

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CÂMPUS CURITIBA**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

**BRUNO ZONATTO LUDWIG**

**ANÁLISE ENTRE SISTEMAS DE FACHADAS CORTINA À LUZ DOS**  
**PRINCÍPIOS DE PROJETO PARA MANUFATURA E MONTAGEM**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2014**

**BRUNO ZONATTO LUDWIG**

**ANÁLISE ENTRE SISTEMAS DE FACHADAS CORTINA À LUZ DOS  
PRINCÍPIOS DE PROJETO PARA MANUFATURA E MONTAGEM**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão do Desenvolvimento de Produtos, da Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Curitiba, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Milton Borsato

**CURITIBA**

**2014**

## RESUMO

LUDWIG, Bruno Zonatto. **Análise entre sistemas de fachadas cortina à luz dos princípios de projeto para manufatura e montagem.** 2014. 23p. Monografia (Especialização em Gestão do Desenvolvimento de Produtos) – Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Curitiba, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O trabalho analisa os sistemas de fachadas cortina em alumínio mais utilizados no mercado; stick e unitizada. A análise tem como base artigos anteriores relacionados ao tema fachada cortina em alumínio. Estes artigos citam as características de cada sistema e sua composição. Os artigos posicionam a fachada unitizada como a evolução da fachada stick, sendo também abordadas as vantagens e desvantagens de cada sistema. Sendo assim, esta análise tem por objetivo posicionar o sistema unitizado como evolução do sistema stick à luz dos princípios de projeto para manufatura e montagem (DFMA) e dividi-los em módulos através de suas características. Sendo a fachada unitizada a evolução da stick, este estudo também aborda um comparativo entre as peças utilizadas em quadros fixos de mesma composição de diferentes extrusoras para as fachadas unitizadas. Demonstra assim algumas características que podem oferecer vantagem sobre as outras se abordado os conceitos de DFMA para diferentes extrusoras.

**Palavras-chave:** Fachada Cortina; Sistema Stick Colado; Sistema Unitizado Fora de Vão.

## ABSTRACT

LUDWIG, Bruno Zonatto. **Analysis of curtain facades in the light of design principles to manufacturing and assembly systems**. 2014. 23p. Monograph (Specialization in Product Development Management) - Director of Research and Graduate Campus of Curitiba, Federal Technological University of Paraná.

The paper analyzes the curtain facade systems of aluminum commonly used in the market; stick and unitized. The analysis builds on previous articles related to the topic curtain façade of aluminum. These articles cite the characteristics of each system and its composition. Articles position the facade unitized as the evolution of stick facade, and also discussed the advantages and disadvantages of each system. Thus, this analysis aims to position the unitised system as evolution of stick system in the light of design principles to manufacturing and assembly (DFMA) and divide them into modules through its features. Being the facade Unitized the evolution of the stick, this study also addresses a comparison between the parts used in fixed frames of the same composition of different extruders for unitised facades. Thus shows some features that may offer advantages over other concepts are addressed to different extruders of DFMA.

**Keywords:** Curtain facade; Stick Stuck system; Unitized system Outside Go.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DA FACHADA CORTINA.....	10
FIGURA 2 - PERFIS QUADRO FACHADA STICK ENCAIXILHADO.....	11
FIGURA 3 - PERFIL QUADRO FACHADA STICK GLAZING(COLADO).....	11
FIGURA 4 - ESTRUTURA AUXILIAR EM CINZA E QUADRO ENCAIXILHADO EM BRANCO.....	11
FIGURA 5 - SISTEMA UNITIZADO (MACHO E FÊMEA).....	13
FIGURA 6 - SISTEMA UNITIZADO (ANCORAGEM).....	13
FIGURA 7 - SISTEMA UNITIZADO QUADRO MONTADO .....	13
FIGURA 8 - FLUXOGRAMA PROCESSOS.....	14

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	14
QUADRO 2 - TE.1 UNIT ALCOA CARACTERÍSTICA GERAIS.....	19
QUADRO 3 - TE.2 OFFSET BELMETAL CARACTERÍSTICA GERAIS.....	19
QUADRO 4 - TE.3 DA VINCI CDA CARACTERÍSTICA GERAIS.....	19

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>07</b>
<b>2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....</b>	<b>09</b>
<b>2.1 Fachadas cortinas.....</b>	<b>09</b>
2.1.1 Sistema stick.....	10
2.1.2 Sistemas unitizados.....	12
2.1.3 Fluxo de produção de fachadas cortina em alumínio.....	14
<b>2.2 Princípios básicos de projeto para manufatura e montagem (DFMA)....</b>	<b>15</b>
<b>3 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sistemas de fachadas são conjuntos formados por perfis estruturais em alumínio, parafuso e componentes cada vez mais utilizados para atender as solicitações criativas em projetos arquitetônicos.

O mercado deste tipo de produto encontra-se em franca expansão, tendo gerado um faturamento de 450 milhões para o mercado de alumínio e 150 milhões para o mercado de vidro no ano de 2011 (CAMARGO, 2011). As primeiras obras realizadas no Brasil utilizando o sistema unitizado foram desenvolvidas e projetadas pela empresa Kawneer, hoje pertencente ao grupo Alcoa. A Kawneer foi responsável também por grande parte dos projetos de caixilhos de arranha-céus norte-americanos. Um dos projetos piloto no Brasil foi a sede do Bank Boston em São Paulo, obra essa que também marca a chegada do sistema unitizado ao Brasil.

Segundo Rosso (2007), existem três sistemas de fachada no mercado: unitizada, *stick* e híbrido (entre *stick* e unitizada). Fachadas unitizadas vêm ganhando grande espaço nos canteiros de obra brasileiros devido principalmente a sua agilidade na montagem em obra e por ser composta de módulos. É considerada a evolução da fachada *stick*, porém conceitualmente distintas. O controle de produção das fachadas unitizadas é outro diferencial, já que a maior parte dos processos é realizada em fábrica, de tal forma que os painéis prontos podem ser encaixados em obra (CORSINI, 2013).

As empresas fabricantes de sistemas unitizados e *stick* são as chamadas extrusoras. As principais extrusoras que atuam no Brasil são: Alcoa, Belmetal, CDA, Hydra e Shueco, as quais atribuem nomes próprios e exclusivos para seus sistemas. A escolha do sistema é baseada em catálogos e demais literaturas fornecidas pelos fabricantes, ou com projetos próprios desenvolvidos pelas fabricantes e consultores do ramo que decidem os perfis a serem utilizados embasados nas normas técnicas (ROSSO, 2007).

O presente trabalho objetiva correlacionar as características de cada sistema de fachadas cortinas aos fundamentos de projeto para manufatura (DFMA). A correlação com o DFMA, vem a propor uma forma adicional de selecionar os sistemas. O artigo visa contribuir para o entendimento das diferenças entre os sistemas e o apontamento feito por artigos do ramo que posicionam a fachada unitizada como a

evolução da fachada stick. Sendo assim aborda um fluxo de produção genérico observado em empresas que realizam o corte e a usinagem dos perfis e realizam também a montagem dos quadros com os demais componentes. Estas empresas também são chamadas de industrializadoras. Os sistemas foram divididos em módulos de acordo com suas características.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 são apresentados os conceitos fundamentais sobre fachadas cortina, suas características gerais e os seus módulos. A seção 3 apresenta a metodologia utilizada neste trabalho. A seção 4, traz uma análise dos sistemas por princípio de DFMA. A seção 5 traz as considerações finais.

## 2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Esta seção apresenta o conceito de fachada cortina, bem como as características de cada sistema, também apresentando o fluxo de produção observado para estes. Também são citados os princípios de DFMA.

### 2.1 Fachadas cortinas

Sistemas de Fachada Cortina são vedações verticais para edifícios compostas de perfis extrudados em alumínio, vidros, alumínio composto (ACM) ou outro material para vedação e componentes. Arruda (2010) define fachada cortina como sendo todo caixilho de alumínio que seja instalado por fora da estrutura do edifício. Porém, o conceito de fachada cortina remonta ao termo em inglês *Courtain Wall*. Em sua origem este termo pode se referir a qualquer vedação vertical de edifício que possua algum tipo de estrutura desde que o prédio suporte o peso da estrutura. O uso do termo neste caso independe do material utilizado. Para este estudo são abordados os sistemas mais comuns em alumínio. Estes sistemas possuem algumas diferenças e similaridades em termos sustentabilidade, engenharia e processos de fabricação.

No campo da sustentabilidade pode-se perceber um apelo que ainda é pouco utilizado nas fachadas cortinas no Brasil, diferentemente dos países europeus e dos norte-americanos que possuem certificações como a *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) para edifícios eco sustentáveis, esta sustentabilidade se daria através de painéis fotovoltaicos (NAKAMURA, 2008). Do ponto de vista da engenharia pode-se resaltar que as fachadas cortina em alumínio são compostas por módulos fixos e maxim-ar (janela de abrir). Os quadros podem variar entre frente de laje e vão luz, os módulos fixos frentes de laje podem receber elementos decorativos como placas de alumínio composto (ACM) ou granito, a escolha do vidro é fator determinante para o conforto térmico e acústico (NAKAMURA, 2008). A figura 1 demonstra a evolução dos sistemas ao longo das décadas começando na década de sessenta, quando se iniciaram as primeiras obras com sistemas de fachada nos Estados Unidos.

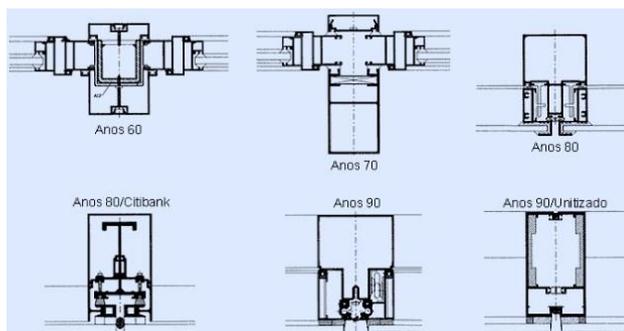


Figura 1 – Evolução da Fachada Cortina  
Fonte: Alusistem (2007)

### 2.1.1 Sistema stick

A fachada *stick* apresenta dois módulos: colado (*Glazing*) e o encaixilhado (Pele de Vidro). A escolha da modalidade está diretamente ligada a forma como o vidro é encaixado, sendo que os outros processos gerais são similares entre as duas modalidades (ARRUDA, 2010). A fachada *stick* pode ser dividida em três componentes: ancoragem, estrutura auxiliar e quadros. As ancoragens mantêm o prumo da fachada e está junto ao prédio, são as primeiras a serem instaladas na obra. A estrutura auxiliar é composta de travessas na horizontal e colunas na vertical. As colunas recebem usinagem para serem fixadas na ancoragem bem como gaxetas de borracha para vedação. Estes perfis são cortados e usinados em fábrica e enviados à obra. Na obra acontece a montagem desta estrutura com parafusos e luvas que ligam uma barra de coluna a outra. As travessas são parafusadas entre as colunas. A estrutura auxiliar serve para receber os quadros, estes quadros podem ser encaixilhados ou colados. Os colados são considerados melhores pois oferecerem facilidade de manutenção na eventual necessidade da troca de vidro (Arruda, 2010). Os quadros são compostos por perfis, gaxetas, vidro, parafusos e acessórios. O quadro é encaixado por pressão ou parafusado na estrutura. A instalação do sistema *stick* é feita por fora do edifício utilizando balancins (ROSSO, 2007). Segundo Arruda (2010), uma das vantagens oferecidas por este sistema é a possibilidade da estrutura ser executada, permitindo ajustes. A figura 2 apresenta os perfis utilizados em quadros encaixilhados, a figura 3 os perfis usados nos quadros colados e a figura 4 a montagem estrutura auxiliar e quadros.

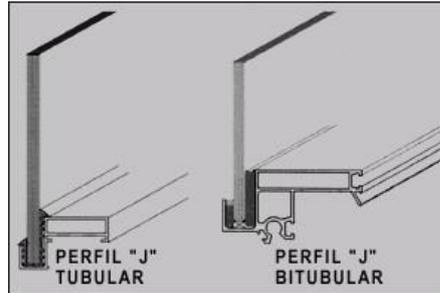


Figura 2 – Perfis quadro fachada Stick encaixilhado  
Fonte: Perfilac (2014)

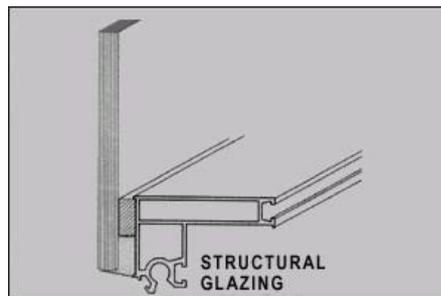


Figura 3 – Perfil quadro fachada Stick *Glazing* (colado)  
Fonte: Perfilac (2014)

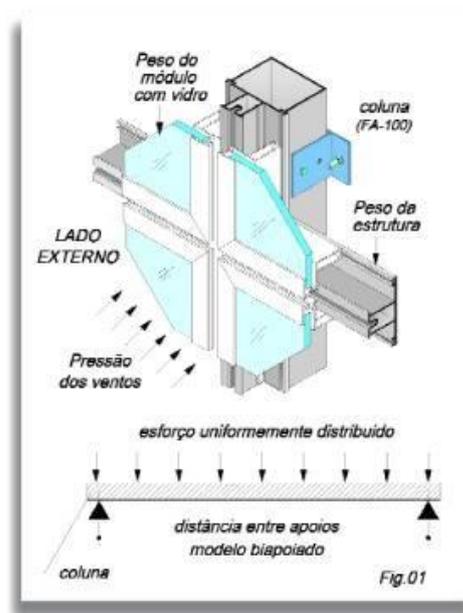


Figura 4- Estrutura auxiliar em cinza e quadro encaixilhado em branco.  
Fonte: Vidro (2008)

### 2.1.2 Sistemas unitizados

O sistema unitizado compreende duas categorias: entre vão e fora de vão, como pode ser visto no catálogo da linha Unit (ALCOA, 2011). A modalidade entre vão possui uma maior variedade de perfis com diferentes bitolas. A diferença básica entre as duas modalidades é que a fora de utiliza ancoragens, enquanto na entre vão o sistema é fixado através de trilhos à figura 6 mostra as ancoragens do módulo fora de vão. A modalidade fora de vão pode ser dividida em dois componentes: quadro e ancoragem, podendo assim ser dividido em instalação de ancoragem e instalação do quadro.

Os quadros são compostos por perfis verticais denominados montantes (macho e fêmea) conforme figura 5 e as travessas (inferior, intermediária e superior na horizontal). As travessas possuem olhais permitindo que sejam parafusados aos montantes. O encaixe vertical entre os módulos é feito por luvas de alinhamento, também conhecidas como barras de ligação ou içamento. Estas luvas são fixadas na parte interna dos montantes, os montantes também recebem ganchos que servirão como conexão com os *inserts* ou ancoragens fixados na estrutura de concreto como demonstra a figura 6. Já a intercomunicabilidade vertical entre os quadros esta diretamente ligada ao desenho do perfil da travessa inferior e superior de cada quadro. Na horizontal o encaixe ocorre através do macho e fêmea que são pressionados pelas gaxetas de borracha de *etileno propileno dieno* (EPDM) como pode ser visto na figura 6.

A instalação do subsistema unitizado na modalidade fora de vão é feita com máquina aranha (mini-guindaste) que içe o painel também pelo lado externo. Porém, os instaladores se encontram dentro da estrutura de concreto, somente auxiliando no encaixe sobre o módulo inferior (CORSINI, 2013). Uma vantagem do sistema unitizado em relação ao stick é possibilidade de a fachada ir subindo junto com a estrutura do prédio. Porém, este método ainda é pouco utilizado no Brasil (CORSINI, 2013).

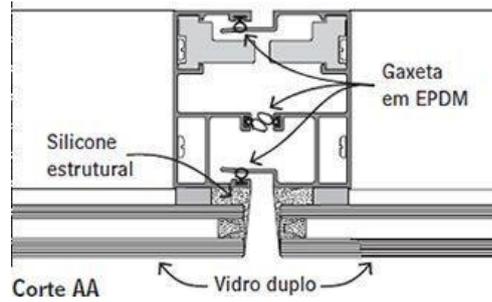


Figura 5 – Sistema unitizado (macho e fêmea)  
Fonte: Corsini (2013)

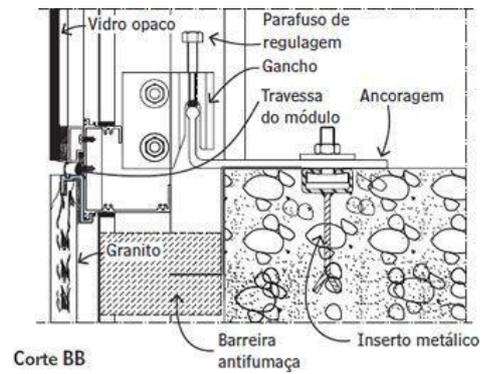


Figura 6 – Sistema unitizado (ancoragem)  
Fonte: Corsini (2013)

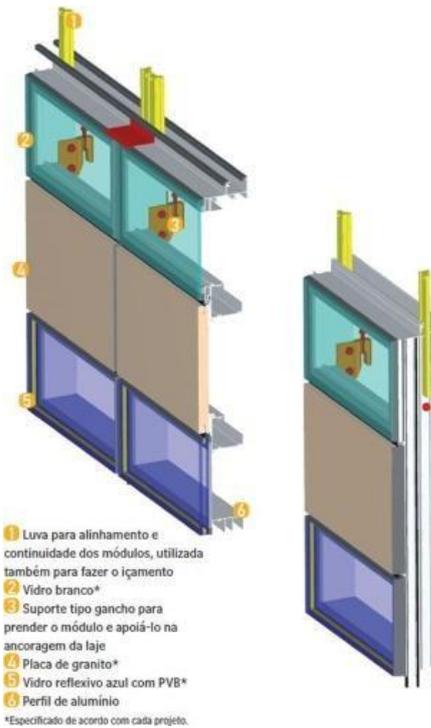


Figura 7 – Sistema unitizado quadro montado  
Fonte: Corsini (2013)

### 2.1.3 Fluxo de produção de fachadas cortina em alumínio

As fachadas cortina possuem fluxo de produção organizado em fases, como pode ser constatado na vivencia do projeto para manufatura de linhas unitizadas e stick frente ao departamento técnico da Alubauen engenharia do alumínio, ao longo de um ano. Sendo assim, foi gerado o fluxograma de fases abaixo, que juntamente com o (Quadro 1) demonstram as fases do processo de produção das fachadas. Sendo que para o caso da fachada stick o fluxo é percorrido por estrutura até a montagem e o quadro por todo o fluxo já para unitizada o fluxo é percorrido uma única vez pelas características já citadas.

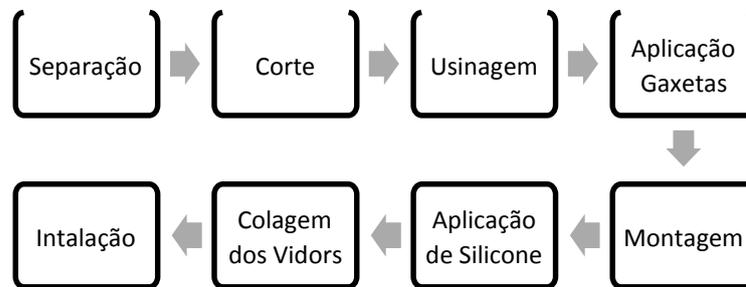


Figura 08 – Fluxograma processos  
 Fonte: Próprio Autor

Separação	Corte	Usinagem Furação e Dreno	Aplicação de Gaxetas
Separar os perfis de acordo com a planilha do Tipo e quantidade do Tipo para aquela etapa da obra e sempre observar o plano de corte previsto indicando assim as barras corretas para corte. Organizar componentes como parafusos, Gancheiras e barra de içamento em KITS por Tipo	Destopo dos Perfis na medida final para montagem, usando as informações de folga dos catálogos e de conhecimentos adquiridos em projetos anteriores da mesma linha. Sendo utilizado também croqui e lista de corte elaborados por um técnico	Usinagem com base nos croquis gerados pelo projetista ou técnico, são feitas as usinagens: furações para os parafusos da travessa, Dreno, e a usinagem característica da travessa superior que oferece passagem a barra de ligação, também podendo haver outras usinagens necessárias a quadros maxim-ar. Durante a Usinagem são separadas as gaxetas, em alguns casos se faz necessário usinar a borda guia de colagem dos vidros(Obra CJB, Curitiba, Schuco)	Os perfis devidamente cortados e usinados, recebem as as gaxetas ou borrachas, que são passadas nos canais próprio a elas, sendo que esta etapa já pode ser considerada montagem, durante a aplicação das gaxetas podem ser separados kits gancheiras e barras de içamento que já vem prontas.
Montagem	Aplicação de silicone	Colagem dos Vidros	Instalação
A montagem dos perfis se consiste em alinhar os olhais das travessas com os furos feitos durante a usinagem dos montantes e parafusá-los, bem como a união da barra de ligação e gancheiras aos montantes	Também faz parte do processo de montagem, a aplicação de silicone na cabeça dos parafusos que ligam as travessa e montantes e também as juntas entre perfis	Após o quadro montado, estes são posicionados em mesas de sucção, onde são limpos os perfis e passados abrasivos e colado a fita VHB ou aplicado silicone estrutural. Se utilizado Fita VHB eliminase a necessidade dos espessadores utilizados na colagem com Silicone Estrutural	Quadros Montados e com os vidros colados, são enviados a Obra, em obra as ancoragens que já haviam sido instaladas antes de iniciar o processo fabril dos quadros, na obra os painéis são erguidos por forns dao predio atravez de um miniguindaste, os instaladores auxiliam no encaixe de um

Quadro 01- Descrição do processo  
 Fonte: Próprio Autor

## 2.2 Princípios básicos de projeto para manufatura e montagem (DFMA)

O termo projeto para manufatura (DFMA) tem sua origem na década de 70, na Europa, sendo definido por Souza (1998), como uma forma de simplificar o produto a fim de reduzir custos. Segundo Melo e Silva (2008) para empregar o método de projeto para manufatura (DFMA), este pode ser dividido em projeto para manufatura (DFM) e projeto para montagem (DFA). O conceito de DFMA é amplo, porém Bralla (1999) agrupa-os em 10 princípios básicos sendo eles:

a) simplicidade: menor número possível de partes, fatores similares de produção, redução do uso de componentes, geometrias menos complexas, seqüência de manufatura mais curta;

b) materiais e componentes padronizados: para produção em série, facilidade no gerenciamento do inventário e facilidade de compra e estocagem;

c) projeto de produto normalizado: mesmas especificações em produtos similares, ou seja, quanto ao material partes e subsistemas de montagem.

d) uso de tolerâncias menos restritivas: evitar tolerâncias muito justas, pois pode ser um fator determinante de custos, uma vez que implica na necessidade de ferramentais mais precisos e caros;

e) utilização de materiais mais processáveis: o melhor material é aquele com o menor custo na combinação entre material, processo de usinagem e eficiência mecânica dentro da vida projetada para o produto;

f) colaboração com o pessoal de manufatura: trabalho conjunto das pessoas envolvidas no projeto do produto e processo;

g) redução operações secundárias: operações como inspeção, acabamentos e outros, podem ser tão caras quanto as operações de manufatura primária;

h) projeto apropriado para o nível esperado de produção: o projeto do produto deve permitir a aplicação de processos compatíveis com o nível de produção planejado para o produto;

i) utilização de características especiais de processo: tirar vantagem das capacidades especiais dos processos de manufatura, eliminando operações onerosas e desnecessárias e utilizando as capacidades internas e eliminando ociosidades;

j) evitar limitações no processo: ampliar a possibilidade de escolha de novos processos que produzam as características requeridas pelos clientes para que estes não sejam empecilhos para a busca de novos mercados.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O estudo do projeto para manufatura e montagem (DFMA) considera como premissas os conceitos aplicáveis citados por Bralla (1999) referenciados nos conceitos fundamentais. Sendo assim correlacionada com as pesquisas bibliográficas em monografias e artigos referentes ao tema fachada cortina, nestes artigos estão citados os diferenciais de cada sistema e é onde acontece o posicionamento do sistema unitizado como evolução do sistema stick. Sendo assim, com o posicionamento de evolução da fachada unitizada também através dos princípios de DFMA, também foram criados três quadros com as peças utilizadas em quadros fixos do sistema unitizado, baseados em catálogos de diferentes extrusoras sendo escolhidas três extrusoras e suas linhas devido ao acompanhamento e experiência na produção para três obras utilizando os sistemas unitizados sendo elas Bertec Office Batel, Bloco E Caxia Seguros, MaxCorp Vila Olímpia, sendo utilizado respectivamente as linhas Offset Wall da Belemetal, Unit da Alcoa, e DaVinci da Cda Metais.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Análise por princípio de (DFMA):

a) Simplicidade: no contexto da simplicidade nota-se a diferença dos sistemas *stick* e unitizado pelo número de componentes totais e instalação, no caso de fachadas coladas. A fachada *stick* é dividida em três componentes: ancoragem, estrutura e quadro sendo que a fachada unitizada é dividida em duas; ancoragem e quadros, ou seja, o sistema unitizado possui um estágio a menos possuindo assim uma menor sequência de montagem.

b) Materiais e componentes padronizados: no contexto de produção em série, pode ser abordado o ponto de vista que após pronta a estrutura em obra, a fachada *stick* poderia ganhar certa velocidade de produção sendo que os quadros seriam somente divididos em fixos e móveis, pois os cantos neste caso são feitos com perfis especiais a estas necessidades que estão contidos na estrutura. A linha unitizada foi desenvolvida para produção em série, porém para que isso ocorra deve ser elaborada uma boa ordem de produção dos “Tipos” delineados no mapeamento, ou seja, todos os painéis que compõem um canto, seja ele positivo ou negativo, estejam no mesmo lote devido aos perfis utilizados e suas características especiais de usinagem.

c) Projeto Normalizado: quanto ao projeto normalizado observa-se que ambos os sistemas apresentam projeto normalizado, sendo compostos por grupos bem definidos sendo eles Perfis, Gaxetas (borrachas), Parafusos, Vedação (vidro ou acm) e sistema de ancoragem, sendo assim exigem o mesmo padrão de equipamento quanto a produção sendo diferentes em sua montagem em obra e etapas sendo que o sistema *stick* pode ser parcialmente produzido em obra (estrutura), Por este aspecto a linha unitizada como é inteiramente produzida em fábrica oferece um melhor controle de produção.

e) Uso de materiais mais processáveis: este contexto pode ser visto em ambos os subsistemas *stick* colado e unitizado fora de vão, sendo que compartilham dos mesmos modelos de colagem de vidros, com silicone estrutural ou fita VHB, este quesito seria empregado para fita VHB sendo que ela foi um material desenvolvido para facilitar a processabilidade, tendo em vista que a fita não necessita de tempo de cura que é necessário a colagem com silicone estrutural.

f) Colaboração com o pessoal de manufatura: este fator pode ser evidenciado no sistema unitizado, onde quando é contratada a industrializadora as extrusoras

apresentam a linha aos técnicos, e treinam os operadores para o sistema, este fator também pode ser observado quando são inseridos novas linhas de esquadrias convencionais, isto ocorre para industrializadores com obras que ofereçam produção considerável.

g) Reduzir operações secundárias: como já citado no caso da simplicidade, poderia ser caracterizado o aspecto da necessidade de duas subidas com o balancim na instalação da fachada stick, uma para instalar a estrutura e outra para instalar os quadros. Na fachada unitizada o quadro sobe uma vez e é encaixado em seu local.

h) Projeto apropriado para o nível esperado de produção; as fachadas cortina são otimizadas para produção através dos componentes bem definidos e seus materiais, sendo assim pode-se ver este quesito no mapeamento de fachada onde são elaborados lotes dos tipos e os croquis para usinagem das peças, este croquis são utilizados para diversos quadros. Pois até “Tipos” diferentes podem apresentar perfis com a mesma função, com furação e cortes iguais.

i) Utilizar características especiais de processo: Uma vantagem na manufatura da linha unitizada que é percebida é na questão das usinagens onde uma mesma usinagem serve para fixação de mais de um componente como no caso da fixação do gancho e da barra de içamento, nos perfis montantes, já a fachada stick é clicada necessitando assim de diversas furações tanto na estrutura como nos quadros para fixação das presilhas fora outras furações que servem para prender a estrutura junto ao edifício.

Sendo contextualizada a evolução através dos princípios de DFMA, também foram gerados três quadros com as peças utilizadas em quadros fixos do sistema unitizado. A escolha das peças dos quadros foi baseada em catálogos de diferentes extrusoras. Sendo escolhidas três extrusoras e suas linhas devido ao acompanhamento e experiência na produção para três obras utilizando os sistemas unitizados sendo elas Bertec Office Batel, Bloco E Caxia Seguros, MaxCorp Vila Olímpia, sendo utilizado respectivamente as linhas Offset Wall da Belmetal, Unit da Alcoa, e DaVinci da Cda Metais.

Quadro TE.1 UNIT ALCOA Características Gerais						
Altura=3900mm e Largura1200mm		Quadro:Vidro FIXO/Vidro FIXO/Vidro FIXO				
1	Perfis	UN-265	UN-266	UN-272	UN-271	UN--279
1.1	Função	Femea	Macho	Travessa Superior	Travessa Inferior	Travessa Intermediaria
1.2	Quantidade de Perfil no quadro	1	1	1	1	2
1.3	Folga de corte	A-2=3988mm	A-2=3988mm	L=1200mm	L-70=1130mm	L-70=1130mm
1.4	Usinagens	U.1-10/U.2-2/U.3-1	U.1-10/U.2-2/U.3	U.3-1	Não aplicavel	Não aplicavel
1.5	Numero se Olhais	Não aplicavel	Não aplicavel	2	2	3
1.6	Parafusos Fixação	Não aplicavel	Não aplicavel	4	4	6
2	Numero de Gaxetas	2GUA328/1GUA383	1GUA383	1Gua381/1NYL039	Não aplicavel	Não aplicavel
3	Gancho	1-UN105	1-UN105	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
4	Barra de Içamentos	1-UN268	1-UN268	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
5	Parafuso fixação Gancheira e Içamento	2PAR1073/1PAR670	2PAR1074/1PAR670	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
U.1-Usinagem furação olhais diametro 5mm U.2-Usinagem Gancheiras 10mm U.3-Usinagem de recorte						

#### Quadro 02- TE.1 Unit Alcoa Característica Gerais

Fonte: Próprio Autor

Quadro TE.2 OFFSET WALL Belmetal Características Gerais						
Altura=3900mm e Largura1200mm		Quadro:Vidro FIXO/Vidro FIXO/Vidro FIXO				
1	Perfis	OF-939	OF-938	OF-899	OF-900	OF-951
1.1	Função	Femea	Macho	Travessa Superior	Travessa Inferior	Travessa Intermediaria
1.2	Quantidade de Perfil no quadro	1	1	1	1	2
1.3	Folga de corte	A-2=3988mm	A-2=3988mm	L=1200mm	L-64=1136mm	L-64=1136mm
1.4	Usinagens	U.1-10/U.2-2/U.3-1	U.1-10/U.2-2/U.3-1	U.3-1	Não aplicavel	Não aplicavel
1.5	Numero se Olhais	Não aplicavel	Não aplicavel	2	2	2
1.6	Parafusos Fixação Travessas	Não aplicavel	Não aplicavel	4	4	4
2	Numero de Gaxetas	2OFF15/1OF969	1OF969	1OF822	1OF-823	1OF826
3	Ganchos	OF928	OF928	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
4	Barra de Içamentos	OF829	OF829	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
5	Parafuso fixação Gancheira e Içamento	2PAR 3/8 x2" e 1 PAR 3/8x1"1/2	1PAR 3/8 x2" e 1 PAR 3/8x1"1/2	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
U.1-Usinagem furação olhais diametro 5mm / U.2-Usinagem furação gancheiras 10mm / U.3-Usinagem de recorte						

#### Quadro 03- TE.2 Offset Belmetal Característica Gerais

Fonte: Próprio Autor

Quadro TE.3 DAVINCI CDA metais Características Gerais						
Altura=3900mm e Largura1200mm		Quadro:Vidro FIXO/Vidro FIXO/Vidro FIXO				
1	Perfis	LC-105	LC-005	LC-139	LC-035	LC-025
1.1	Função	Femea	Macho	Travessa Superior	Travessa Inferior	Travessa Intermediaria
1.2	Quantidade de Perfil no quadro	1	1	1	1	2
1.3	Folga de corte	A-2=3988mm	A-2=3988mm	L=1200mm	L-75=1125mm	L-75=1125mm
1.4	Usinagens	U.1-09/U.2-4/U.3-1	U.1-09/U.2-4/U.3-1	U.3-1	Não aplicavel	Não aplicavel
1.5	Numero se Olhais	Não aplicavel	Não aplicavel	3	2	4
1.6	Parafusos Fixação Travessas	Não aplicavel	Não aplicavel	6	4	8
2	Numero de Gaxetas	GXT1103/GXT1104/GXT1105	GXT1105	GXT1101/GXT1102	GXT1100	Não aplicavel
3	Ganchos	A1506+A3502	A1506+A3503	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
4	Barra de Içamentos	A2520	A2520	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
5	Parafuso fixação Gancheira e Içamento	4-PCS-0835	4-PCS-0836	Não aplicavel	Não aplicavel	Não aplicavel
U.1-Usinagem furação olhais diametro 5mm / U.2-Usinagem furação gancheiras 10mm / U.3-Usinagem de recorte						

#### Quadro 04- TE.3 Da Vinci CDA Característica Gerais

Fonte: Próprio Autor

Através do comparativo entre os quadros fixos das extrusoras percebem-se as diferentes folgas dos perfis na composição dos quadros. Existe diferença de tamanhos entre a peça final para montagem em cada extrusora de acordo com a função. O número e tipo de usinagens também são similares, porém as distâncias entre eixo são diferentes como observado nos desenhos de usinagem dos catálogos. Pode-se perceber também a menor necessidade de intervenções nos perfis e menor necessidade de trabalho em algumas peças de algumas linhas. Um destes casos é o

perfil travessa superior da linha Unit que centraliza todas as aplicações de gaxetas nele, sendo assim, os perfis travessa inferior e intermediária não necessitam aplicação de gaxetas diminuindo a necessidade de manuseio de peças podendo gerar economia no tempo de produção, sendo alinhado ao princípio de projeto para montagem (DFA); transporte e movimentação de componentes de (MELO e SILVA, 2008). Outra característica é quanto a redução de componentes onde pode ser visualizado uma menor necessidade de aplicação de parafusos de fixação de travessa no quadro TE.2 da Offset isto também influencia no número das usinagens de furação nos perfis montantes. Também se pode perceber a maior necessidade de parafusos de fixação da gancheira do quadro TE.3 da DaVinci.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos conceitos de projeto para manufatura (DFMA) a fachada unitizada fora de vão pode ser visualizada como a evolução da fachada *stick* colada, por sua concepção e a montagem na instalação.

Pode ser percebida a diminuição de fases e componentes, sendo assim o sistema unitizado visa à economia do tempo gasto para a conclusão da produção e instalação. Em alguns casos a visão de evolução pode não ser verdadeira. Sendo que o conceito considerado como evolução na verdade é comum aos dois sistemas no caso da colagem dos vidros. Outro fator que pode ser considerado empecilho para chamar o sistema unitizado de evolução, seria o caso de vãos pequenos ou irregulares e que não permitam uma modulação com maior parte dos quadros padronizados. Para estes casos seria considerada a fachada unitizada entre vão. Outra questão relevante é a menor necessidade de furações na linha unitizada para montagem onde uma furação serve a dois componentes na montagem. Sendo assim o artigo subdivide os sistemas através dos conceitos fundamentais de DFMA, delineando a visão de evolução através destes.

Tendo em vista este posicionamento de evolução da fachada unitizada para obras de grande porte comparou-se quadros fixos entre diferentes fabricantes e verificou-se que algumas linhas podem oferecer vantagens sobre as outras, quanto a quesitos relevantes ao DFMA como necessidade de trabalhos nas peças, movimentação de peças, centralização de trabalhos necessários à montagem em um menor número de peças e a diminuição de componentes na montagem de um quadro com mesmas características.

Sugere-se assim como continuação do estudo a ampliação do comparativo entre linhas unitizadas, comparando também quadros maxim-ar e quadros de canto e também a inserção de outras fabricantes de sistemas de fachadas como Hydro e Shueco.

## REFERÊNCIAS

ALCOA, **Catálogo Técnico Linha UNIT**, GMPE 045, Dez. 2011 Disponível em <[https://www.alcoa.com/brazil/aluminioecia/pt/downloads/catalogos/linha\\_unit.pdf](https://www.alcoa.com/brazil/aluminioecia/pt/downloads/catalogos/linha_unit.pdf)> Acesso em: 28 jul 2014.

ALUSISTEM, Matéria Tecnologia, **Sistema de fachadas marca a evolução do setor**, 15 Abr de 2007. Disponível em < <http://www.alusistem.com.br/TECNOLOGIA-15-04-07.html>> Acesso em: 26 jul de 2014.

ARRUDA, Tiago Schnor de. **Estudos de Modalidades para a Execução de Fachada Cortina**, 2010 54f, Monografia, Departamento de Construção Civil, Escola de Engenharia Civil, Instituto Politécnico da UFRJ Disponível em <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000291.pdf>> Acesso em: 02 jul. 2014.

BRALLA, J. G. **Design for manufacturability Handbook**, 2 ed. McGraw-Hill, Boston, 1999, (International Edition - Rev.de: Handbook of product design for manufacturing-1986).

CAMARGO, Ana Maria. Fachada Vapt-Vupt, edição 33 4 trimestre 2011, **Revista Alumínio** Disponível em: <<http://www.revistaaluminio.com.br/recicla-inovacao/33/artigo275690-1.asp>> Acesso em: 21 jul. 2014.

CORSINI, Rodnei. Módulos Rápidos, **Revista Techne**, edição 191, Fev. de 2013, Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/191/modulos-rapidos-sistema-de-fachadas-unitizadas-comcaixilhos-pre-fabricados-288022-1.aspx>> Acesso em: 13 jul. ago. 2014.

NAKAMURA, Juliana, Envelope Transparente, **Revista Arquitetura e Urbanismo**, edição 166, Jan. de 2008 Disponível em <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/166/artigo70733-1.aspx>> Acesso em: 02 ago. 2014.

PERFILAC, Fachada Cortina, **Imagens** Disponível em<<http://www.perfilarc.com.br/fachadacortina.php?pag=fachada-cortina.php>> Acesso em: 28 jul 2014.

ROSSO, Silvana. Cortina de Vidro, **Revista Techne**, edição 122, pag 1 a 8, Mai. de 2007. Disponível em < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/122/artigo286403-1.aspx>> Acesso em: 12 jul. 2014.

SILVA, C. E. S.;MELLO,C. H. P. Design para Manufatura e Montagem, EPR 17 – **Planejamento e Projeto de Produto Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI – 2008** Disponível em: <[http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/epr-707/Apostila\\_DFMA\\_EPR707\\_R0.pdf](http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/epr-707/Apostila_DFMA_EPR707_R0.pdf)>Acesso em: 20 ago 2014.

VIDRO, Revista Tecnologia em. . **Passo a Passo Edição 5: Caixilharia básica para vidraceiros: Assentamento das colunas e travessa da Fachada Cortina.** ago. de

2008 Disponível em <<http://www.vidros.inf.br/passos-a-passos-ed5-caixilharia-basica-para-vidraceiros-iv>> Acesso em: 12 jul.2014.

Souza, A.G. – “**Estudo e análise dos métodos de avaliação da montabilidade de produtos industriais no processo de projetos**” Dissertação de Mestrado, Programa de pós-graduação em Eng., Mecânica, UFSC, 1998.