

**LANDER OZAKI**

**FLEXIBILIZAÇÃO EM UMA PLANTA DE CONCEITO DE  
PRODUÇÃO MODULAR : UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A  
GM DE GRAVATAÍ E GM DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção  
do título de Mestre em Engenharia  
Automotiva (Mestrado Profissionalizante)

*Recebemos*

30/8/02

*Secretaria do Mestrado Profissionalizante  
em Engenharia Automotiva*

São Paulo  
2002

## **AGRADECIMENTOS**

Ao orientador Prof. Dr. Mauro Zilbovicius que me ajudou muito na formulação das idéias para este trabalho e pela compreensão.

A minha esposa que passou vários finais de semana na casa da mãe, juntamente com meu filho, para que eu tivesse mais tempo para concluir este trabalho e também pelo material de pesquisa que me forneceu.

Ao meu filho que, embora com apenas 5 anos, compreendeu a importância deste trabalho e não ficava me chamando (muito) para brincar.

A colega Thaise Graziadio que analisou o trabalho ainda na fase inicial e deu várias sugestões muito úteis.

A GM que me deu a oportunidade de realizar o Mestrado Profissionalizante.

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta a importância da flexibilização nas montadoras atualmente em decorrência da competitividade do mercado e os novos conceitos que estão sendo incorporados nas novas fábricas automotivas como a produção modular e os condomínios industriais.

A parte principal deste trabalho consiste no estudo de caso comparativo entre duas plantas da GM (São José dos Campos e Gravataí). Neste estudo foram analisados os problemas na área da montagem do cockpit na planta de São José dos Campos, onde são montados três modelos de veículos, e quais seriam estes problemas na caso da planta de Gravataí, onde é montado apenas um modelo de veículo em conceito modular.

A análise final consiste em verificar as implicações em se flexibilizar uma planta de conceito modular e se há relação entre este conceito e o fato de se produzir apenas um modelo de veículo.

## **ABSTRACT**

This report introduce the flexibility importance in the competitiviness market of auto industry and how the new concepts of production like modular production and industrial condominium is been used in greefields plants.

The main of this report is based on case study of two GM's plants, one located in São José dos Campos and other in Gravataí. In this case study problems related to flexibility in the cockpit assembly area was reported in both plants. In São José dos Campos plant three vehicle models were build and in Gravataí plant just one.

Final proposal is analise the main issues related to flexibilization of an plant with modular concept of production and the relations of this concept with producing just on vehicle model.

## ERRATA

Substituir ABSTRACT pelo abaixo:

This study shows the importance of flexibility at carmakers industries due to market competitiveness and the new concepts, which is being incorporated in the new automotive Plants, like the Modular Production and the Industrial Condominiums.

The main part of this study consists on the comparative case study between two GM's Plants (São José dos Campos and Gravataí). In this study, it was analyzed the problems at the cockpit assembly area in São José dos Campos Plant, where three vehicle models are assembled. Those problems were compared to Gravataí Plant, where just one vehicle model is assembled by using the Modular Production Concept

The result of this study consists in verifying the implications related to the flexibilization of the Plant with Modular Production Concept and the link of this Concept and production of just one vehicle model.

Pág 5, 3º parágrafo, 2ª linha:

- Substituir "onde" por "quando"

Pág 5, 4º parágrafo, 3ª linha:

- Substituir "teve" por "tiveram"

Pág 8, 1º parágrafo, 1ª linha:

- Substituir "Atualmente" por "Nos últimos anos"

Pág 12, 3º parágrafo, 5ª linha:

- Substituir "sem" por "ser"

Pág 13, 3º parágrafo, última linha:

- Substituir "aumentado" por "aumentando"

Pág 22, 1º parágrafo, 3ª linha:

- Retirar "modelos" que aparece duas vezes

Pág 32, 4º parágrafo, 3ª linha:

- Substituir "comum" por "com um"

Pág 44, item 12:

- Substituir "trough" por "through"

Pág 45, item 20:

- Substituir "Dissertação" por "Tese"

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGIA APLICADA</b>	<b>4</b>
<b>3. INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCEITOS TEÓRICOS</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Modularidade na empresa automobilística</b>	<b>9</b>
<b>4.2. Flexibilidade como uma forma de competitividade na empresa automobilística</b>	<b>13</b>
<b>5. ESTUDO DE CASO</b>	<b>16</b>
<b>5.1. Cockpit do veículo</b>	<b>18</b>
<b>5.2. GM São Jose dos Campos</b>	<b>22</b>
<b>5.3. Montagem do Cockpit na Planta de SJC</b>	<b>24</b>
<b>5.4. GM Gravataí</b>	<b>31</b>
<b>5.5. Montagem do Cockpit na Planta de Gravataí</b>	<b>36</b>
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>40</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>43</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No início do século XX, movido pelo grande sucesso de vendas de seu Modelo T, Henry Ford decide inaugurar uma enorme fábrica em River Rouge<sup>1</sup>. Um fábrica que foi completamente integrada para se obter uma redução de custos pela substituição das peças compradas pelas produzidas internamente pela Ford.

Após 18 anos de grande sucesso produzindo o Modelo T, a queda das vendas vieram rapidamente quando a GM introduziu no mercado o Chevrolet em 1926, um veículo com mais estilo, mais moderno e com motor mais potente. Na tentativa de recuperar as vendas, a Ford introduziu o Modelo T com um motor de 6 cilindros para competir com o Chevrolet, que tinha um motor mais potente, porém sem sucesso. O Modelo T seria descontinuado para dar lugar ao Modelo A. Por ser pouco flexível, a imensa fábrica de River Rouge teve que ficar fechada por 6 meses para que as máquinas fossem modificadas e adaptadas ao novo modelo.

Henry Ford manteve o Modelo T sem alteração, por todo o período de sucesso de vendas. A GM, sob comando de Alfred Sloan<sup>2</sup>, conquistou os consumidores que procuravam por produtos melhores. Sloan acreditava que o cliente buscava, cada vez mais, um produto melhor, baseado nesta idéia Sloan criava a estratégia de modelo do ano, uma decorrência da evolução da indústria, que procurava criar um pacote de produtos maiores e melhores a cada ano. Nascia então a flexibilidade de modelos na indústria automobilística.

---

<sup>1</sup> As informações sobre a fábrica da Ford de River Rouge foram obtida do livro de Womak (1990), "The machine that changed the world"

<sup>2</sup> Do livro "Meus Anos com a General Motors", 2001, em que Alfred Sloan conta a sua trajetória como principal executivo da empresa entre 1923 até 1946.

Diferentemente da fábrica de River Rouge, que era extremamente verticalizada e engessada, as fábricas atuais empregam novos conceitos como *Lean Production* e buscam melhor integração com o fornecedor. As novas montadoras inauguradas no Brasil recentemente utilizam novos conceitos, onde montadora e fornecedor, motivadas muitas vezes por incentivos fiscais e por decisão estratégica da montadora, dividem o mesmo espaço e utilidades na busca de reduzir os custos. São os chamados Condomínios Industriais, novos complexos automobilísticos que estão surgindo no Brasil seguindo uma tendência mundial.

Juntamente com os condomínios industriais vem sendo incorporado nesta tendência o conceito de produção modular, que tem como principal objetivo, segundo Mari Sako (1999), a redução de custo e facilidade de montagem por parte da montadora, que passa a receber um conjunto de peças já montados de forma sequenciada, conforme opcionais do veículo que será montado na linha.

Neste estudo será abordada a flexibilização<sup>3</sup> de uma planta de conceito modular em um comparativo entre a planta da GM de Gravataí e a GM de São José dos Campos.

A inspiração para este trabalho vem de uma analogia à fábrica da Ford, que tornou incapaz de se adaptar as necessidades do mercado com rapidez e a planta da GM de Gravataí, que também produz apenas um modelo de veículo, porém ao invés de ter os componentes fabricados na própria fábrica, como era em River Rouge, estes componentes são recebidos por fornecedores localizados dentro do site da montadora, com exceção do motor e das chapas estampadas externas que são fornecidos pela própria GM.

---

<sup>3</sup> Este item será abordado no capítulo sobre Modularidade na Indústria Automobilística.



Uma preocupação comum das montadoras é manter as plantas com produção elevada utilizando o máximo da capacidade produtiva e, para isso, a flexibilidade é essencial para que volumes de produção possam ser alterados entre plantas, diminuindo a ociosidade entre elas, caso tenhamos uma queda de vendas de algum modelo.

O objetivo deste trabalho é levantar quais os principais problemas de flexibilizar uma planta de conceito modular, através de um estudo comparativo da montagem do cockpit do veículo em uma planta não modular e flexível e outra, com produção em conceito modular e menos flexível. Serão consideradas duas plantas da GM como objeto de estudo, a planta de São José dos Campos onde a montagem do cockpit é realizada pela própria GM em uma linha de montagem paralela a linha de montagem do veículo e a planta da GM de Gravataí, que recebe o cockpit montado pelo fornecedor VDO.

## **2. METODOLOGIA APLICADA**

Foi utilizado um roteiro de perguntas estruturadas abertas como forma de obtenção de dados primários referentes a montagem do módulo cockpit em duas plantas da GM: a de São José dos Campos cuja montagem é realizada pela própria montadora e a de Gravataí que é montada pelo fornecedor VDO. As perguntas foram respondidas em São José dos Campos por gerentes e supervisores da montagem do cockpit e do departamento de Controle de Produção. Em Gravataí, as perguntas foram respondidas pelo diretor da planta da VDO e do gerente do Controle de Produção da GM.

Para este estudo a fábrica de São José dos Campos será considerada flexível devido a montagem de 3 tipos distintos de cockpit, sendo um para cada modelo de veículo (Novo Corsa, Zafira e Meriva).

A planta da GM de Gravataí será considerada como sendo menos flexível, devido a montagem de apenas um modelo de veículo (Celta). Em decorrência da simplicidade do modelo, são possíveis apenas 06 combinações de montagem do cockpit pelo fornecedor VDO.

Primeiramente foram levantados os problemas de montagem do cockpit que estivessem relacionados com a variedade de modelos produzidos na planta da GM de São José dos Campos. Em seguida, foram verificados se os problemas apresentados em São José dos Campos se repetiam na montagem do cockpit no fornecedor VDO em Gravataí.

Como resultado será apresentado um comparativo entre os problemas apontados em ambas as plantas e analisadas se, as dificuldades de flexibilização da GM Gravataí, estão relacionadas com o fato dela trabalhar em conceito de modular.

### **3. INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA**

Neste capítulo será feita uma breve abordagem a respeito das montadoras instaladas no Brasil e os principais acontecimentos relativos a produção e avanços tecnológicos.

As empresas automobilísticas instaladas no Brasil, até o início dos anos 90, estavam estagnadas devido a proteção do mercado interno, não havia muita preocupação com a competitividade entre as empresas, pois os produtos eram muito similares com poucos avanços tecnológicos.

Segundo Carvalho (1997), uma importante mudança que ocorreu na década de 90 na empresa automobilística brasileira foi o dinamismo tecnológico, onde grandes investimentos foram realizados de forma a renovar a variedade de produtos com a adoção de novos processos e novas formas de administração, inspiradas na experiências da empresas Japonesas e a reestruturação das relações com os fornecedores.

A partir de 1993, inicia-se a produção dos carros populares, veículos com motorização de até 1.0 litro, que devido a redução da taxa de IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) teve uma explosão nas vendas. Em 1996 a venda interna de veículos<sup>4</sup> de até 1.0 litro já superava 56% do total das vendas dos demais modelos. Em 2001, este valor já significava 75% do total, ou seja, cerca de 878 mil veículos populares vendidos.

---

<sup>4</sup> Dados da Anfavea (2001).

Em Abril de 1996, após a assinatura do acordo bilateral com a Argentina, o Brasil publicou o primeiro decreto automotivo nacional (decreto 1863) que dava incentivo as empresas que tivessem instalações na Brasil até 31 de Dezembro de 1999. Os incentivos eram baseados em taxas de financiamento atrativas e benefícios nas tarifas para investimento de novas plantas. Para se ter uma idéia, as taxas de importação para veículos importados para países fora do Mercosul caiu de 35% em 1996 para 20% em 1999, estas mesmas tarifas eram o dobro para empresas que não possuíam fábricas instaladas no Brasil. Os mesmos benefícios foram dados para a importação de peças automotivas, que eram em média de 8% no mesmo período para estas empresas e 16% para outras importadoras que não possuíam fábricas instaladas no país.

Em Dezembro de 1996 o Decreto 1520 foi publicado, na qual oferecia mais incentivos as empresas automobilísticas que se instalassem em áreas pouco desenvolvidas como norte, nordeste e centro-oeste do estado.

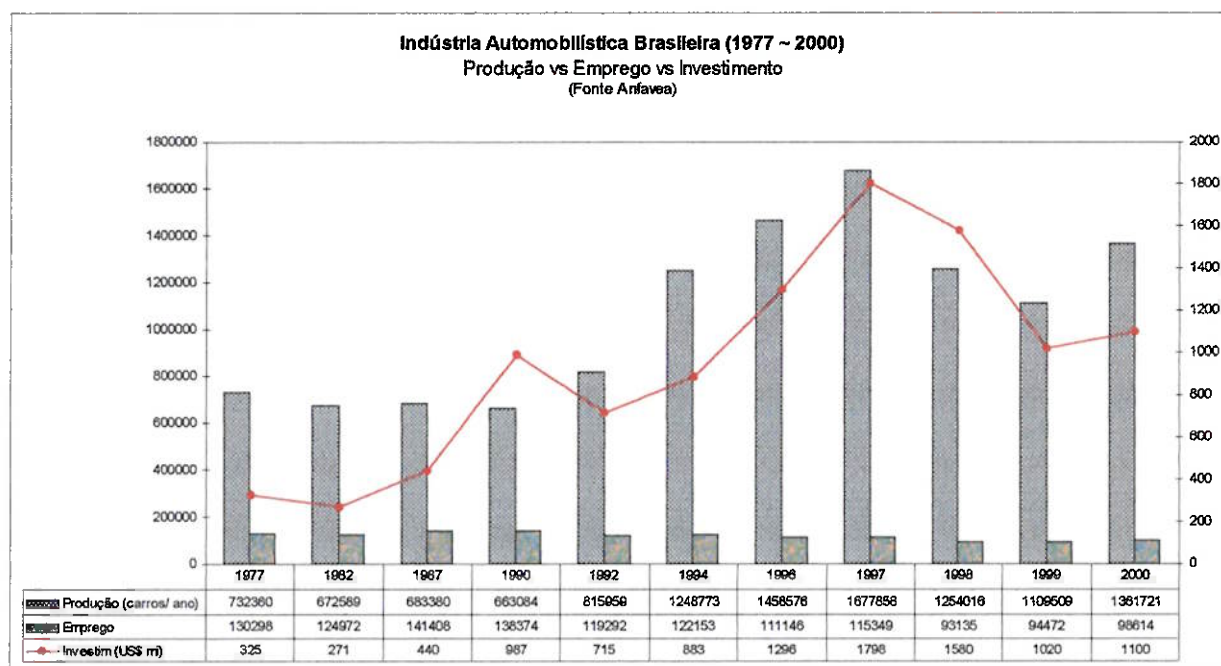
Estes dois decretos trouxeram resultados rápidos e sensacionais e as grandes empresas automobilísticas anunciavam a construção de novas plantas baseados no regime automotivo brasileiro.

Novas fábricas surgem no Brasil<sup>5</sup> e, entre elas, empresas como Honda em São Paulo (1997), Renault no Paraná (1998), Toyota em São Paulo (1998), VW/ Audi no Paraná (1999), DaimlerChrysler em Minas Gerais (1999), GM no Rio Grande do Sul (2000), Peugeot no Rio de Janeiro (2001), e a Ford na Bahia (2001).

---

<sup>5</sup> Dados da ANFAVEA , 2001

Um resumo da evolução da empresa automobilística brasileira pode ser observada através na análise do gráfico a seguir, onde de 1977 até 1992 tínhamos volumes de produção anuais próximos a 700 mil veículos. Após 1993 a produção passa a números próximos a 1,3 milhões de veículos produzidos por ano, incentivados pelo programa de carro popular criado pelo governo. Em contrapartida o número de empregos permanecer inalterado ou mesmo com uma ligeira queda, ou seja, o que pode ser observado pelo gráfico é que entre 1993 e 1997, houve uma aumento de produção, acompanhado de altos investimentos, o que resultou em modernização das indústrias do setor que passaram a ter uma maior produtividade. Um exemplo ocorreu no lançamento do Corsa em 1994<sup>6</sup>, que devido a demanda maior que a capacidade de produção, investimentos tiveram que ser realizados na fábrica para aumentar a produção do modelo.



<sup>6</sup> Dados internos da GM.

Atualmente o nível tecnológico no setor automotivo no Brasil tem evoluído muito e já existe projetos<sup>7</sup> liderados pela engenharia da General Motors do Brasil que serão lançados primeiramente na Brasil para ser seguidos por países da Europa. O mesmo deverá ocorrer com a VW<sup>8</sup>, que planeja o lançamento de um novo modelo, que teve desenvolvimento realizado pela engenharia do Brasil. O que podemos observar é que o Brasil não está apenas realizando adaptações de modelos para nosso mercado, mas desenvolvendo modelos de veículos novos.

Na área da manufatura também há grandes avanços que merecem destaques, como exemplo a fábrica da VW de caminhões em Resende que com um conceito inédito no mundo, realiza a montagem de caminhões e ônibus com mão-de-obra direta dos fornecedores instalados na planta da VW. Este conceito é chamado de consórcio modular. Temos também inovações que seguem uma tendência mundial, como os condomínios industriais, onde fornecedores ficam localizados no mesmo site da montadora. Os conceitos de consórcio modular e condomínio industrial serão abordados a seguir neste trabalho.

---

<sup>7</sup> Dados internos da General Motors do Brasil.

<sup>8</sup> Dados internos da VW do Brasil.

## 4. CONCEITOS TEÓRICOS

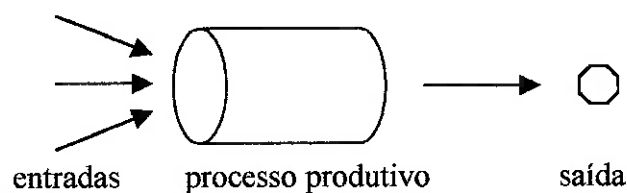
### 4.1. Modularidade na empresa automobilística

Uma definição de modularidade pode ser descrita por M. Sako (1999a):

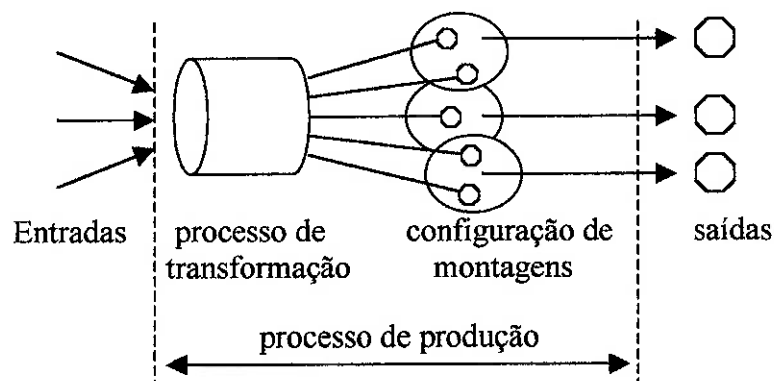
*“Um produto modular é um complexo de produtos cujo elementos individuais foram desenvolvidos independentemente e ainda funcionam juntamente como um todo.”*

O termo produção modular, criado por Starr (1965), propunha dividir o processo de produção em duas partes básicas: um processo de transformação e uma operação de montagem (ver ilustração abaixo), desta forma, através da combinação dos módulos, haveria uma grande quantidade de produtos para atender o consumidor.

Produção normal:



Produção modular:



Segundo Baldwin (1997), a utilização de produtos modulares na indústria da computação possibilitou grandes avanços tecnológicos, pois graças ao conceito modular, sistemas puderam ser desenvolvidos independentemente. O primeiro computador a utilizar este conceito de modularidade foi o IBM System 360 em 1964. Na manufatura, em geral, o recurso da modularidade vem sendo utilizado a mais de um século em virtude da facilidade de se produzir um produto mais complicado dividindo o processo de fabricação em módulos ou células.

Para Humphrey (1999), a produção modular transfere para o fornecedor muitas atividades de produção do veículo. As principais razões em se adotar a produção modular são: a redução de custo, o aumento da eficiência em produção de baixa escala e baixos investimentos necessários para construção de novas fábricas.

Nas empresas automobilísticas, conforme Sako (1999a), esta modularidade vem sendo utilizada como forma de vantagem competitiva através da redução dos custos e complexidade de montagem por parte das montadoras. Porém mais que uma vantagem competitiva a modularidade traz uma novo conceito na relação entre montadora-fornecedor, chamada de relação de serviços (Salerno 2001), muitos fornecedores colocam um funcionário dentro do site da montadora para que se tenha uma resposta rápida dos problemas de qualidade e entrega que surgem ou para atender as solicitações da montadora, para pequenas modificações no produto, a fim de permitir uma montagem melhor ou ainda para as entregas sejam mantidas mesmo com as alterações de programação da produção.

O conceito de modularidade vem sendo incorporado nas novas montadoras instaladas no Brasil juntamente com o sistema de condomínio industrial ou parque industrial (Humphrey, 1999), embora estes conceitos não estejam interligados, vem sendo aplicados em conjunto como uma forma de padrão para as novas empresas, não só no Brasil como também no exterior. No Brasil alguns exemplos de empresas que construíram suas fábricas neste conceito foram a VW de São José dos Pinhás (PR), a Ford em Camaçari (BA) e a GM em Gravataí (RS). A adoção de produção modular possui, segundo Sako (1999a), menos restrições nas novas plantas, comparadas com as fábricas já em funcionamento. Uma das barreiras para introdução



da produção modular são os sindicatos trabalhistas, que temem a demissão dos empregados caso ocorra a externalização.

A denominação de condomínio industrial segundo Dias (1998) “é a configuração onde alguns fornecedores, escolhidos pela montadora, estabelecem suas instalações nas adjacências da planta da montadora e passam a fornecer componentes ou subconjuntos completos”. Segundo Salerno (2002), nos condomínios a montadora negocia benefícios com o governo local para obter o terreno e a infra-estrutura necessárias. Aliás estes incentivos dados as montadoras pelos estados, muitas vezes, definem o local de instalação da nova fábrica, vide o que ocorreu com a fábrica da Ford, que mudou os planos de se instalar no Rio Grande do Sul, após o governo, recém eleito, retirar os benefícios negociados pela gestão anterior.

Conforme Humphrey (2000), uma das razões básicas da proximidade dos fornecedores com a montadora são os custos de transporte e sincronismo com a produção. Em casos como a montagem do cockpit, o número de combinações possíveis de montagens é tão alto que os módulos devem ser colocados ao lado da montadora.

Segundo Lung (1999), com a modularidade a introdução de novos modelos em uma planta se torna mais dinâmica, pois com a transferência do projeto dos módulos para os fornecedores, as montadoras passam a se preocupar somente com o desenvolvimento do veículo em si. Para Sako (1999b), a modularização maximiza os recursos da engenharia da montadora, de forma a produzir modificações nos modelos num tempo menor.

A modularidade, conforme Sako (1999b), está sendo utilizada em maior frequência nos veículos pequenos, para compensar os baixos lucros destes modelos. Nos Estados Unidos, a GM perde cerca de mil dólares<sup>9</sup> para cada pequeno produzido. A diferença de lucratividade entre os modelos é tão grande que o lucro obtido pela

---

<sup>9</sup> Informação obtida através do artigo “ Co-design modularity GM’s small car solution” da revista Wardsauto.com de 01 Jun. 1999.

venda de uma veículo grande, como um utilitários esportivo (SUV), supera o valor de uma veículo pequeno. Para reverter esta situação, em 1999 a GM anuncia a criação de uma planta com utilização de conceitos de montagem modular para redução dos custos de produção. O projeto teve o nome de Yellowstone.

Um capítulo a parte com relação a modularidade foi o conceito implantado na Planta da VW em Resende, RJ, baseado nas idéias de Jose Ignacio Lopez de Arriortua, criou-se um conceito inédito no mundo onde os fornecedores instalados no interior da fábrica são os responsáveis diretos pela montagem dos veículos. Este conceito é conhecido como consórcio modular<sup>10</sup>.

De forma simplificada estaremos abordando a modularidade como sendo o subconjunto montado que é entregue no ponto exato da montagem no veículo, independentemente se foi montado pelo fornecedor ou internamente em uma linha de montagem paralela. Não estaremos nos aprofundando nas novas relações criadas com a modularidade entre montadora e fornecedor, não por sem menos importante, mas por não se tratar do foco deste trabalho. Um estudo mais aprimorado sobre o assunto pode ser obtido no trabalho de Salerno (2002).

---

<sup>10</sup> Uma abordagem mais detalhada sobre o assunto pode ser obtido no livro “De JK a FHC, A Reinvenção dos Carros” de Glauco Arbix e Mauro Zilbovicius, 1997.

## **4.2. Flexibilidade como uma forma de competitividade na empresa automobilística**

A flexibilidade tem importância estratégica para as empresas, segundo Corrêa (1994), pois permite que haja uma reação rápida da manufatura para as mudanças de mercado. Mercado este que tem se tornado turbulento em virtude do nivelamento entre os competidores e que segundo Upton (1995), preços baixos e produtos de qualidade não são suficientes para garantir sucesso neste mercado e a flexibilidade passa a ser uma nova forma de vantagem competitiva.

Na famosa epígrafe de Henry Ford, “O consumidor pode ter qualquer cor desde que seja preto”. Na verdade o que Ford queria dizer, na visão de Drucker (1990), é que a flexibilidade custa dinheiro e tempo e que o consumidor não está disposto a pagar por isso. Infelizmente Ford estava enganado e a GM introduzia uma nova proposta de diversificação de cores e mudanças anuais de modelos sem adição de custos, e que com essa estratégia alcançaria a Ford em vendas. Atualmente grande parte das empresas tem buscado o que a GM fez no passado, buscar uma combinação de padronização com flexibilidade.

Segundo Chistensen (2001), a competitividade nas empresas automobilísticas tem aumentado muito e novos modelos ficam desatualizados antes mesmo de saírem de produção e projetos, que normalmente levavam seis anos para serem desenvolvidos, hoje duram menos de dois anos. Sendo assim, as empresas automobilísticas tem adequado seus produtos para nichos de mercados cada vez menores. Na década de 60, um modelo de veículo de sucesso poderia vender durante sua vida mais de um milhão de unidades, hoje o mercado está mais fragmentado e vendas na ordem de 200 mil unidades de um modelo já é uma boa marca. Sendo assim, as empresas devem se tornar mais flexíveis para atender as variações do mercado e adequar seus produtos para atender as necessidades dos consumidores em nichos de mercados cada vez menores. Na mesma linha, Salerno (1994), comenta que, em decorrência da competitividade do mercado automobilístico, os produtos tem se renovado em intervalos cada vez menores, diminuindo o ciclo de vida dos produtos e aumentando o número de modelos e opções.

Segundo Corrêa (1994), na literatura os tipos flexibilidade são classificados de acordo com a abordagem que cada autor adota. Porém todos concordam que a classificação da flexibilidade em diferentes tipos é importante. Segue a seguir alguns tipos de flexibilidade classificado por alguns autores:<sup>11</sup>

Slack classifica a flexibilidade em quatro tipos:

- Flexibilidade de produto: habilidade para desenvolver ou modificar produtos e processo de forma que a produção possa iniciar;
- Flexibilidade de mix: habilidade de produzir uma variedade de produtos ou mudar esta variedade num certo período de tempo;
- Flexibilidade de volume: habilidade para mudar o nível total de produtos que a companhia pode obter para uma dada variedade de produtos;
- Flexibilidade de entrega: habilidade de mudar as datas de entrega efetivamente.

Para Dooner e De Silva:

- Flexibilidade de máquinas: habilidade de uma máquina realizar diferentes tarefas;
- Flexibilidade de mix: habilidade do sistema para produzir diferentes tipos de produtos simultaneamente;
- Flexibilidade de produtos: habilidade do sistema em produzir produtos novos ou modificados;

---

<sup>11</sup> Retirados do livro "Linking Flexibility, Uncertainty and Variability in Manufacturing Systems" de Henrique Luiz Corrêa (1994), pp30-32.

- Flexibilidade de volume: habilidade do sistema para produzir variações na taxa de produção.

Para Narain (2000), é inviável que um sistema de manufatura possua vários tipos de flexibilidade, devido ao alto custo e baixo retorno. A flexibilidade necessária para uma empresa é definida de forma estratégica apenas para manter a competitividade no mercado. É importante ressaltar que alguns tipos de flexibilidade não são compatíveis, como por exemplo, um sistema que possa produzir uma variedade grande de produtos pode, por outro lado, reduzir a capacidade de produzir em grandes volumes.

A montagem modular, segundo Lung (1999), permite que seja produzida uma grande variedade de produtos, teoricamente isto é possível graças as diversas combinações de módulos possíveis. Uma única linha de montagem seria capaz de produzir vários modelos com diversas variações de opcionais. Os veículos poderiam ser montados de forma personalizada para um cliente específico, simplesmente rearranjando as diferentes variações de módulo.

Neste trabalho estaremos dando importância maior a dois tipos de flexibilidade citados anteriormente, o de produtos e o de mix.

No estudo de caso, que veremos adiante neste trabalho, estaremos associando os dois tipos de flexibilidade, pois no caso da GM de Gravataí, que só produz um produto (veículo Celta), é necessário verificarmos a possibilidade de introduzir novos modelos, ou seja, uma flexibilidade de produtos, antes de discutirmos sobre a flexibilidade de mix.

## 5. ESTUDO DE CASO

Em virtude das oscilações de mercado as montadoras procuram manter suas fábricas flexíveis em mix e produtos<sup>12</sup> para que possa haver o remanejamento dos volumes de produção, diminuindo a ociosidade e conseqüentemente os prejuízos. Segundo estudo da PricewaterhouseCoopers (1990), as montadoras tradicionalmente começam a fazer dinheiro quando a utilização da fábrica é superior a 80%.

Um exemplo de estratégia para se possibilitar uma flexibilidade entre as plantas ocorreu o projeto da GM do novo Corsa, lançado em Janeiro de 2002, que teve a implementação para fabricação do modelo nas plantas de SJC e Rosário. Atualmente os volumes produção para atender o mercado interno e exportação deste modelo são atendidos por ambas as plantas.

Em outro exemplo, a VW de São José dos Pinhais (PR) que tem capacidade de produzir 550 carros por dia e que estava produzindo cerca de 400 carros (Golf e Audi A3) por dia em Junho de 2002, passou a produzir em Julho de 2002 a Pick Up Saveiro para diminuir a ociosidade da Planta. Segundo Salerno (2001), as novas estratégias, que visam a modernização das plantas antigas e construção de novas plantas levam em consideração as capacidades ociosas atuais.

Diferentemente das montadoras situadas nos países da Europa ou Estados Unidos, onde há plantas dedicadas a apenas um modelo, no Brasil as montadoras procuram manter suas linhas de montagem flexíveis devido aos baixos volumes de produção. Alguns exemplos de veículos montados nas plantas do Brasil atualmente<sup>13</sup>:

- GM de São Caetano do Sul: plataformas Astra, Vectra e Corsa (modelo antigo);
- GM São José dos Campos: plataformas Novo Corsa, Zafira e Meriva;

---

<sup>12</sup> Os autores Slack e Dooner definem alguns tipos de flexibilidade, entre eles o de mix e o de produto.

<sup>13</sup> Informações internas da GM e VW.

- VW São Bernardo do Campo: plataformas Santana, Kombi, Gol (geração III), Parati e uma linha dedicada ao novo Polo.
- VW Taubaté: plataforma Gol (geração II e III), Parati
- VW/ Audi São José dos Pinhais: Plataforma Golf, Audi A3, Saveiro

O risco de se manter uma planta produzindo apenas um modelo é decorrente das mudanças que podem ocorrer no mercado e a competitividade do setor. Um produto que tem boas vendas hoje não é garantia de vendas futuras, vide histórico do que ocorreu com a Ford<sup>14</sup> na década de 20.

O que pode ser observado é que a estratégia de se manter a flexibilidade entre as plantas é comum entre as montadoras instaladas no Brasil, porém o mesmo não ocorre com a planta da GM de Gravataí. A partir daí surgem perguntas do tipo: As fábricas modulares são construídas para atender apenas uma família ou plataforma de veículos? Seria possível introduzir um outro modelo na fábrica de Gravataí de forma rápida caso a produção do modelo Celta tivesse uma queda nas vendas?

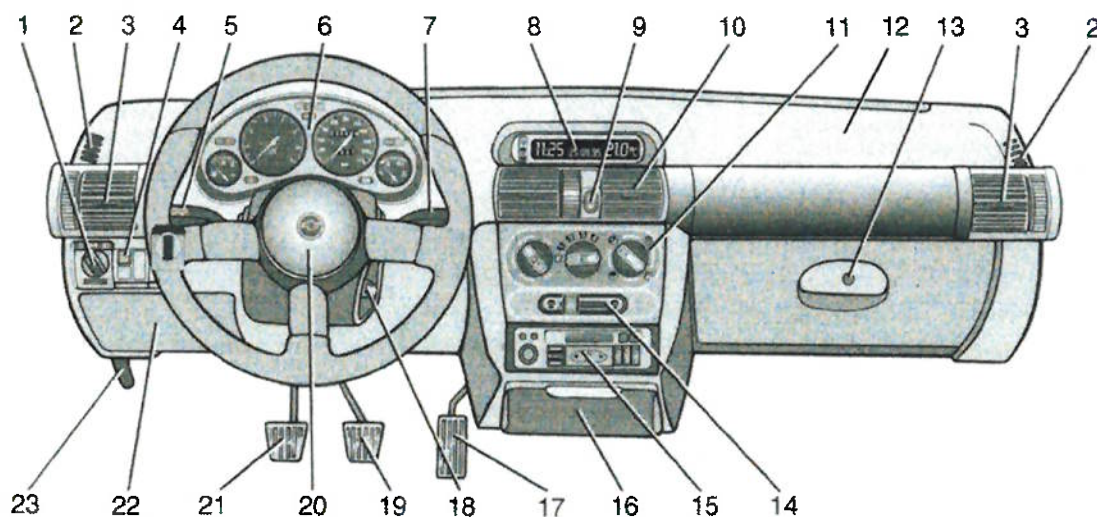
O estudo será baseado na montagem do cockpit na planta da GM de SJC e na GM de Gravataí. No primeiro caso, a montagem do cockpit é realizada em uma linha paralela ao lado da linha de montagem de veículos, pela própria GM. Em Gravataí a montagem é realizada dentro da planta do fornecedor VDO, que está localizada no Condomínio Industrial. Nos dois casos a montagem é feita de forma modular, diferenciando apenas pelo fato de uma ser montada internamente e a outra montada pelo fornecedor.

---

<sup>14</sup> A fábrica da Ford de River Rouge ficou fechada para que pudesse ser feitas as adaptações do novo modelo (Modelo A) em virtude da queda das vendas do Modelo T.

## 5.1. Cockpit do veículo

É o componente do veículo onde estão localizados a maioria dos comandos de dirigibilidade e conveniência do veículo. Segue abaixo um exemplo de cockpit e seus componentes:



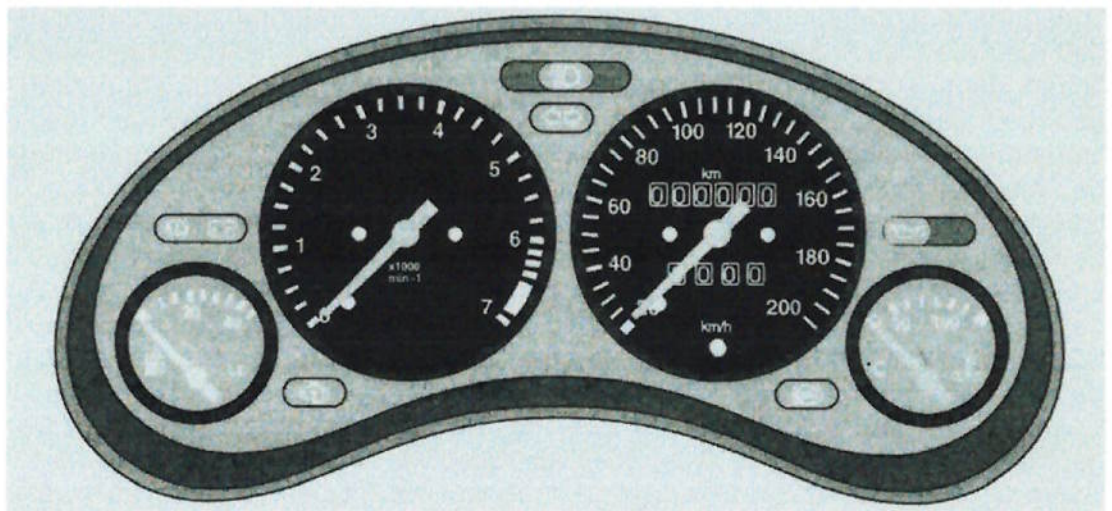
Descrição dos itens:

1. Botão acionados das luzes
2. Desembaçadores laterais para os vidros dianteiros
3. Difusores laterais de ar
4. Interruptor do farol de neblina
5. Alavanca dos sinalizadores de direção, lampejador do farol e farol alto
6. Painel de instrumentos
7. Alavanca do interruptor do limpador e lavador do pára-brisa e do vidro traseiro
8. Indicador de dupla/ tripla função (rádio, temperatura, horário)
9. Interruptor do sinalizador de advertência
10. Difusores centrais de ar
11. Comandos de aquecimento e ventilação/ refrigeração
12. Almofada ou *Crash pad*
13. Porta-luvas
14. Interruptor de recirculação de ar
15. Rádio/ Toca-fitas ou Tocador de CD
16. Cinzeiro e acendedor de cigarro
17. Pedal do acelerador
18. Interruptor de ignição e partida
19. Pedal do freio
20. Buzina
21. Pedal da embreagem
22. Caixa de fusíveis
23. Alavanca de destravamento do capô



Os componentes que geralmente compõe um Cockpit podem ser descritos abaixo:

- Almofada ou *Crash Pad*: é o componente externo que dá a forma do Cockpit e geramente é fabricado em plástico ou fibra;
- Painel de instrumentos: composto pelo velocímetro, tacômetro (rotações por minuto do motor), indicador de combustível, temperatura do motor e indicadores luminosos;



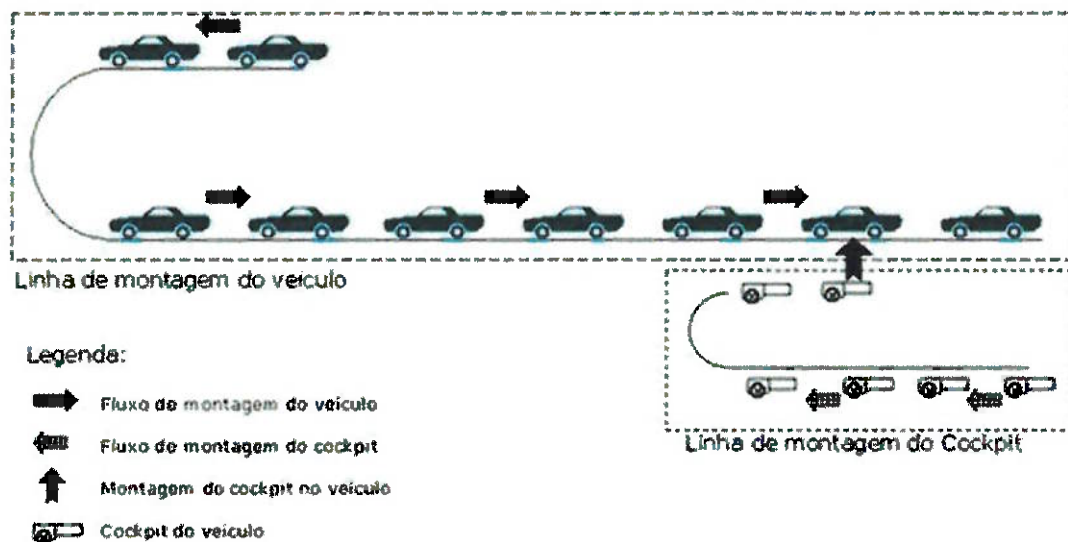
Painel de instrumentos

- Difusores de ar: direcionadores da saída de ar interno;
- Caixa de ar: componente responsável pela entrada de ar externo e distribuição pelos difusores de ar, pode conter ar condicionado ou ar quente como opcional;
- Chicotes elétricos: composto de fiações elétricas que interligam os componentes
- Volante;
- Caixa de fusíveis;
- Coluna de direção;
- Rádio/ Toca fitas ou tocador de CD;

- Porta luvas;
- Acendedor de cigarros;
- Cinzeiro;
- Mostrador digital ou computador de bordo;

O Cockpit é um módulo composto por várias peças e componentes que devem ser montados em uma certa sequência e por esta razão a montagem é feita através do sistema Just in Sequence, onde as informações necessárias para montagem do são enviadas para a área de montagem do cockpit conforme o modelo e opcionais do veículo. A linha de montagem do cockpit e da montagem do veículo são sincronizadas para que a montagem do cockpit no veículo sejam casadas.

Abaixo um esquema da linha principal de montagem do veículo e da linha paralela de montagem do cockpit:



Antes de ser montado no veículo o cockpit passa por um teste elétrico onde são verificados os funcionamentos de todos os componentes. Em caso de rejeição do cockpit pelo teste, o item é corrigido antes que seja montado no veículo. Há dois casos de reparos, o primeiro quando ocorre uma falha simples, por exemplo uma lâmpada que não funcione, neste caso o reparo é imediato; o segundo é quando ocorre uma falha grave, como exemplo a montagem incorreta de um chicote, neste caso como o reparo é demorado, pode ocorrer a parada da linha de montagem do veículo até que o item seja corrigido.

## **5.2. GM São Jose dos Campos**

No complexo da GM de São José dos Campos existem duas plantas distintas de montagem de veículos, uma dedicada a fabricação de veículos de passeio, onde são produzidos os modelos modelos Corsa (modelo novo), Zafira e Meriva, e outra destinada a montagem de utilitários, onde são fabricados as Pick Ups S10 e a Blazer. No complexo também está localizada a fábrica de motores, que fornece motores as plantas de SJC, SCS e Gravataí, e duas fundições, uma de ferro e outra de alumínio.

A planta do Corsa, como é conhecida a fábrica onde são montados os veículos de passeio, foi totalmente modernizada em Janeiro de 2002 e conta com uma linha de montagem que adapta a altura do veículo conforme operação de montagem realizada, dando ao operador uma maior ergonomia. Essa possibilidade de adaptação da linha favorece o operador, pois para cada modelo de veículo montado podem haver duas alturas diferentes, para mesma operação de montagem.

As plantas da GM de São José dos Campos e a de São Caetano do Sul são plantas flexíveis e pode ser notada ao se entrar na linha de montagem de ambas as plantas, onde existe uma quantidade grande de peças distribuídas ao longo da linha. Aliás um dos problemas da flexibilidade de produtos em uma linha de montagem é o estoque de peças, que será discutido adiante.

A montagem do Cockpit é realizada internamente pela GM em uma linha paralela ao lado da linha de montagem de veículos. Da mesma forma, existem outros conjuntos montados internamente pela GM, como o eixo traseiro, parachoques, motor, portas e conjuntos roda e pneu.

Em SJC também há o recebimento de módulos pelo fornecedor, como é o caso dos bancos recebidos pela Johnson Controls. Os bancos eram produzidos internamente pela GM e foi externalizado em 1998 para a Johnson Controls, que montou fábricas exclusivas localizadas próximas à montadora para atender a produção da GM. A Johnson Controls situada em Santo André atende a GM de SCS e fica a menos de 9 km de distância, a outra fábrica da Johnson Controls fica situada em SJC, a 3 km de distância e atende a produção da GM de SJC. Foi criado um sistema de abastecimento, onde os bancos que vem em kits para cada carro são descarregados automaticamente do caminhão para a linha de montagem.

### 5.3. Montagem do Cockpit na Planta de SJC

A Planta de SJC tem a flexibilidade de montar os veículos Corsa (modelo novo), Zafira e Meriva, variando os volumes produzidos de acordo com a necessidade, sem ultrapassar o limite de produção da linha. Na área de montagem do cockpit esta flexibilidade gera problemas de processo de montagem, aumento de estoques, ergonomia e desbalanceamento de linha.

Para se manter os cockpits na Planta de SJC são necessários 03 processos distintos de montagem, um para cada modelo de veículo. No processo de montagem da Zafira, por exemplo, a operação de colocação de chicotes é realizada fora da linha, em uma bancada, pois o acesso não permite montagem. Nos outros modelos esta montagem é realizada na própria linha de montagem do cockpit. Existem também operações críticas, que envolvem segurança, e por isso requer uma montagem mais cuidadosa ou montagem em dispositivo que não permita a montagem de forma errada. É o caso da coluna de direção<sup>15</sup>, que possui uma bancada com um dispositivo que evita a montagem de forma errada pelo montador.

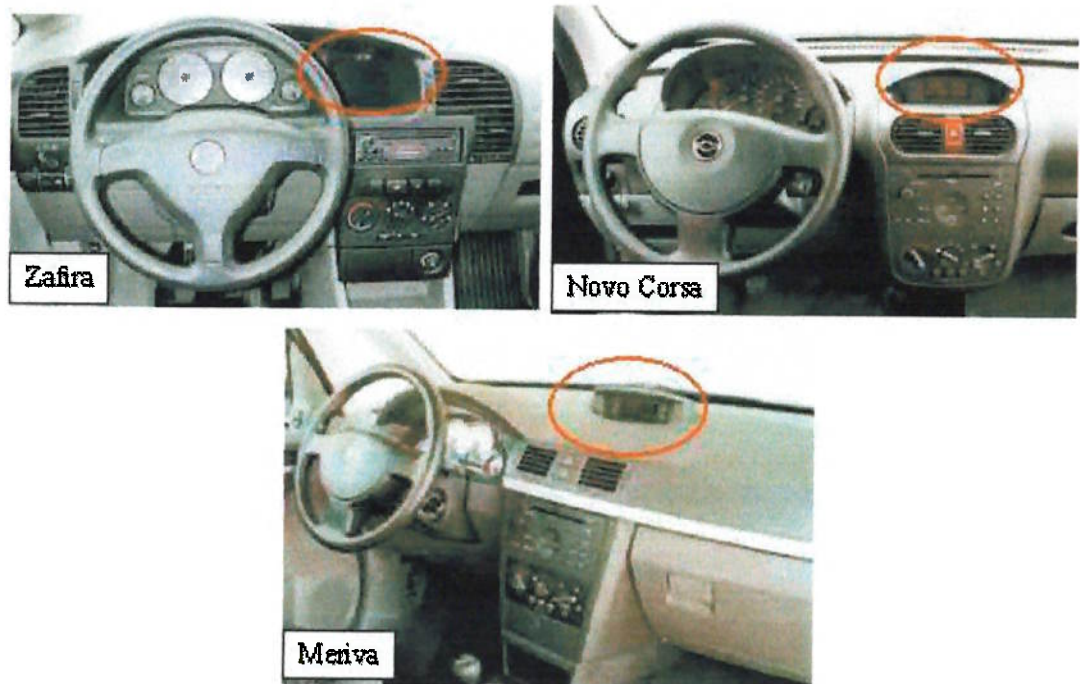
Há problemas relacionados a estoque de peças que aumentam proporcionalmente conforme a quantidade de modelos e opcionais do veículo, cada peça tem a seu ponto de uso ao longo da linha de montagem e deve ter o mesmo ponto de uso para os diferentes tipos de cockpit montados na linha, porém isto não ocorre pois existem componentes que ocupam muito espaço e muitas vezes não é possível colocá-lo no ponto exato de montagem por falta de espaço na área, obrigando o operador a se deslocar para buscar a peça, aumentando o tempo padrão de montagem da operação. Para solucionar este problema estão sendo realizadas sequenciação de alguns itens para melhorar a distribuição de peças ao longo da linha, atualmente já estão sequenciados os itens: chicotes, painel de instrumentos e a almofada. A dificuldade de se sequenciar os itens é necessidade de se gerar as

---

<sup>15</sup> Em 2000, a GM realizou um *recall* para os proprietários do veículo Astra modelo 1999. O motivo foi uma possível montagem incorreta de um componente da coluna de direção.

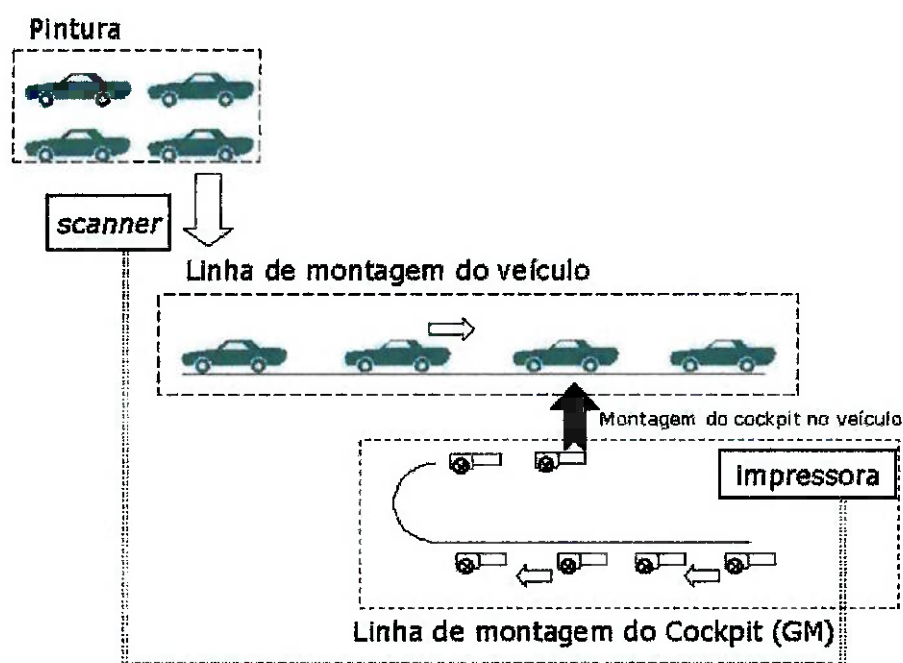
informações que devem estar interligados e em rede com o controle de produção da fábrica. Além dos custos da mão-de-obra necessária para abastecer a linha e o problema de se aumentar o tráfego interno de empilhadeiras.

A diversidade de modelos de cockpit gera problemas de ergonomia nas operações de montagem ao longo da linha, pois o cockpit se movimenta a uma altura determinada e não há variação desta altura ao longo da linha. O mostrador digital da Meriva por exemplo está localizado na parte superior do cockpit próximo ao parabrisa do veículo, enquanto que no Corsa este mostrador está localizado em uma posição mais baixa, obrigando o operador a trabalhar em condições não ergonômicas. Na figura a seguir é mostrada a foto dos cockpits dos modelos Zafira, Novo Corsa e Meriva. A área marcada é a posição de montagem do mostrador digital.



Existem algumas montagens mais difíceis de se realizar que outras devido a operações mais complexas ou montagens que devem ser realizadas fora da linha. Estas montagens causam gargalos na linha de montagem do cockpit e a afetam a sequência de montagem de veículos. O Controle de Produção da fábrica aprova o mix de produção<sup>16</sup> evitando estas sequências.

As informações de qual o modelo de veículo a ser montado e quais os opcionais que devem ser montados são lidas através de um leitor de código de barras localizado na saída da área de Pintura (ver esquema a seguir). Esse leitor faz a leitura de uma ficha localizada na lateral do veículo. As informações são passadas através de uma rede interna e impressas na área de montagem do cockpit, que de posse das informações inicia-se a montagem.



O tempo entre o recebimento da informação até o ponto em que o cockpit deve ser montado no veículo é equivalente a quantidade de 30 carros, ou seja, se a linha de montagem de veículos estiver rodando a uma velocidade de 30 carros por hora, o tempo para se montar o cockpit e realizar os testes será de uma hora.

---

<sup>16</sup> É a sequência de carros que serão montados na linha.



Para manter a flexibilidade, a área do cockpit possui dispositivos adaptados aos vários formatos de cockpit que são montados. A bandeja, suporte onde é colocado o cockpit para montagem e que é responsável pela movimentação do cockpit ao longo da linha de montagem, possui diferentes localizações para fixação dos diferentes tipos de cockpit.

No equipamento de teste elétrico existe um programa de computador que através de uma leitura de um código de barras, faz a parametrização conforme modelo de cockpit montado. Esta parametrização é realizado pelo fornecedor do equipamento e deve conter todas as informações de modelo e opcionais do veículo montado.

Nas tabelas a seguir são mostradas as variações de montagens possíveis em cada plataforma de veículos que são fabricados em SJC. Os opcionais disponíveis dependem do modelo do veículo, na Zafira por exemplo, onde temos 12 variações possíveis, não há diferenciação com relação ao opcional direção hidráulica, pois este item é de série.

Variação	Plataforma Meriva						
	Básico	Luxo	Rádio/ CD Player	AC	Ar Quente	Air Bag	Comp Bordo
1	x						
2	x		x				
3	x		x	x			
4	x		x	x		x	
5	x		x	x		x	x
6	x		x		x		
7	x		x		x	x	
8	x		x		x	x	x
9	x			x			
10	x			x		x	
11	x			x		x	x
12	x				x		
13	x				x	x	
14	x				x	x	x
15		x					
16		x	x				
17		x	x	x			
18		x	x	x		x	
19		x	x	x		x	x
20		x	x		x		
21		x	x		x	x	
22		x	x		x	x	x
23		x		x			
24		x		x		x	
25		x		x		x	x
26		x			x		
27		x			x	x	
28		x			x	x	x

**Plataforma Zafira**

Variação	Opcionais				
	Rádio/ CD Player	Ctr Rádio Volante	AC	Air Bag	Comp Bordo
1					
2	x				
3	x	x			
4	x		x		
5	x			x	
6	x				x
7	x	x	x		
8	x	x	x	x	
9	x	x	x	x	x
10			x		
11			x	x	
12			x	x	x

**Plataforma Novo Corsa**

Variação	Opcionais							
	Básico	Luxo	Dir. Hidraul	Rádio/ CD Play.	AC	Ar Quente	Air Bag	Comp Bordo
1	X							
2	X							
3	X			X				
4	X			X	X			
5	X			X	X		X	
6	X			X	X		X	X
7	X				X			
8	X				X		X	
9	X				X		X	X
10	X					X		
11	X					X	X	
12	X					X	X	X
13	X					X	X	
14	X					X	X	X
15	X		X					
16	X		X	X				
17	X		X	X	X			
18	X		X	X	X			
19	X		X	X	X		X	
20	X		X	X	X		X	X
21	X		X		X			
22	X		X		X		X	
23	X		X		X		X	X
24	X		X			X		
25	X		X			X	X	
26	X		X			X	X	X
27	X		X			X	X	
28	X		X			X	X	X
29		X	X					
30		X	X	X				
31		X	X	X	X			
32		X	X	X	X			
33		X	X	X	X		X	
34		X	X	X	X		X	X
35		X	X		X			
36		X	X		X		X	
37		X	X		X		X	X
38		X	X			X		
39		X	X			X	X	
40		X	X			X	X	X
41		X	X			X	X	
42		X	X			X	X	X

Citemos a tabela do Novo Corsa para exemplificar as variações de montagem de cada opcional e o que isto afeta na área de montagem do cockpit:

- Básico/ Luxo: Há diferenciação quando se trata da versão Básica e Luxo no painel de instrumentos. Na versão Luxo há o tacômetro. Afeta estoque pois devem estar alocados dois painéis de instrumentos a longo da linha.
- Direção hidráulica: Como não é um item de série no Novo Corsa, podem ser montados veículos com ou sem este opcional.
- Rádio/ CD Player: Não diferença de montagem entre estes dois opcionais, porém requer um processo de cadastro do código de segurança contra roubo na ficha de montagem do veículo. Afeta o balanceamento da mão-de-obra ao longo da linha, devido a operação adicional.
- Ar condicionado/ ar quente: Há a opção do veículo ser montado com ar condicionado ou ar quente. Externamente ambos opcionais são similares, o operador executa a montagem do componente “caixa de ar”, que pode ser com ar condicionado ou ar quente. Afeta área de estoque pois são componentes grandes.
- Air bag: São duas bolsas de ar, uma que é colocada no volante e outra na almofada, acima do porta luvas. Envolve montagem cuidadosa por parte do operador por ser um item de segurança. Afeta tempo padrão de montagem.
- Computador de bordo: Opcional que é montado em posições diferentes em cada veículo. Afeta ergonomia do operador.

Além das diferenças citadas acima há alguns complicadores adicionais na montagem, uma delas é o treinamento que deve ser dado aos operadores responsáveis pela montagem. Devido a diversidade de montagem é possível que o operador monte peças erradas caso não esteja bem treinado, esta poderia ser detectada no teste elétrico no final da linha do cockpit.

O operador, além de garantir a montagem correta dos componentes, deve se preocupar com as fixações e rotas de chicotes determinados em processo, caso contrário poderá ocasionar ruídos. Nestes casos o problema só será descoberto quando o veículo já estiver todo montado e passar pela pista de ruídos<sup>17</sup>. Uma vez descoberto um ruído no cockpit após veículo montado, o cockpit deve ser retirado e analisado qual a causa do ruído e somente será liberado após eliminação do mesmo.

---

<sup>17</sup> Todos os veículos, após concluída a montagem, passam por uma pista de teste com piso irregular e depressões para verificar se há ruídos.

#### 5.4. GM Gravataí

Inaugurado em 20 de julho de 2000, com um investimento<sup>18</sup> de 554 milhões de dólares o complexo industrial de Gravataí, como é chamado, integra 16 fornecedores dentro do mesmo site (ver foto a seguir) e um nas proximidades do complexo. Os fornecedores investiram ao todo 117 milhões de dólares para construção de suas fábricas dentro do Complexo.

A planta da GM Gravataí possui uma capacidade produtiva de 120 mil carros por ano e foi especialmente projetada para montar um veículo simples com poucas variações de opcionais e modelos e onde os subconjuntos vem montados pelo fornecedor e são recebidos diretamente no ponto exato de montagem na linha de forma que ao longo da linha de montagem não há grande quantidade de peças, como encontramos na GM de SJC e SCS.

O Celta, único modelo produzido na planta de Gravataí, é uma projeto criado pela GM do Brasil, na categoria de subcompacto e foi projetado para ser um produto simples e com pouca proliferação de modelos, no lançamento eram 2 modelos com 10 combinações possíveis, totalizando 20 possíveis opções de escolha para o cliente. Um dos objetivos da simplicidade, além do preço, é a vendas diretas pela internet. Para vender o Celta pela internet, a GM se baseou em quatro estratégias:

1. *e-commerce*: Foi criado um site exclusivo para vendas e feita uma união com o maior provedor de internet do Brasil.
2. Preço único: Independente da região do Brasil, o preço do Celta é o mesmo, onde já estão incluídos taxas e frete.
3. Fatura direta: Possibilidade de pagamento no próprio site através de cartão, boleto bancário ou mesmo financiado com pré-aprovação no site.

---

<sup>18</sup> Dados da revista Ward's Auto World (01/set/2000).

4. Entrega rápida ao cliente: A meta é de 4 a 7 dias para a entrega após concluído o pedido. Esta meta abrange 99% de toda a extensão do Brasil. Para isso foram criados bolsões de estoque para cada região do Brasil.

Para que o Celta tivesse sucesso nas vendas via internet, era preciso que a entrega fosse realizada no prazo e para isso o veículo não poderia ter muitas variações, caso contrário haveria uma variedade muito grande em cada estoque distribuído pelo Brasil.

Atualmente as variações do modelo Celta, com a inclusão do modelo 5 portas e a versão Super, passou de 20 para 50 combinações possível.

Em uma pesquisa de compra realizada em 14 de Agosto de 2002 pelo site, foram realizadas duas simulações: a compra de um Celta 3 portas básico sem opcionais e outra comum modelo Celta 5 portas completo, com pacote de opcionais Super e ar condicionado. Para o primeiro caso, foi informado que o veículo estaria disponível na concessionária escolhida no dia 23 de Agosto de 2002, ou seja, em sete dias úteis. Porém no caso do Celta 5 portas Super com ar condicionado, não havia veículo disponível em nenhuma concessionária e um pedido de fabricação deveria ser realizado para que fosse montado o veículo conforme solicitação, o que demoraria cerca de 4 semanas.

Classificada pela Corporação GM como sendo uma das mais modernas do mundo, o Complexo de Industrial de Gravataí tem capacidade de produzir 120 mil carros por ano, com uma taxa de produtividade de 78 veículos por ano para cada funcionário, uma das mais produtivas no mundo<sup>19</sup>. A alta produtividade é uma decorrência do conceito de montagem da planta, que por receber vários componentes na forma de módulos, necessita de menos empregados para montagem do veículo. Os empregados são distribuídos na cadeia de fornecedores, uma vez que 85% do valor do carro é fornecido pelos sistemistas.

---

<sup>19</sup> Segunda a Revista Business Week (July 31, 2000), as taxas de produtividade mundiais variam de 30 a 50 veículos por ano para cada empregado.

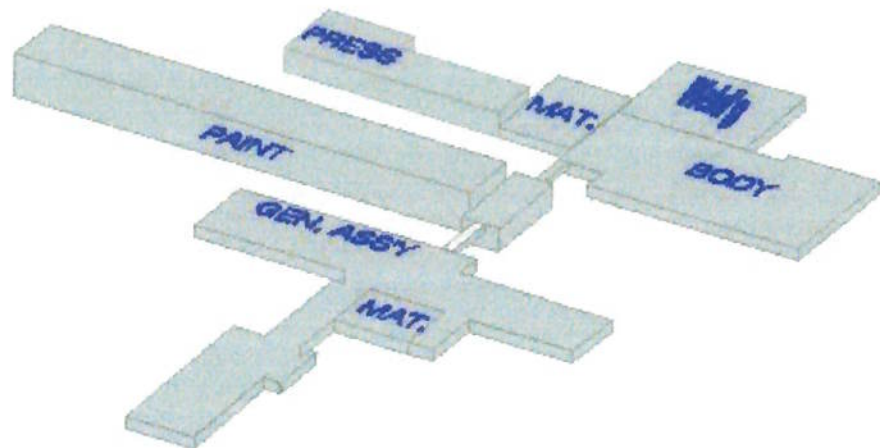
A integração entre a GM e os fornecedores no Complexo deve ser muito grande para que a linha de produção não pare por falta de peças. Em virtude disto a GM envia a previsão de montagem de duas semanas. Esta previsão de montagem enviada aos fornecedores não é alterada, pois qualquer alteração pode ocasionar uma parada na linha por falta de componentes.

De forma similar a planta da VW de Resende, na GM de Gravataí existem atividades relacionadas com consórcio modular, conceito onde o fornecedor localizado dentro da planta da montadora é responsável direto pela montagem do componente. São dois os fornecedores que atuam neste conceito de consórcio em Gravataí:

- Lear: Além de possuir uma fábrica no condomínio onde são produzidos os bancos, a Lear fornece a mão-de-obra necessária à montagem dos componentes das portas que é realizado em uma linha paralela dentro da área de montagem da GM.
- PPG: Fornecedor de tintas e responsável pela mão-de-obra localizada na área de pintura da GM. A PPG recebe o veículo vindo da Funilaria, dá os tratamentos anti-corrosão, pinta na cor solicitada e envia a carroceria pintada à área de montagem.



Planta de GM (Maio 2000)



Esquema das áreas da GM





Vista aérea do Complexo (Maio 2000)

No complexo de Gravataí não há estoques no interior da montadora e para que isso fosse possível todos os componentes são entregues em *Just In Time* ou *Just In Sequence*, o que significa que as peças saem do fornecedor diretamente à linha de montagem. Cada fornecedor possui uma locação pré-determinada ao longo da linha de montagem. Toda a logística de entrega de materiais é realizada pela TNT Logistics.

A empresa canadense TNT Logistics foi contratada para garantir toda a logística do Complexo. Dos 16 sistemistas que integram o Complexo, o transporte das peças de 14 deles é feita através de veículos pintados na cor amarela e com pneus pneumáticos, chamados de “dollies”, que transportam a carga. Nos outros 2 sistemistas a entrega é feita por caminhões, devido ao tamanho dos produtos, no caso bancos (Lear) e o conjunto roda e pneu (Goodyear).

### 5.5. Montagem do Cockpit na Planta de Gravataí

A montagem do cockpit na GM de Gravataí é realizada pelo fornecedor VDO, localizado dentro do Complexo Industrial. A VDO foi escolhida através de concorrência internacional, bem como o restante dos 15 fornecedores localizados dentro do complexo.

A VDO possui experiência na montagem do cockpit da planta da VW de Resende, onde é responsável além da montagem do cockpit como também de todo o interior da cabine do caminhão. Segundo Alexandre de Oliveira<sup>20</sup>, gerente industrial da VDO, a diferença é que “em resende, por ficarmos dentro da fábrica, somos obrigados a nos adaptar à metodologia da VW. Em Gravataí, é diferente, nossa cultura é preservada.”

Devido a simplicidade do veículo muitos problemas apontados na montagem da GM de SJC não aparecerem em Gravataí, itens como problemas de estoque e ergonomia não fazem sentido na linha de montagem da VDO. Para se ter uma idéia da simplicidade do produto, apenas uma plataforma de veículo montada em SJC supera as variações de montagem existentes no Celta, ver tabela a seguir:

**Plataforma Celta**

Variação	Opcionais			
	Básico	Super	AC	Ar Quente
1	x			
2	x		x	
3	x			x
4		x		
5		x	x	
6		x		x

A plataforma do Novo Corsa possui 42 variações de montagem e o Celta apenas 6 variações. Além de possuir poucas variações, a montagem dos opcionais ar

---

<sup>20</sup> Alexandre de Oliveira em reportagem da revista Exame (Nov, 2001) sobre o Complexo de Gravataí

condicionado e ar quente, como citado anteriormente, são similares, pois a diferenciação é interna no componente caixa de ar.

Entre as versões do Celta Básico e Super, a diferença na montagem está no painel de instrumentos que possui tacômetro e molduras na cor prata na painel na versão Super. (ver fotos)

Painel de instrumentos:



Cockpit:



O início da montagem do cockpit pela VDO é feita após recebimento da informação vinda do leitor de código de barras (scanner 1), localizada na área de Pintura (ver esquema a seguir). Diferente de SJC, que após a saída da pintura o veículo vai para área de montagem, em Gravataí os veículos ficam em uma área de espera depois de aprovado o mix. Esta área de espera tem a capacidade de 30 carros e garante a VDO um tempo adicional de cerca de uma hora e dez minutos<sup>21</sup> para a montagem do cockpit. A partir do momento que o veículo entra na linha de montagem até o ponto de montagem do cockpit são cerca de 50 minutos. Resumindo,

---

<sup>21</sup> Tempo calculado com a linha de produção à 25 carros por hora.

a partir do momento que a VDO recebe a informação até o momento que o cockpit é montado no veículo são cerca de 2 horas.

Os outros sistemistas recebem a informação de uma leitor de código de barras (scanner 2) localizado num ponto similar ao da Planta de SJC.

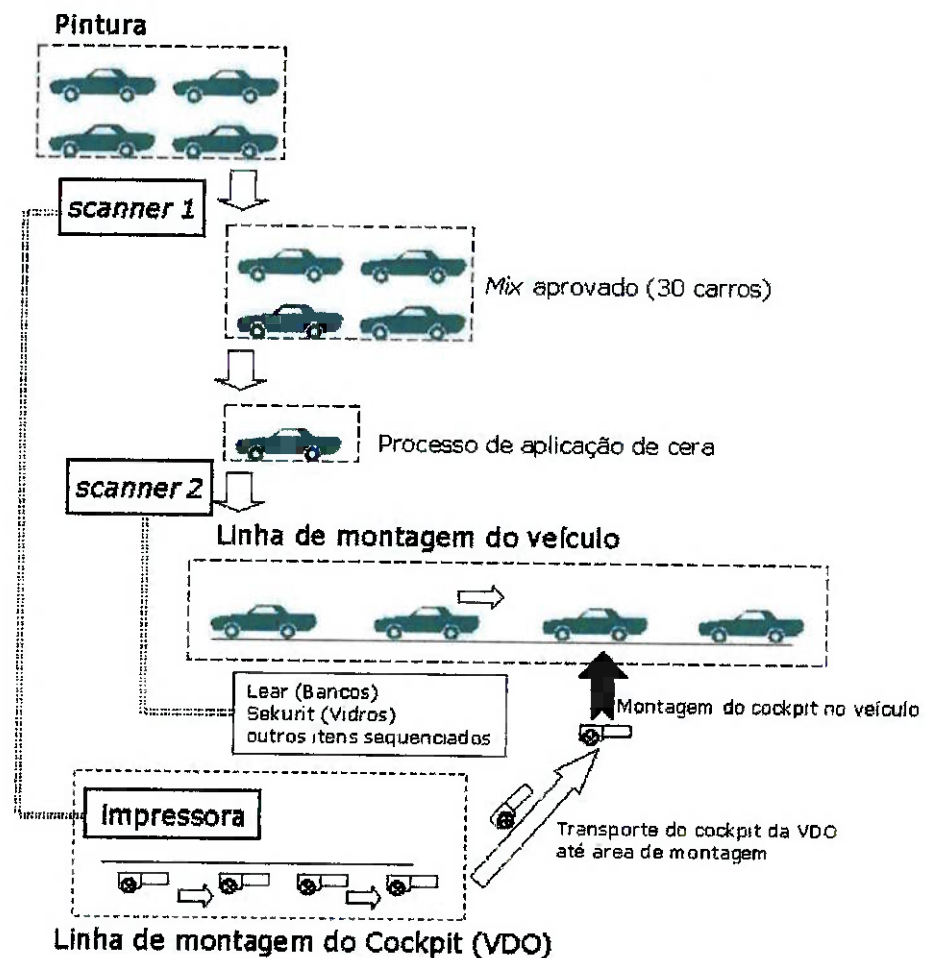


Ilustração da geração das informações de montagens aos sistemistas

Em comparação com a Planta de SJC o início da montagem do cockpit em Gravataí é feita com cerca de uma hora de antecedência, tempo suficiente para que seja realizado o transporte da VDO até o ponto de montagem no veículo. Esse

transporte como comentado anteriormente é realizado pela TNT Logistics, e a cada viagem são levados 6 cockpit montados.

A linha de montagem do cockpit é similar a de SJC, as únicas diferenças que podem ser observadas é a menor quantidade de peças distribuídas ao longo da linha. O processo de montagem é único e não há gargalos de montagem que afetem o balanceamento da linha. A simplicidade do modelo contribuem para minimizar os erros de montagem.

## 6. RESULTADOS

Respondendo a pergunta inicial, se a construção de fábricas no conceito modular necessariamente precisam atender apenas uma plataforma de veículo, podemos dizer que, no caso de Gravataí, realmente ela foi construída para atender um único modelo. Não há planos a curto prazo para a introdução de novos modelos na fábrica<sup>22</sup>, porém pequenas modificações do Celta são previstas. Não podemos generalizar e dizer que todas as fábricas modulares atendem apenas uma plataforma de veículo, mas vale ressaltar que uma das condições para que os fornecedores aceitassem em investir em uma nova fábrica dentro do Complexo foi a garantia de uma produção mínima. Essa condição é importante para os fornecedores para calcular o tempo de amortização do investimento. O aumento da flexibilidade da planta iria aumentar os investimentos necessários.

Com relação à introdução de outros modelo de veículo de forma rápida em Gravataí, o que podemos dizer que este tempo de adaptação das planta não seria diferente de outras, pelo contrário, devido a participação dos fornecedores juntamente com a engenharia da GM no desenvolvimento do produto, o tempo de implementação passariam a ser menores. Seriam necessárias criação de novos ferramentais nos fornecedores para a produzir um outro modelo de veículo, porém os maiores investimentos estariam na cadeia de fornecedores, que conforme Sako (1999b), este é um dos objetivos da modularização, ou seja, baixo desenvolvimento de ferramentas e investimentos para novos modelos.

O que verificamos é que a planta de Gravataí foi concebida para receber os módulos de uma fornecedor, pois o processo de produção, no caso do cockpit, foi adaptado para que o fornecedor recebesse a informação de montagem do veículo de forma antecipada.

---

<sup>22</sup> Dados internos da GM.

Os problemas como falta de ergonomia na montagem e desbalanceamento de linha, seriam passados para o fornecedor VDO no caso de flexibilizarmos a planta de Gravataí, uma vez que teriam que fornecer uma diversidade maior de módulos. Para a GM a flexibilização da planta de Gravataí seria transparente devido ao conceito de modularidade da planta.

A falta de ergonomia na montagem do cockpit é o preço pago pela planta da GM de São José dos Campos pela flexibilidade. Segundo Sako (1999b) o uso de módulos é uma estratégia da montadora para melhorar a ergonomia do processo de montagem.

A GM Gravataí trabalha com cerca de 100 fornecedores diretos<sup>23</sup>, enquanto que em uma planta como São José dos Campos e São Caetano do Sul tem cada uma, cerca de 400 fornecedores. A diminuição de fornecedores diretos da GM foi possível em Gravataí graças a montagem modular, porém os sistemistas passaram a trabalhar com uma quantidade maior de fornecedores.

A planta de Gravataí mantém duas semanas de produção congeladas para que não haja falta de peças na linha de montagem do Celta. Em uma planta que tem apenas um modelo de veículo com poucas variações isto é possível, porém em plantas onde não há o recebimento de módulos há uma quantidade muito grande de peças, cerca de 3500 contra 700 de Gravataí, isto torna difícil manter a programação de montagem congelada, pois podem ocorrer problemas com fornecedores ou mesmo internamente, caso algum modelo de veículo tenha algum problema de montagem e deixe de ser montado.

Em montadoras com conceito de montagem modular como em Gravataí, a proposta de Starr (1965) de aumentar a variedade de produtos combinando módulos, não é simples de se realizar em veículos, pois os módulos, montados de forma antecipada, são exclusivos para um veículo específico. Supondo que tivéssemos uma variedade de módulos de cockpit montados, e quiséssemos aumentar a variedade de

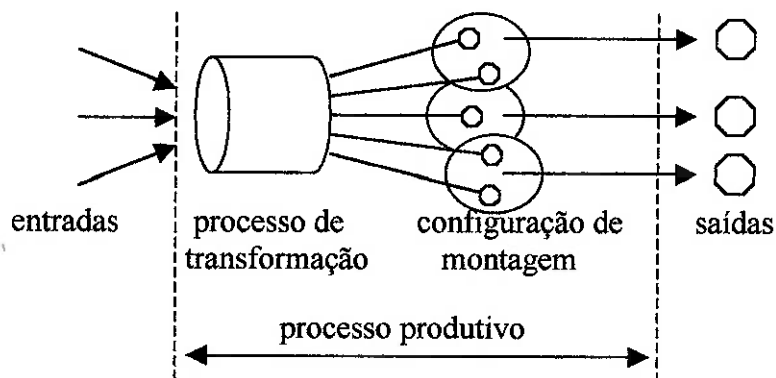
---

<sup>23</sup> Dados da revista Exame (Nov, 2001)

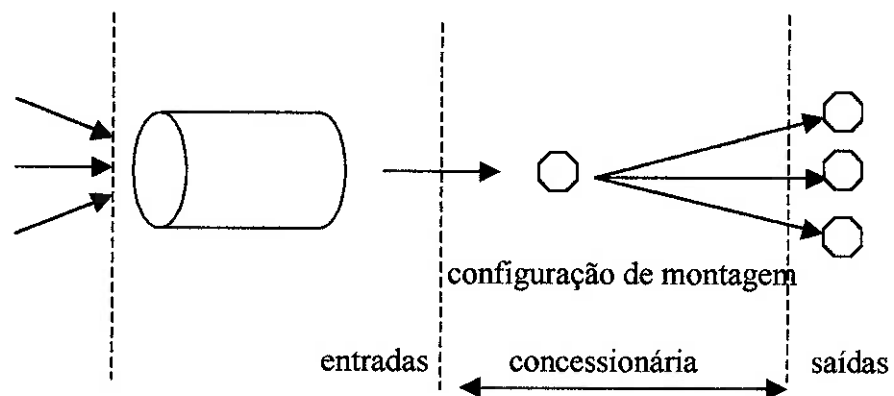
produtos, apenas montando diferentes cockpits no veículo, poderia ocorrer uma incompatibilidade entre os opcionais do veículo e do cockpit, e o veículo poderia ter problemas funcionais.

Entretanto a GM criou um conceito similar ao de Starr, colocando os kits de personalização do Celta nas concessionárias, ou seja, a configuração de montagem que ocorre no processo produtivo na proposta por Starr, foi realizada para um elemento externo ao processo de produção. (vide gráfico abaixo).

Proposta de Starr:



Processo de vendas de kits de personalização pela concessionária:



A possibilidade de se diversificar o produto na concessionária permite que a fábrica continue a montar um produto básico, sem os problemas de flexibilidade apontados anteriormente.



## 7. CONCLUSÃO

Conforme abordado por Mari Sako (1999) que uso da modularidade aliada a externalização aumente a flexibilidade da produção nos veículos, o que pode ser observado na GM de Gravataí é que o principal motivo da adoção da modularidade não foi a flexibilidade e sim a redução dos custos obtida pelo processo de externalização. Um dos fatores que merecem destaque é o fato da fábrica da GM de Gravataí ser para toda a corporação uma referência em termos de produtividade, com valores próximos à 100 carros montados por funcionário por ano. Estes números de produtividade só poderiam ser obtidos graças a modularização e externalização dos componentes, que garantiu uma facilidade de montagem, exigindo menos funcionários para montar o veículo.

No caso do cockpit, a modularização ocorre devido a complexidade de montagem. O fato deste módulo ser externalizado faz parte de uma estratégia da corporação em criar uma fábrica enxuta. Não se buscava com a externalização do módulo cockpit um aumento de flexibilidade, mesmo porque na planta de Gravataí não há flexibilidade.

O aumento da flexibilidade em uma planta modular aumenta as variáveis relacionadas com alteração da previsão de montagem, como falta de peças por algum fornecedor ou problemas de fabricação de algum modelo pela montadora. Desta forma há o comprometimento em se manter a previsão de duas semanas congeladas. Em plantas não modulares é possível fazer alterações na produção a fim de minimizar as perdas de parada de produção.

Como sugestão deste trabalho, adotaríamos o conceito de produção utilizado em Gravataí com uma maior flexibilidade e possibilidade de se produzir veículos grandes. A flexibilidade seria necessária para evitar ociosidade da planta em caso de queda nas vendas. A produção de veículos grandes (como utilitário esportivo ou carros de luxo), geraria um lucro ainda maior nestes modelos ou poderia reduzir o preço final ao consumidor, tendo em vista que o custo de fabricação em planta com este conceito é menor.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. **De JK a FHC a reinvenção dos carros**. São Paulo: Scritta, 1997. 525p.
2. BALDWIN, C.; CLARK, K. Managing in an age of modularity. **Harvard Business Review**, Boston, Sep./ Oct., p.84-93, 1997.
3. CARVALHO, R.Q.; QUEIROZ, S. **Restructuring and globalization in the Brazilian automotive industry**. In: : ACTES DU GERPISA: RÉSEAN INTERNATIONAL, 5., Paris, 1997. The Trajectories of Internationalization of Automotive Industry Firms, 1997. p.171-187.
4. CHRISTENSEN, C.M.; RAYNOR, M.; VERLINDEN, M. Skate to here the money will be. **Harvard Business Review**, Boston, Nov., p.72-80. 2001.
5. CORRÊA, H.L. **Linking flexibility, uncertainty and variability in manufacturing systems: Managing un-planned change in the automotive industry**. England: Averbury, 1994. 198p.
6. DIAS, A.V.C. **Consórcio Modular e Condomínio Industrial: Elementos para Análise de Novas Configurações Produtivas na Indústria Automobilística**. 1998. 126p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
7. DRUCKER, P. F. The emerging theory of manufacturing. **Harvard Business Review**, Boston, May-June, p.94-102. 1990.
8. HAYES, R.H.; JAIKUMAR, R. Manufacturing's crisis: new technologies, obsolete organizations. **Harvard Business Review**, Boston, Sep./Oct., p.77-85. 1988.
9. HOEK, R.I.V.; WEKEN, H.A.M. The impact of modular production on the dynamics of supply chains. **The International Journal of Logistics Management**, v.9, n.2, p.35-50, 1998.
10. HUMPHEY, J.; SALERNO, M. **Globalization and assembler- supplier relations: Brazil and India**. In: ACTES DU GERPISA: RÉSEAN INTERNATIONAL, Paris: Evry, n.25, p.41-63, 1999 .
11. LAPLANE, M.F.; SARTI F. **Competition, Policy and growth in the brazilian automobile industry**. In: ACTES DU GERPISA: RÉSEAN INTERNATIONAL, Paris: Evry, n.5, p.239-251, 1997.
12. LUNG, Y. et al. **Flexibility through modularity: experimentations with fractal production in Brazil and in Europe**. In: COPING WITH VARIETY: FLEXIBLE PRODUCTIVE SYSTEMS FOR PRODUCT VARIETY IN THE AUTO INDUSTRY, Averbury: Ashgate, 1999. p.224-257.

13. NARAIN, R.C.; YADAV, J.S.; CORDEIRO, J.J. The strategic implications of flexibility in manufacturing systems. **International Journal of Agile Management Systems**, England, v.2, n.3, p.202-213, 2000.
14. Pine, J.B.; Victor, B.; Boynton, A. Making mass customization work. **Harvard Business Review**, Boston, Sep./Oct., p.108-119, 1993.
15. SAKO, M.; MURRAY, F. Modular strategies in cars and computers. **Financial Times**, London, 06 dez. 1999a. Mastering strategy, p.4-7.
16. SAKO, M.; WARBURTON, M. **Modularization and outsourcing project: Preliminary report of European research team**. In: MIT INTERNATIONAL MOTOR VEHICLE PROGRAMME, Boston, October, 1999b. 60p.
17. SALERNO, M.S. Mudança Organizacional e trabalho direto em função de flexibilidade e performance da produção industrial. **Produção**, Belo Horizonte, v.4, n.1, p.5-22, 1994.
18. SALERNO, M.S. The characteristics and the role of modularity in the automotive business. **International Journal of Automotive Technology and Management**, Geneve, v.1, n.1, p.92-107, 2001.
19. SALERNO, M.S.; DIAS, A.V.C. **Product design modularity, modular production, modular organization: the evolution of modular concepts**. In: LES ACTES DU GERPISA, Paris; Evry, n.33, p.61-72, 2002.
20. SALERNO, M.S. **Flexibilidade, organização e trabalho operatório: elementos para análise da produção na indústria**. 1991. 232p. Dissertação (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
21. SCHEINMAN, M.N. **The automotive industry in Latin America: Mexico, Brazil and Argentina: forecasts to 2005**. UK: just-auto.com, May, 2001. Disponível em: [http://www.just-auto.com/store/products\\_detail.asp?art=12030&lk=s](http://www.just-auto.com/store/products_detail.asp?art=12030&lk=s). Acesso em: 23 Ago. 2002.
22. STARR, M.K. Modular Production, a new concept. **Harvard Business Review**, Boston, Nov./Dec., p.131-142, 1965.
23. UPTON, D.M. What really makes factories flexible? **Harvard Business Review** Boston, Jul./Aug., p.74-84, 2000.
24. WOMACK, J.P. et al. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990, 323p.