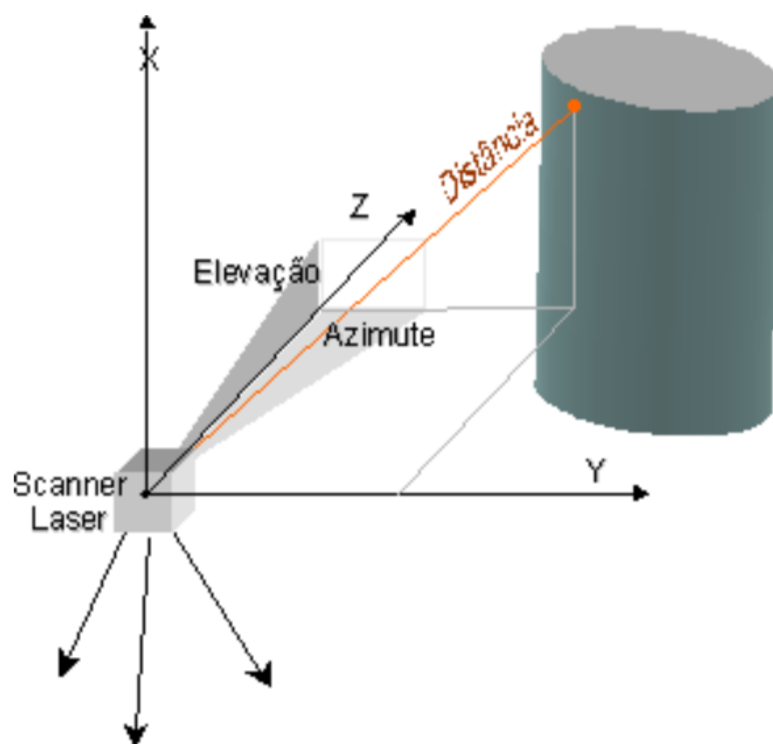


Fonte: Tommaselli (2003)

Ainda em Tommaselli (2003), uma alternativa, em caso de distâncias maiores, é o sistema LiDAR (Light Detection And Ranging) que mede a distância através do tempo de retorno do pulso laser (Time of Flight). Neste sistema de varredura, o instrumento emite milhares de pulsos laser por segundo, normalmente de luz infravermelha. O instrumento mede as distâncias, a intensidade da energia refletida pelo objeto e os parâmetros de atitude do

feixe (azimute e elevação), que são coordenadas polares do ponto, em relação ao referencial do laser (Figura 8). A partir destes dados é possível calcular as coordenadas cartesianas 3D dos pontos medidos e sua resposta espectral, que pode ser usada para criar uma imagem semelhante à visível. Com este sistema é, teoricamente, possível trabalhar durante a noite, já que não requer luz visível. O resultado final do processo de medição e processamento é uma nuvem de pontos, que poderia ser chamada, genericamente, de Modelo Numérico de Superfície, ao qual o valor de refletância também pode ser associado. Os sistemas de varredura a laser são os sucessores das estações totais robotizadas, mas com maior velocidade de coleta e recursos de automação mais avançados.

Figura 8 – Elementos geométricos coletados em campo para o cálculo de coordenadas 3D no sistema de varredura a laser (LiDAR)



Fonte: Tommaselli (2003)

A resolução da nuvem de pontos, que define o número total e a distância entre os pontos, pode ser estabelecida antes da varredura. Este parâmetro depende do tamanho do menor elemento que se deseja levantar e da distância ao objeto. Dependendo do modelo do scanner, pode-se refazer a varredura de alguns detalhes específicos com maior resolução espacial. As nuvens de pontos com coordenadas dos pontos no espaço objeto e seus valores de refletância são coletadas de vários pontos de vista para eliminar as oclusões devido à perspectiva central. Para referenciar estes pontos a um sistema do espaço objeto, são necessários alguns pontos bem definidos, normalmente proporcionados por alvos especiais (pelo menos quatro pontos). Ao contrário da técnica fotogramétrica, que requer sempre duas estações, no mínimo, a varredura a laser requer somente uma estação para coletar

coordenadas dos objetos em verdadeira grandeza. Um problema comum aos scanners, tanto por triangulação quanto os do tipo LiDAR é a refletância dos materiais presentes na cena. Se o sinal laser não for refletido adequadamente por um determinado material, não haverá como calcular as coordenadas daquele ponto (TOMMASELLI, 2003).