

## Cadeia Global de Valor

# Máquinas-Ferramentas

#### **Autores:**

- José Luiz Pimenta Junior
- Angelo Mario Piscitelli Filho
- Guilherme Serra
- Henrique Souza Prado
- Leonardo de Oliveira Millian

### Índice

Apresentação	3
Mapeamento da Cadeia Global de Valor	4
Etapa 1: Estrutura input-output	4
Etapa 2: Escopo Geográfico	19
Etapa 3: Governança	27
Etapa 4: Contexto Institucional	30
Ambiente Competitivo na Cadeia Global de Valor (CGV)	32
Considerações Analíticas	35
Referências Bibliográficas	37

#### Apresentação

A utilização de máquinas na produção de bens se caracteriza atualmente como um processo inerente ao desenvolvimento econômico das diversas sociedades humanas. A partir da primeira Revolução Industrial, no séc. XVIII, esse processo tem alcançado proporções mais intensas devido à demanda por ganhos de produtividade e economias de escala (GARDNER REASEARCH, 2016). Em função desse fenômeno, entende-se que esse tipo de equipamento, denominado "máquinas-ferramentas", é a "espinha dorsal" dos diversos segmentos industriais, o que faz com que sejam compreendidos como condição necessária para assegurar a posição de um país como fornecedor competitivo de mercadorias dentro do mercado global (CECIMO, 2011). Nesse contexto, a capacidade de produzir tais máquinas é estratégica, pois permite a produção de todos os outros equipamentos industriais.

Como exemplo, a presença de uma estruturada e pujante base produtiva de máquinas-ferramentas na Europa é compreendida como um fator chave para o desempenho da indústria regional, alavancando sua capacidade de desenvolver novos produtos em uma miríade de segmentos (CECIMO, 2011).

Entende-se como máquina-ferramenta, toda máquina motorizada utilizada para cortar ou formar partes feitas de metais ou outros materiais como madeira, cerâmica ou pedra. A indústria de máquinas-ferramentas é um subsetor do setor de bens de capital, composto por ativos como máquinas, instalações, equipamentos e outros componentes utilizados na produção de bens e serviços (ABIMAQ, 2014). As máquinas-ferramentas, especificamente, podem ser caracterizadas como "Máquinas-Mãe", pois são o tipo específico de bem de capital que possibilita a produção de todo tipo de maquinário conhecido, incluindo outras próprias máquinas-ferramentas (CECIMO, 2011). Em 2015 foram consumidos USD 79.1 bilhões em máquinas-ferramentas no mundo, estando em ritmo de decrescimento desde o recorde em consumo registrado no ano de 2011 (GARDNER RESEARCH, 2016). No entanto, o setor é de fundamental importância, servindo de termômetro para a economia global por meio do volume de investimentos realizados nos bens produzidos na cadeia

estudada, indicador de preparação do setor privado para ciclos de alta produção e consumo (CECIMO, 2011).

O objetivo do presente trabalho, portanto, é explorar o setor específico de máquinas-ferramentas, mapeando os principais fluxos de comércio e os processos gerais que permeiam a indústria estudada, resultando no desenvolvimento de análise da Cadeia Global de Valor do setor, em linha com a metodologia proposta no artigo "Global Value Chain analysis: a primer" (GEREFFI e FERNANDEZ-STARK, 2011).

A primeira seção consistirá no mapeamento das diversas atividades necessárias para a estruturação do setor e elaboração da cadeia de valor do mesmo. A segunda seção procurará mapear o escopo geográfico da indústria de máquinas-ferramentas, apontando a dispersão geográfica dos principais elos da cadeia estudada. Na terceira parte, serão discutidas as relações de governança observadas dentro do setor, e finalmente serão elencadas as principais instituições legais e organizacionais que exercem algum tipo de constrangimento ou incentivo à atividade alvo do estudo. Na última sessão, faz se uma análise do ambiente competitivo a qual a cadeia está sujeita, identificando determinantes nacionais e empresariais que influenciam a competitividade do setor, possíveis estratégias de *upgrading* para elos específicos da cadeia, assim como uma breve proposta de internacionalização do setor.

#### Mapeamento da Cadeia Global de Valor

#### Etapa 1: Estrutura input-output

A estrutura *input-output* descreve todo o processo de produção de máquinasferramentas, desde a concepção do produto até o consumo final e serviços pós-venda, identificando as atividades-chave e o encadeamento dos elos responsáveis por adicionar valor ao longo da cadeia (GEREFFI & FERNANDEZ-STARK, 2011). A sistematização da estrutura *input-output* do setor de máquinas-ferramentas permitiu a identificação de 7 elos de considerável agregação de valor que englobam todo o processo produtivo e operacional do setor, assim como diversas atividades-chave que representam os principais processos presentes em cada fase. Os elos identificados são, respectivamente: Inteligência de Mercado, Engenharia de Aplicação, *Inputs*, Transformação, Vendas & Distribuição, Serviços (Pós-Venda), e Remanufatura.

O primeiro elo identificado na Cadeia Global de Valor de máquinasferramentas é o de Inteligência de Mercado. Este envolve as etapas anteriores à produção e aquisição de *inputs*, incluindo atividades como pesquisa de mercado e estudo de tendências relacionadas ao setor. O elo seguinte de Engenharia de **Aplicação** engloba toda a conceptualização do produto, incluindo o design industrial do mesmo e comunicação com o cliente. Em seguida, com os *inputs*, identifica-se os insumos e a infraestrutura física que são necessárias para a produção (transformação). Vendas & Distribuição contemplam toda a logística e transporte relacionados à produção e entrega dos produtos. As fases seguintes apresentam os dois últimos elos: **Serviços (Pós-Venda) e Remanufatura.** O primeiro, refere-se aos serviços de manutenção e reparos, além de treinamentos para utilização e melhoria da performance das máquinas; já a Remanufatura contempla a forma que as máquinas são recompradas por agentes econômicos que desempenham atividades de reparo e ou adaptação dos equipamentos. Feito esse processo, os mesmos serão revendidos no mercado secundário para consumidores que tenham potencial inferior de investimento em maquinário.

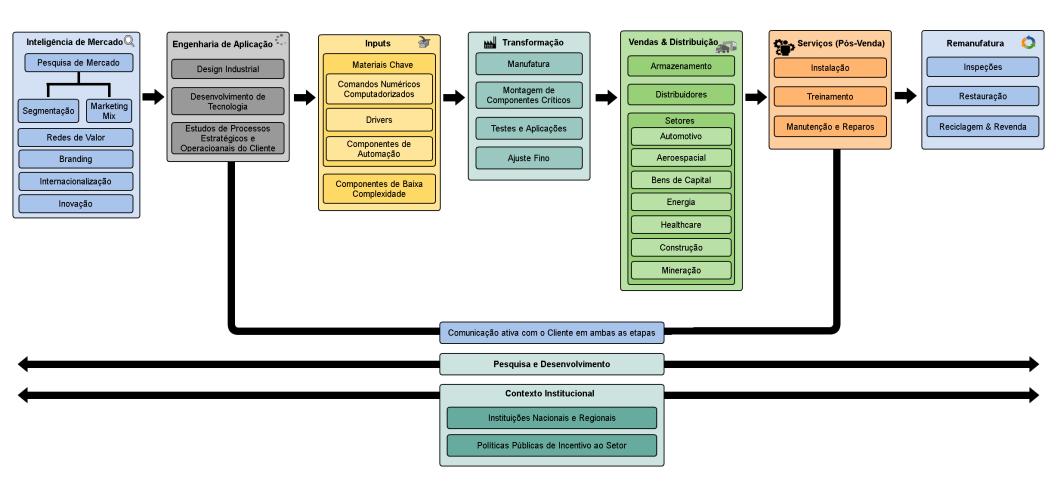


Figura 1: Estrutura *Input-Output* da indústria de Máquinas-Ferramentas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Num contexto de alta competição, a utilização do ferramental de Inteligência de Mercado ou Inteligência Comercial configura respaldo à tomada de decisão estratégica com base em dados. Tais atividades incluem a pesquisa de concorrentes, para mapeamento de suas ações e empreitadas, e de tendências e cenários no mercado consumidor principalmente, visando à coleta de dados e posterior análise. Munidos da informação obtida por meio das ações de Inteligência de Mercado, os membros da administração das companhias podem definir mais assertivamente que tipo de estratégia adotar, realizando ajustes e investimentos para assegurar o crescimento (BMS, 2016).

De acordo com estudo realizado no ano de 2013 pela *European Association of the Machine Tool Industries* - CECIMO, em que são discutidas as principais determinantes de crescimento do setor visando à alavancagem da competitividade da indústria europeia no mercado internacional, as atividades de Inteligência de Mercado passam, cada vez mais, a merecer especial ênfase dentre as demais atividades da cadeia. No presente trabalho, qualificou-se esse elo descrevendo algumas atividades de relevância, apesar de não ser possível mapear exatamente a quantidade de empresas que possuem departamentos direcionados a essas atividades no setor estudado. Não obstante, percebe-se crescente incentivo por parte de câmaras setoriais e associações regionais visando à adoção destas atividades como parte integrante do *modus operandi* dos agentes econômicos atuantes no setor estudado, por meio da oferta de estudos de mercado e publicações em seus *websites*.

No presente trabalho, optou-se pela inclusão do referido elo à cadeia desenhada em função do entendimento de que este compreende uma série de atividades de crescente importância na atividade empresarial dentro da indústria de máquinas-ferramentas num contexto de progressiva competição entre ofertantes, que disputam mercados consolidados e emergentes. Tal entendimento tem como base a intensificação da necessidade de expansão internacional das atividades dos produtores, principalmente com foco em economias do continente asiático e outros países emergentes, cuja representatividade no consumo global desse tipo de bem de capital ultrapassa o da Europa desde 2004 (GARDNER RESEARCH, 2016).

No início do século XXI, a Europa consumia quase metade da produção global de máquinas-ferramentas. No ano de 2012, sua participação na compra destes equipamentos em nível global havia sido reduzida a apenas 20%. Nesse ínterim, a desponta como grande mercado consumidor, respondendo aproximadamente 66% das aquisições de máquinas-ferramentas no referido ano (CECIMO, 2013). É notável a tendência de saturação dos mercados tradicionalmente posicionados como principais compradores, tornando-se um imperativo para a manutenção do crescimento das empresas produtoras de máquinas-ferramentas a necessidade de internacionalização e diversificação de mercados. Nesse processo de competição em mercados externos, que se desenha como tendência no setor, as atividades de Inteligência de Mercado alicerçam a expansão consciente e efetiva das operações das empresas, possibilitando que as mesmas conheçam e customizem sua oferta de valor às preferencias singulares de clientes de um dado contexto, seja este geográfico ou econômico.

As atividades componentes do elo de Inteligência de Mercado consistem principalmente em coleta de informação para suportar a tomada de decisão em nível estratégico, bem como processos de crucial importância para geração de valor aos clientes e criação de vantagem competitiva para as empresas produtoras de máquinas-ferramentas (BMS, 2016). Com a crescente pressão por redução de custos e ganhos de produtividade, em função da competição voraz entre empresas de todo o globo, capazes de ofertar seus bens e serviços em mercados anteriormente inacessíveis devido às grandes distâncias e/ou limitada capacidade de gerenciamento, configura-se como tendência a necessidade de delimitar com precisão o mercado preferencial a ser servido, permitindo a configuração de toda a operação visando este fim. Dessa maneira, busca-se elevar a aderência das ofertas da empresa às necessidades do público-alvo. Nesse processo, a Pesquisa de Mercado é uma atividade primordial, servindo de *input* para a adequada segmentação do mercado almejado e composição do *mix* de marketing, que inclui as características do produto, precificação, canais de distribuição e de comunicação com o mercado (CECIMO, 2013).

Ademais, é necessário que os produtores de máquinas-ferramentas busquem construir Redes de Valor que os ajudem a alavancar resultados. Tais redes são compostas por fornecedores, canais de vendas, consultores estratégicos, legais e tributários, entre outros. Parceiros de negócios têm potencial para viabilizar resultados diferenciados, seja por meio da redução de custos ou criação de novas oportunidades para as empresas, incluindo inserção em novos mercados (USITC, 2013). Dessa maneira, é crucial que; a) os produtores não sejam demasiadamente dependentes de parceiros-chave sem que tenham laços estabelecidos com ao menos uma alternativa, visando mitigar riscos à operação; e b) os produtores busquem mapear parceiros de negócios que consigam entregar valor diferenciado, impactando positivamente a operação. Com a crescente integração comercial em nível global, determinadas atividades podem ser delegadas a empresas em regiões com capacidades específicas em termos de tecnologia, mão-de-obra e/ou questões ligadas à logística, tributos etc. Os esforços de Inteligência de Mercado são importantíssimos na consistência da estratégia de criação e expansão de Redes de Valor.

Outra atividade de crucial importância no novo cenário de competição no setor é a criação e fortalecimento de marcas, por meio do *branding*. Com a crescente demanda por serviços de qualidade, além das máquinas propriamente ditas, uma fonte de credibilidade adicional, constituindo vantagem competitiva estratégica, é a uma marca robusta e reconhecida. Assim, as empresas têm compreendido como fundamental a assertiva definição de qual é o posicionamento de mercado que almejam ter junto a seus clientes e *prospects*, alinhando a estratégia à prática operacional cotidiana, visto que cada interação com o cliente é uma oportunidade para fortalecer ou prejudicar a marca (CECIMO, 2013). Nesse contexto, primar pela pré-venda eficaz, *delivery* assertivo e pós-venda altamente qualificado torna-se fundamental, visando alçar a marca à posição de parceiro de alta confiança na mente dos clientes (USITC, 2013).

Conforme descrito nos parágrafos anteriores, o processo de internacionalização é um fenômeno recorrente no setor de máquinas-ferramentas. Empresas buscam expandir seus mercados visando capturar valor por meio da oferta

de bens e serviços customizados e plenamente aderentes às necessidades singulares de agentes produtivos, tendo como ênfase a natureza operacional específica ou um dado recorte geográfico. Tal processo, no entanto, é substancialmente complexo, requerendo ajustes internos estruturais e obtenção de capacidades específicas para possibilitar o pleno aproveitamento das oportunidades existentes nos novos mercados almejados. Desde o composto de marketing até as habilidades interculturais de representantes comerciais e negociadores devem ser estudadas e alinhadas às preferências dos consumidores, visto que o fornecedor de máquinasferramentas é tido como um parceiro estratégico para a base manufatureira, dotando o processo de negociação e compra de sutileza e complexidade diferenciadas. Muitas empresas optam, portanto, por empreender esforços para plena compreensão das particularidades dos mercados almejados, seja através de departamento interno, contratação de terceiros ou ações conjuntas no âmbito de câmaras ou programas setoriais, como o Brazil Machinery Solution - BMS, programa desenvolvido em parceria pela Apex-Brasil e Abimag (BMS, 2016). Além disso, treinar exaustivamente a força de vendas interna ou então estabelecer laços representantes in loco, quando do entendimento que tal movimento é crucial para assegurar a assertividade do processo comercial, torna-se procedimento cada vez mais recomendado e adotado no movimento de internacionalização (CECIMO, 2013).

Finalmente, a inovação consta como atividade neste elo em função da importância dos *inputs* obtidos por meio deste para orientar a Pesquisa e Desenvolvimento da empresa. Por meio das ações de Inteligência de Mercado, serão compreendidas as dores, necessidades, objetivos e tendências dos agentes produtivos consumidores de máquinas-ferramentas, norteando os investimentos em P&D, que visam conceber novas aplicações capazes de entregar maior valor aos clientes (CECIMO, 2011).

O elo subsequente ao de Inteligência de Mercado é o de Engenharia de Aplicação, processo fundamental na cadeia de valor de máquinas-ferramentas. É justamente nesse momento que, após a identificação de todas as tendências

mercadológicas, o produto em si começa a ser conceptualizado, suas funcionalidades definidas e seu design arquitetado (CECIMO, 2011).

Como já apontado, inovação e pesquisa de mercado se constituem como processos fundamentais para construção de um produto de alto valor na indústria atual. Dessa forma, são estes fatores que guiam os produtores de máquinas-ferramentas à criação de produtos que gerem soluções para problemas complexos que o cliente esteja enfrentando ao longo de toda sua cadeia produtiva, e não somente a construir um produto único voltado a automatizar e aumentar a produtividade de uma linha de produção (CECIMO, 2011). Este deve ser um dos objetivos almejados por produtores de máquinas-ferramentas, mas não deve ser o fator norteador no momento em que o produto está sendo desenhado.

Portanto, é necessário que produtores de máquinas-ferramentas disponham de uma visão holística de toda a cadeia de suprimentos de seus clientes, incluindo seus relacionamentos com fornecedores e consumidores, para então poder desenhar um produto específico com diversas funcionalidades que ultrapassem a expectativa do cliente, e que forneçam uma experiência de consumo única que justifique a recontratação dos serviços da empresa ou fechamento de possíveis novos negócios no futuro, criando uma excelente proposta de valor para os consumidores.

No âmbito do elo de Engenharia de Aplicação, além do estudo dos processos de potenciais clientes, incluem-se como atividades-chave o (i) Design Industrial do Produto e o (ii) Desenvolvimento de Novas Tecnologias. O Design Industrial se caracteriza justamente como o processo de arquitetura do produto final, incluindo as etapas de desenho e modelação da máquina. É importante apontar que este processo conta com grande participação do próprio cliente, que irá apontar por suas preferências e especificidades que devem ou não ser incluídas no projeto. Incluir o cliente neste processo é fundamental para assegurar que as necessidades do mesmo estejam sendo levadas em consideração.

Além do Design Industrial, existe também a necessidade de Desenvolvimento de Novas Tecnologias que possam vir a se tornar fundamentais para permitir a funcionalidade de um novo produto e aumentar o valor percebido do mesmo. Por

mais que diversas máquinas-ferramentas tenham designs similares, cada uma possui suas próprias funcionalidades e são estruturadas para diferentes tipos de aplicações. Muitas vezes, para proporcionar o funcionamento de uma função específica da máquina, é necessário a pesquisa de novas tecnologias que possam ser utilizadas para suprir esta demanda. Tal desenvolvimento pode ser feito tanto pelo próprio produtor, visto que o mesmo possua o *know-how* e mão-de-obra voltada para produzir soluções para esta aplicação, ou também pode ser terceirizado, contratando empresas especializadas em providenciar serviços específicos, como principalmente desenvolvimento de softwares para controle do conjunto de atividades que a máquina poderá realizar (CECIMO, 2013). Portanto, tais desenvolvimentos em tecnologia se tornam fundamentais nesta etapa, pois são fatores chave que incrementam o valor percebido do produto final, e muitas vezes, geram impacto positivo na precificação das máquinas (GERMANY TRADE & INVEST, 2016).

O elo seguinte a Engenharia de Aplicação se caracteriza como o elo dos *Inputs*. Nesta etapa da cadeia, são definidos e adquiridos todos os materiais necessários para viabilizar e dar início aos processos de produção da máquina. Os materiais se dividem em dois grandes grupos, sendo eles os materiais-chave (ou componentes de alta complexidade), e os componentes de baixa complexidade (CECIMO, 2013). Os materiais-chave se constituem como aqueles que adicionam o maior valor ao produto, e geralmente existe uma grande dependência de fornecedores externos para providenciar tais materiais. Estes, incluem em sua grande maioria, componentes numéricos computadorizados e drivers, ou seja, softwares específicos para controle da máquina, assim como componentes de automação que permitirão programar a máquina para seguir o padrão de produção desejado, e até mesmo sistemas de refrigeração e sistemas hidráulicos dependendo do objetivo de utilização do produto. Tais materiais são considerados de alta complexidade, pois muitos são feitos sob demanda, e importados principalmente de grandes empresas multinacionais localizadas em diversos cantos do mundo.

Já os materiais de baixa complexidade se constituem como as peças mais simples que darão as características básicas à máquina, como seu formato e resistência, além de serem os materiais essenciais que ao passarem por todo o

processo de transformação, se tornam a base da máquina. Incluem, em sua grande maioria componentes como aço, ferro, cobre, e diversas variações dos mesmos que são moldados de acordo com o objetivo que deseja ser atingido (TRUMPF, 2016).

Em suma, os *Inputs* são todos os componentes que serão utilizados para dar o formato e funcionalidade da máquina no estágio de manufatura. Dessa forma, os matérias-chave podem ser considerados como a estrutura de suporte da máquina, pois serão utilizados para programá-la e fornecê-la de funcionalidades específicas, enquanto os componentes de baixa complexidade são aqueles que darão o formato do produto e se constituirão como a base funcional da máquina sendo produzida.

Já a transformação envolve todo o processo operacional para concepção das máquinas-ferramentas, incluindo a manufatura de peças metálicas e sua junção com os componentes críticos previamente descritos. É importante ressaltar que as empresas concentram as atividades de maior valor agregado dentro deste elo, terceirizando a maior parte do processo. Isso se deve pela constante busca por parte das empresas do setor por maior eficiência de custos (CECIMO, 2013).

Utilizando-se dos *inputs* já mencionados, ocorrem os processos produtivos iniciais para a produção das peças: conformação, usinagem, união e acabamento, seguidos pela montagem de componentes críticos, testes e aplicações e o ajuste fino (UFJE, 2016).

A conformação mecânica é o processo inicial e tem como objetivo produzir peças metálicas que serão utilizadas na consolidação do produto final. Os processos no âmbito dessa etapa podem variar de acordo com os tipos de esforços aplicados, incluindo etapas como forjamento, laminação e corte. Em seguida, com objetivo de fazer um melhor acabamento das peças anteriores, ocorre a fase de usinagem. Esta é responsável por corrigir possíveis irregularidades nas superfícies das peças metálicas.

Com as peças já prontas, dá-se início ao processo de união, que ocorre por meio da soldagem, adesivos e mecânica (junção com parafusos, porcas). Em seguida ocorre o acabamento, processo final, buscando a perfeição e qualquer irregularidade nas peças metálicas. Feito esse processo ocorre a montagem dos componentes críticos com as peças metálicas. A maioria das empresas ainda terceiriza a produção até esta

etapa, uma vez que não demandam processos de alta complexidade para sua realização.

Com a concepção da máquina-ferramenta em questão, ocorre o processo de montagem final. Neste momento são adicionados os componentes de softwares, com uma subsequente realização de testes, a fim de verificar se a máquina-ferramenta cumpre os requisitos padrões e possíveis ajustes para o cliente. Por fim, o ajuste fino é responsável pelo acabamento final, corrigindo possíveis falhas encontradas durante o processo de testes (TRUMPF, 2016).

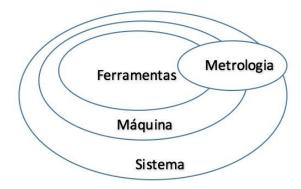


Figura 2: Aachen Model - Relação entre as peças, máquinas e sistema de software Fonte: Y. Liang, Albert J. Shih, 2016.

A distribuição das máquinas-ferramentas, após sua produção, envolve grandes distribuidores. Estes podem ser controlados pela própria fabricante (no caso das maiores montadoras), e aquelas independentes que representam diversas marcas. Por exemplo, a inglesa Trumpf, uma empresa entre as líderes do setor, conta com centros de distribuição oficiais e milhares de parceiros espalhados em praticamente todas as regiões do globo – Américas, Europa, Ásia e África (TRUMPF, 2016). Todas dispõem de alta capacidade de estocagem, além de oferecer soluções de manutenção e engenharia para os produtos. Com isso, as empresas montadoras das máquinas-ferramentas utilizam-se destes centros, tanto próprios como terceirizados, para alcançarem seus consumidores finais e, a partir destes, os produtos chegam a destinos mais afastados desde o centro de distribuição oficial para a região (MORRIS GROUP, 2016).

Os centros não-oficiais, representando diversas marcas, se dividem em subgrupos. Estes, se fazem necessários pois a utilização de máquinas-ferramentas é essencial para diversas indústrias-chave, tais como automobilística, aeroespacial, os próprios bens de capital, energia e *healthcare* (MORRIS GROUP, 2016). A subdivisão tem como objetivo facilitar a chegada dos produtos aos consumidores finais.

Já os Serviços estão presentes durante todo o processo produtivo de máquinas-ferramentas. O fornecimento de serviços especializados pelos produtores oferece atividades que visam agregar valor ao produto final, e muitas vezes representam o fator decisivo de compra do cliente. Os serviços relacionados a esta cadeia, atualmente, apresentam aspectos inovadores que auxiliam os consumidores em um melhor gerenciamento de suas cadeias globais de fornecimento, reduzindo custos, além de melhorar a eficiência e fortalecer relacionamentos com potenciais clientes (USITC, 2013).

A maioria dos serviços envolve um alto grau de técnica, de engenharia e habilidade de design, uma profunda compreensão das especificações exclusivas de determinadas máquinas-ferramentas, além de treinamentos extensivos, bem como o alto desenvolvimento tecnológico e informacional.

Fabricantes de máquinas-ferramentas que priorizam conduzir o negócio incluindo também alto envolvimento por meio de serviços contribuem em certos casos com até metade da receita total da empresa (BCG 2014). Os serviços se constituem como uma extensão do produto comercializado e representam toda a diferença aos olhos do consumidor quando são bem prestados (BCG, 2014).

Os serviços podem incluir uma grande variedade de atividades dentro da cadeia global de valor de maquinas-ferramentas. Incluem, principalmente, serviços de manutenção e reparo, que auxiliam na melhor operação e eficiência geral dos equipamentos, reduzindo problemas operacionais inesperados, melhorando os níveis da eficiência produtiva, além de providenciar um efeito de redução da inatividade e o aumento da vida-útil das máquinas. Os serviços também estão presentes nos elos de armazenamento, transporte e venda, pois também incluem atividades de apoio para que os clientes reduzam o tempo gasto ao longo da cadeia global de suprimento. Dessa

forma, ao longo da CGV, os serviços se apresentam com uma série de fatores que beneficiam tanto os produtores como os consumidores de máquinas-ferramentas.

Por fim, o processo industrial de remanufatura restaura produtos manufaturados em fim de vida e os transforma em produtos renovados. A Remanufatura envolve altos níveis de design, engenharia e habilidade técnica, e sua sofisticação a distingue de remodelação, reconstrução, reciclagem e reutilização.

A Remanufatura é particularmente importante para os fabricantes de qualquer produto que exija um amplo processo industrial. Para os clientes, a compra de um produto recondicionado significa receber um produto usado, porém com novos ajustes, funções e aprimoramentos. O principal ganho com a obtenção de uma máquina-ferramenta remanufaturada reside em adquirir um produto de alta qualidade, com funcionalidade muito parecida com a máquina original, por cerca de metade do custo (BCG 2014).

Ao completar o ciclo de fabricação das máquinas-ferramentas, introduz-se o processo de remanufatura (pode ser considerado como o processo de logística reversa desta cadeia), que assim como o processo de manufatura original, também permite à empresa integrar todos os serviços relacionados à produção ao longo da cadeia. A remanufatura, ainda, permite que a empresa conserve o valor de seus produtos, estabilizando a demanda para substituição de componentes. Produtos remanufaturados são moldados para executar suas funções assim como novos produtos e também são igualmente confiáveis e duráveis.

O processo de remanufatura inicia-se quando as máquinas-ferramentas são inspecionadas, limpas e avaliadas. Em seguida, o material a ser remanufaturado é enviado para uma instalação de recondicionamento onde seus componentes individuais são desmontados, peça por peça. Assim, componentes que ainda possuam certa funcionalidade são restaurados, enquanto os componentes que falharam nas inspeções são reciclados.

A remanufatura consiste na fiscalização de componentes recuperados para determinar se eles se qualificam ou não para o processo. Uma vez que os concessionários tenham aprovado os componentes principais para remanufatura, eles são enviados para instalações especializadas para nova inspeção, onde os

componentes são limpos em um processo de limpeza patenteada. A segunda inspeção, em seguida, realiza-se com base em critérios detalhados para determinar se os componentes podem ser remanufaturados para atender às especificações de design e engenharia originais. As fases posteriores do processo incluem a remontagem, teste de produtos, e preparação para revenda e serviços pós-venda.

A remontagem envolve uma combinação de peças recondicionadas e novas, e inclui atualizações de engenharia. Produtos remontados são então testados para atender às especificações do fabricante. Finalmente, em preparação para revenda, novos números de série (quando aplicáveis, dependendo das especificações técnicas de cada legislação nacional ou regional) são emitidos para os produtos, que assim seguem para serem pintados e preparados para a venda como produtos remanufaturados. A preparação para a fase de revenda também cria valor para remanufatura por meio de inovações, tais como spray de metal, soldagem a laser e outras tecnologias que podem restaurar tolerâncias de produtos, tornando-os idênticos ou mesmo superiores às peças originais.

Além de aumentar o valor e promover redução de custos para os produtos utilizados pelos seus clientes, a remanufatura também tem um impacto ambiental significativo por meio da economia de materiais, energia e a redução dos custos de transporte. Isto pode ser compreendido na medida em que o ciclo de vida do produto é representado dentro de um circuito fechado.

O processo de remanufatura é particularmente relevante para análise da cadeia de valor estudada, não só porque a remanufatura é relativamente um novo modo de produção industrial, mas também porque a maioria dos bens remanufaturados necessitam de serviços, a fim de que o processo de reutilização seja competente (UNCTAD 2013).

Todos os serviços integrais para agregar valor à remanufatura exigem um alto nível de conhecimento técnico e mercadológico, evidenciando a importância que o elo possui na CGV. Estes incluem a aquisição de informações sobre o estado e desempenho dos componentes remanufaturados, bem como o desenvolvimento de adaptações, melhorias, manuais de equipamentos, treinamentos para utilização dos

equipamentos, além do gerenciamento do aproveitamento das maquinasferramentas remanufaturadas.

A manutenção e reparo incluem serviços de apoio desta etapa para que os clientes reduzam o tempo de inatividade e prolonguem ainda mais a vida-útil e a eficiência dos equipamentos, reduzindo problemas operacionais inesperados, melhorando os níveis de serviço. Isso contribui para relações de longo prazo entre a empresa, distribuidores e clientes (BCG 2014). Ao investir em remanufatura, a empresa demonstra uma estratégia de manutenção inovadora que permite, simultaneamente, que a empresa conserve o valor de seus componentes gastos, mantendo a demanda por componentes restaurados e continuando o relacionamento com seus clientes.

A remanufatura e seus serviços relacionados geram importantes benefícios de longo alcance. Estes benefícios estão pautados, por exemplo, na responsabilidade ambiental, incluindo uma redução dos resíduos da produção industrial, redução da demanda por matérias-primas, e criação de um "processo de logística reversa de ciclo fechado", que recupera o fim do ciclo de vida dos produtos e ajuda a empresa a cumprir suas metas de sustentabilidade por meio de estender o tempo em que os recursos naturais, materiais e energia utilizados no processo de produção possam ser aproveitados. Dados da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) mostram que o comércio internacional de produtos usados é bastante significativo no setor de máquinas-ferramentas (OCDE, 2015).

Por fim, Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) e Contexto Institucional são fatores que possuem um impacto direto em todos os níveis da CGV de máquinas-ferramentas. As ações de P&D, como já explicitado ao longo do texto, consolidam-se na cadeia como processos que permitem o constante desenvolvimento de novas tecnologias e dinâmicas que são aplicadas em todos os elos da cadeia, desde a utilização de novos métodos para otimização de processos de manufatura, até mudanças nos processos de design das máquinas e internacionalização das empresas. O Contexto Institucional, por sua vez, representa as instituições nacionais, regionais e internacionais que possuem certo impacto, direto ou indireto na CGV de máquinas-

ferramentas. Estes impactos podem ser positivos e vir através de políticas públicas como incentivos fiscais, ou podem ser negativos do ponto de vista empresarial como restrições de comércio de certos produtos específicos necessários para produção das máquinas (CECIMO, 2011).

#### Etapa 2: Escopo Geográfico

O desenvolvimento do escopo geográfico permite identificar a dispersão das etapas da cadeia de valor sendo analisada em âmbito global. Em outras palavras, verifica-se como as atividades da estrutura input-output, identificadas na etapa anterior, estão dispostas ao redor do mundo, o que permite mapear o nível de fragmentação da cadeia pelos países e regiões do planeta.

Para realização do mapeamento da indústria global de máquinas-ferramentas, levou-se em consideração 74 números no Sistema Harmonizado de Comércio Internacional, que representam 137 NCMs (Nomenclatura Comum do Mercosul) (ABIMAQ, 2016). Tais NCMs correspondem à grande maioria dos produtos comercializados internacionalmente que podem ser classificados como pertencentes à indústria de máquinas-ferramentas. Nesta amostra, considera-se tanto os produtos finais sendo comercializados (máquinas propriamente ditas), assim como os componentes necessários para manufatura de tais máquinas. Baseando-se nesta amostra, o setor de máquinas-ferramentas como um todo movimentou USD 92 bilhões no ano de 2015 em termos de comércio exterior, o que torna esta indústria uma das mais relevantes dentro da indústria de bens de capital (COMTRADE, 2016). A indústria cresceu continuamente entre 2003 e 2008, sofrendo uma queda em 2009, principalmente devido à crise econômica, e voltou a crescer entre os anos de 2010 e 2011, quando novamente pôde se observar queda no consumo nos três dos últimos quatro anos (GARDNER, 2015).

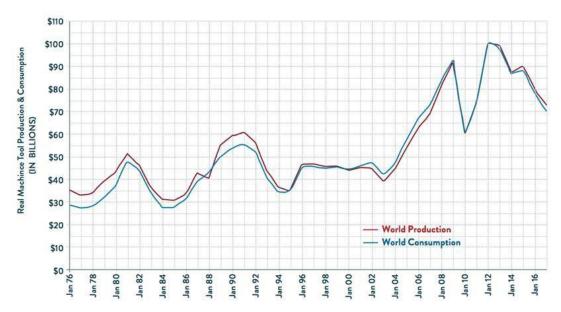


Gráfico 1: Evolução histórica da Produção e Consumo de Máquinas-Ferramentas.

Fonte: Gardner Research, 2015.

No ano de 2015, os três principais países exportadores de máquinas-ferramentas foram Alemanha, com valores de exportação de USD 16,5 bilhões, Japão, com USD 13,8 bilhões, e China com um total de USD 11,1 bilhões exportados. Estados Unidos, Itália, Suíça, Coréia do Sul, Taiwan e Bélgica se mostraram também como outros países com grandes volumes exportados de máquinas-ferramentas, com valores entre USD 2 e 10 bilhões em exportações. Já em termos de importação, os principais compradores internacionais foram os Estados Unidos, com USD 13,4 bilhões, China, USD 13,3 bilhões, e Alemanha, com USD 6,5 bilhões, em quarto lugar, está o México, com um valor importado de máquinas-ferramentas de USD 4,2 bilhões. Outros países que também importaram altos valores de máquinas-ferramentas são França, Reino Unido, Canadá e Tailândia (COMTRADE, 2016).

Dessa forma, pode-se perceber que Alemanha, China, Estados Unidos e Japão se caracterizam como os principais países em termos de comércio internacional na indústria de máquinas-ferramentas, enquanto outros como México, Itália, Coréia do Sul, França e Reino Unido se caracterizam também importantes países que movimentam grandes quantidades de capital nesta indústria. Por fim, em 2015 o

Brasil ocupou a 23ª posição no ranking de maiores produtores de máquinasferramentas, enquanto esteve na 19ª posição em maiores consumidores. O país se consolida como um tradicional e forte produtor e consumidor deste tipo de maquinário, no entanto, devido ao atual cenário econômico-político negativo do país, os volumes movimentados pelo setor estão em decréscimo, com previsões de até 82% de queda em consumo para o ano de 2016 (GARDNER RESEARCH, 2016).

Ao se analisar a dispersão dos elos da cadeia de maneira independente, rapidamente percebe-se que a mensuração da dispersão do primeiro elo da cadeia, Inteligência de Mercado, caracteriza-se como muito abstrata, portanto, torna-se necessário a utilização de uma metodologia distinta das demais nesta etapa que se caracterizam primordialmente pela compilação de dados de produção, consumo e comércio internacional. Não se pode afirmar que um país possua uma forte presença do elo de Inteligência de Mercado simplesmente pelo fato de possuir grandes produtores do setor, ou por movimentar grande parte do mercado internacional do setor de máquinas-ferramentas, principalmente pelo fato de a realização ou não de um processo de Inteligência de Mercado ser de decisão das próprias empresas, se caracterizando como dados internos e de acesso restrito. No entanto, percebe-se que existe grande tendência entre os grandes produtores do setor à realização de estudos e análises sobre o mercado, principalmente pelas entidades de classe responsáveis pela promoção do setor dentro do país, ou outras organizações de cunho internacional voltadas a promoção de estudos da indústria de máquinas-ferramentas. Alemanha, Estados Unidos, China, Japão, Coréia do Sul, Suíça, Rússia e o próprio Brasil são exemplos de países que constantemente produzem estudos públicos sobre o setor de máquinas-ferramentas, com a intenção de que empresas de seus países se utilizem de tais informações para adquirir maior conhecimento e potencialmente desenvolver vantagens competitivas e alavancar seus negócios internacionalmente (CECIMO, 2016). Além disso, são países sede dos maiores eventos mundiais do setor de máquinas-ferramentas, o que indica ainda mais a formação de um ambiente de negócios propício ao desenvolvimento do elo de Inteligência de Mercado dentro do próprio país (MACHINE TOOLS, 2016).

Em termos de Inputs, como já identificado na primeira etapa do presente trabalho, a indústria de máquinas-ferramentas conta com dois grupos de matérias-primas fundamentais para produção, sendo estes os inputs de baixa complexidade e os de alta complexidade. Os inputs de baixa complexidade se caracterizam principalmente como metais e suas diversas variações (aço, ferro, cobre, etc.) e os maiores produtores e exportadores de tais produtos atualmente são países como China, Japão, Coréia do Sul, Estados Unidos e Rússia, tornando-os os mais relevantes na aquisição destes inputs para produção das máquinas (OMC, 2016). Já os inputs de alta complexidade, como drivers, softwares para automação das máquinas e comandos numéricos computadorizados, são importados primordialmente de países que possuem uma indústria desenvolvida de bens de alto valor agregado, como são os casos de países como Alemanha, Estados Unidos, Coréia do Sul e Japão (OMC, 2016).

Em relação aos elos de Transformação e Venda/Distribuição, identificou-se que a produção das máquinas-ferramentas é concentrada em países em que também se observa grande consumo das mesmas. Os maiores produtores com base em suas receitas são as empresas Trumpf (Alemanha), Shenyang Group (China), Amada (Japão), DMTG (China) e Komatsu (Japão). Estes concentram a maior parte das vendas, produção e distribuição do setor (STATISTA, 2014). Além disso, estas empresas trabalham com fornecedores que utilizam inputs e serviços de alta qualidade, preços competitivos, alta flexibilidade e menores tempos de entrega. De acordo com a empresa Trumpf, essas caraterísticas são essenciais para o contínuo desenvolvimento e avanço do setor de máquinas-ferramentas, permitindo que novas tecnologias sejam aplicadas sem grandes burocracias com seus fornecedores, sendo a cooperação entre fornecedor e produtor determinante para o setor (TRUMPF, 2016).

As empresas listadas são dos mesmos países que estão entre os maiores produtores de máquinas-ferramentas, conforme relatório da Gardner:

	Country	2014	2015	% Change
1.	China	24.649,1	22.100,0	-10,3%
2.	Japan	14.857,2	13.489,5	-9,2%
3.	Germany	14.456,7	12.422,0	-14,1%
4.	Italy	5.797,7	5.306,3	-8,5%
5.	South Korea	5.675,4	4.758,0	-16,2%

Tabela 1: Maiores produtores de Máquinas-Ferramentas

Fonte: Gardner Research, 2016

Ainda que a Ásia e Europa contribuíram significantemente ao grande consumo de máquinas-ferramentas entre 2003 e 2008, a Ásia foi a grande responsável pelo acelerado crescimento no consumo entre 2010 e 2011. Esse cenário se deve a fatores demográficos, econômicos e de produção. A população na Ásia permitiu que diversas empresas encontrassem uma fonte de mão-de-obra em abundância, o que levou a uma redução de gastos com produção, trazendo maior lucratividade, o que também fomentou o desenvolvimento da indústria de países asiáticos, aumentando a demanda por máquinas-ferramentas que são destinadas para este tipo de aplicação. Além disso, os débitos gerados pela crise econômica fizeram com que países como os Estados Unidos, Japão e China mudassem suas estratégias de investimento. Isso afetou ainda mais os países asiáticos, uma vez que suas moedas estavam mais desvalorizadas e consequentemente conseguiram que seus produtos chegassem a preços mais competitivos ao consumidor.

Em 2015, o consumo de máquinas-ferramentas mundial foi de USD 79,1 bilhões somando uma queda de 11,8% se comparado ao ano anterior (MODERN MACHINE SHOP, 2016). Neste ano, os maiores consumidores foram a China, Estados Unidos, Alemanha, Japão e Coreia do Sul, conforme a tabela 2.

	Country	2014	2015	% Change	2016*	% Change
1.	China	31.800,0	27.500,0	-13,5%	22.000,0	-25,0%
2.	United States	8.811,1	7.361,0	-16,5%	6.256,9	-17,6%
3.	Germany	7.347,8	6.360,8	-13,4%	6.042,8	-5,3%
4.	Japan	5.307,1	5.804,5	9,4%	5.224,1	-11,1%
5.	South Korea	4.927,8	3.823,0	-22,4%	3.631,9	-5,3%

Tabela 2: Maiores Consumidores de Máquinas-Ferramentas

Fonte: Gardner Research, 2016 \*Valores de 2016 são previsões.

Os produtores de máquinas-ferramentas encontram seus consumidores por meio de seus próprios canais de distribuição ou parcerias com grandes distribuidores em diversas regiões do globo (CECIMO, 2011). Estes podem ser empresas afiliadas para melhor controle, ou distribuidores independentes. Por exemplo, a empresa Okuma, uma das líderes japonesas na produção de máquinas-ferramentas, possui centros de distribuição nas Américas, Europa, África, Ásia e Oceania. Muitos se subdividem para centros em cidades menores, mas o centro oficial é o que mais se destaca na cadeia. A empresa capacita os funcionários destes centros para que possam treinar os consumidores sobre o uso das máquinas, além de funcionarem como assistência técnica e de possíveis reparos (OKUMA, 2016). Outra empresa entre as líderes do setor, a Trumpf, conta com centros de distribuição oficiais e milhares de parceiros espalhados em todas as regiões do globo (TRUMPF, 2016).

Com base nas empresas líderes do setor, pode-se concluir que os maiores centros de distribuição se concentram nos países em que há maior consumo de máquinas-ferramentas, conforme a tabela 3.

Região	2014	
América do Norte	Estados Unidos	
Ásia	China	
Europa	Alemanha e Itália	
América do Sul	Brasil	

Tabela 3: Maiores centros de distribuição por Região.

Fonte: Trumpf; Okuma; Shenyang Group; Amada, DMTG; e Komatsu, 2016.

Para o mapeamento do elo de remanufatura, levou-se em conta os maiores centros das grandes empresas em que este elo está presente. As maiores companhias, tais como a Trumpf e Shenyang, utilizam-se dos seus centros de distribuição para o recolhimento de produtos já utilizados e que uma ou mais peças ainda possam ser aproveitadas. Com isso, as empresas conseguem recolher o produto e substitui-lo por um mais novo ou que atenda as atuais necessidades do consumidor (BLOOMBERG, 2016).

Seus centros funcionam como local de recepção das máquinas-ferramentas utilizadas, onde também são feitas as análises gerais sobre o produto antigo, definição das peças que devem ser substituídas e, dependendo do caso, direcionamento do produto para o consumidor final. Muitas destas máquinas precisam apenas de poucos reparos e adaptações, permitindo que essas sejam feitas no próprio centro de recolhimento (TRUMPF, 2016). Com isso, com base na amostra selecionada, o elo de remanufatura encontra-se nas mesmas regiões onde os maiores centros de distribuição estão presentes, facilitando o processo e diminuindo o tempo em que o produto ficará com a empresa responsável pela remanufatura.

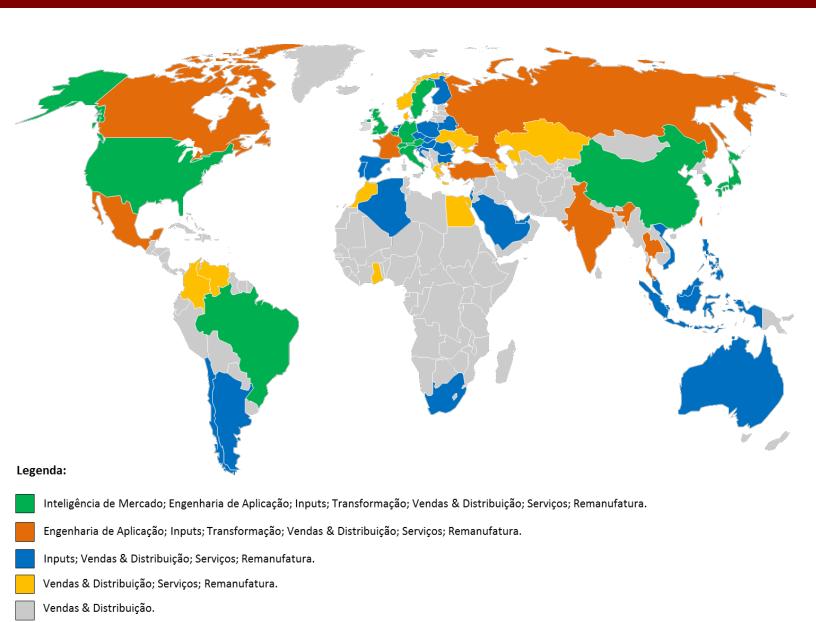


Figura 3: Escopo Geográfico da Cadeia Global de Valor de Máquinas-Ferramentas. Fonte: Elaborado pelos Autores.

#### Etapa 3: Governança

A análise de Governança nas cadeias é uma parte central da metodologia de CGV conforme formulada por Gereffi e Stark. O objetivo dessa análise é compreender a distribuição de poder na cadeia, lançando luz sobre como as grandes empresas se relacionam, trocam informações e distribuem riscos e lucros (GEREFFI & LEE, 2012). Com esta análise, é possível compreender a hierarquia e estrutura de comando dentro da cadeia, e o papel e destaque relegado a cada um dos atores da mesma. Para realização dessa análise, existem três variáveis fundamentais que devem ser levadas em consideração: i) a complexidade das informações trocadas entre os atores da cadeia para realização das transações, ii) a medida em que essas informações podem ser codificadas, ou seja, a habilidade de quem recebe a informação de interpretá-la e aplicá-la de maneira correta, e por fim, iii) a competência dos fornecedores em concretizar as atividades necessárias para cumprimento dos requisitos especificados nas transações realizadas (GEREFFI, HUMPHREY & STURGEON, 2005).

Para a realização da análise de governança na cadeia de Máquinas-ferramentas, buscou-se compreender as relações entre os produtores desse tipo de bem de capital e seus diversos fornecedores. Existem dois principais tipos de insumos nessa cadeia, como descrito anteriormente no presente artigo: insumos de baixa complexidade, como aço, ferro e componentes simples (fios, parafusos e outros mais), e insumos de alta complexidade, notoriamente componentes que integram a máquina e que já possuem substancial valor agregado. Estes últimos são, muitas vezes, considerados estratégicos para garantia da performance do produto final conforme as diretrizes especificadas pelos produtores e/ou consumidores. Tendo em vista sua singular importância, bem como a ampla oferta dos primeiros, o foco da análise foi direcionado à relação entre os **produtores de máquinas-ferramentas e os fornecedores de componentes de alta complexidade/estratégicos**, com quem os produtores devem criar laços de confiança, intensa comunicação, e cooperação para pesquisa e desenvolvimento, estabelecendo parcerias de longo prazo (CECIMO, 2011).

Até muito recentemente, era consenso entre funcionários de expertise técnica e gerencial que todas as atividades do processo produtivo deveriam ser internalizadas para garantir a qualidade do produto final. Hoje, no entanto, passa a se estabelecer o entendimento de que o foco em atividades *core* e terceirização de atividades que gerem menos valor são opções estratégicas a serem adotadas pelas empresas do segmento, visando à otimização do fluxo de caixa, mitigação de riscos e redução de custos, além de maior flexibilidade para ajustes em momentos de desaquecimento da economia. É importante notar que, apesar de a ênfase do processo de terceirização ser em atividades no elo de manufatura, um número crescente de empresas passa a estender esse comportamento aos serviços, estabelecendo laços com parceiros que sejam capazes de prover suporte interno ou aos clientes em diversos elos ao longo da estrutura input-output (CECIMO, 2013).

Observando-se a dinâmica da Cadeia Global de Valor de Máquinas-Ferramentas, a complexidade da informação trocada entre as partes é alta. Isso se dá em função dos requisitos técnicos e utilização de tecnologia de ponta, resultado do intenso investimento em Pesquisa e Desenvolvimento. Ademais, em se tratando do setor de engenharia, toda a troca de informação é feita utilizando-se de especificações técnicas de difícil apreensão àqueles que não disponham da devida formação e/ou capacitação para compreendê-las. A codificação da informação é baixa. Isso se dá em função da complexidade da mesma, uma vez que a principal linguagem utilizada é a matemática/física, necessitando de recursos humanos qualificados para codificar as necessidades, do lado demanda, e compreender as mesmas, na ponta da oferta dos insumos da cadeia. Ademais, devido à crescente tendência de customização das máquinas-ferramentas, visando total adaptação às demandas específicas dos consumidores desse tipo de bem de capital, há grande necessidade de contato próximo entre os fornecedores de componentes de alta complexidade e os produtores de máquinas-ferramentas. Tal fenômeno ocorre pois os produtores necessitam de segurança na parceria, dando grande ênfase às relações de longo prazo e que assegurem a confiabilidade da entrega dos pedidos realizados. Ademais, sobrepõe-se o caráter fundamental da total aderência dos entregáveis aos requisitos técnicos para

viabilização da produção da máquina-ferramenta encomendada, configurando as parcerias como alianças estratégicas e que, caso mal realizadas, constituem grande risco ao sucesso da operação do produtor de máquinas-ferramentas. Por fim, a competência dos fornecedores para cumprir com requisitos específicos, que são estabelecidos para permitir a realização das atividades envolvidas nas transações dentro da cadeia, é muito alta. Tal entendimento advém da necessidade de os *players* demandantes entregarem equipamentos de altíssima qualidade e precisão, requisitos básicos no setor. Para garantir tal entrega, somente parceiros com capacidade comprovada de correspondência às expectativas são selecionados, após intensa análise que leva em conta aspectos tanto técnicos quanto financeiros. Esse processo visa minimizar as chances de estabelecimento de laços com empresas que estão estruturalmente fragilizadas, podendo ter dificuldades para cumprir com os acordos estabelecidos para suprimento das demandas por peças por parte do produtor de máquinas-ferramentas.

Tendo em vista a análise dos aspectos chave nas relações de governança realizada nesta seção do presente trabalho, conclui-se que a dinâmica preponderante na cadeia de Máquinas-Ferramentas é **relacional**. A natureza da parceria, a intensidade dos laços estabelecidos e a intensidade da troca de informações caracterizam diferencial na relação entre os agentes da cadeia de valor estudada. Ademais, tais aspectos fazem com que a governança se diferencie da Modular, em que a relação de engajamento e troca de informações é muitíssimo inferior à observada na cadeia de máquinas-ferramentas.

#### **Etapa 4: Contexto Institucional**

A elaboração do contexto institucional permite a análise das condições e de políticas nacionais e internacionais que determinam e delineiam internacionalização de cada estágio da cadeia. Além disso, o contexto institucional permite a identificação de instituições e organizações que exercem impacto no setor de máquinas-ferramentas em ambos os níveis nacional e regional. Cada país geralmente possui uma instituição governamental que atua como representante da indústria de bens de capital, que produz estudos mercadológicos e defende os interesses das empresas na esfera governamental. No cenário Europeu, existe a CECIMO (European Association of the Machine Tool Industries), organização esta que representa 15 associações nacionais de produtores de máquinas-ferramentas, totalizando aproximadamente 1500 empresas industriais na Europa, sendo 80% constituídas de pequenas e médias empresas (CECIMO, 2016). Já no Brasil, a Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) é a entidade representante do setor brasileiro. Esta organização representa agentes econômicos atuantes em segmentos agrupados em 27 diferentes câmaras setoriais reunidas sob seu guarda-chuva. Outra associação inclui a CTMA, no Canadá, responsável por promover os interesses dos fabricantes de máquinas-ferramentas no país, além de oferecer iniciativas de treinamento, parcerias e desenvolvimento do setor (CTMA, 2016).

Nos Estados Unidos, a *Association For Manufacturing Technology* (AMT) representa e promove as indústrias de manufatura, incluindo a de máquinasferramentas, envolvendo-se continuamente com o governo federal em apoio de políticas públicas que deem suporte as prioridades do setor estabelecidas pela associação. Essas diretrizes incluem o incentivo à pesquisa e desenvolvimento e inovação em produtos e aumentar a competitividade do setor no mundo (AMT, 2016).

Ademais, diversos aspectos em termos de marcos regulatórios e regimentos de comércio exterior também influenciam o setor. Existe uma grande preocupação com o bem-estar e segurança dos trabalhadores das grandes indústrias de produção de máquinas. Na Europa, existem regulamentações muito rígidas nas áreas de saúde,

segurança e meio ambiente, justamente visando garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável em todo o horizonte de grandes produtores de maquinário europeus (CECIMO, 2011). Em termos de comércio exterior, a maior preocupação de empresas europeias se concentra na incerteza da maneira como as regulamentações são aplicadas, e como isso terá um impacto sobre sua competitividade. Existe uma ameaça à produtores europeus da vinda de produtos importados que não respeitam a legislação adequada, podendo resultar em produtos de qualidade duvidosa, porém preço mais competitivo com os seus próprios. Para mediar esta situação, o governo europeu, em parceria com a CECIMO, procura a todo momento novas alternativas para mitigar este problema.

A certificação dos produtos também se faz necessária para diversos mercados. Na China, por exemplo, existe o selo CCC (*China Compulsory Certification*), necessário para uma série de produtos para que possam ser comercializados no mercado chinês. As máquinas-ferramentas entram na lista e, todas as produzidas no país ou importadas, devem obter o selo para que possam ser utilizadas dentro do território (EU SME CENTRE, 2011). Já na Europa, foi criada recentemente a *EcoDesign Directive*, aplicada a todas as máquinas-ferramentas presentes na União Europeia, sejam elas importadas ou não. Todos os produtores devem preencher uma declaração de conformidade, na qual o fabricante assegura e declara que seu produto cumpre os requisitos ecológicos necessários para que sua utilização seja legal. Ao possuir as exigências, todas as máquinas-ferramentas na Europa devem possuir o selo CE, afixado em alguma parte visível do produto. Isso significa que está de acordo com as regras exigidas pela União Europeia (CECIMO, 2016). Nos Estados Unidos, a UL é maior agência reguladora do país, a qual também possui certificações que afetam a indústria. Um deles, a UL 1063, certifica os fios das máquinas-ferramentas, garantindo assim que estes possuam as características necessárias, neste caso, resistência a temperatura e contato com produtos químicos (UL, 2016).

No cenário mundial, a International Organization for Standardization (ISO) conta com diversas certificações acerca da indústria de máquinas-ferramentas referentes a segurança, condições de uso e produção. Ela exerce papel essencial uma

vez que 163 países são membros desta associação, permitindo que tais membros possuam certificações que garantam credibilidade dos processos operacionais dos produtores de máquinas-ferramentas em termos de qualidade, segurança e eficiência de seus processos e produtos (ISO, 2016).

Os incentivos por parte dos governos também auxiliam o desenvolvimento da indústria de máquinas-ferramentas. Os países que estão entre os maiores produtores constantemente desenvolvem certas políticas públicas com objeto de alavancar o setor. Na Itália, o governo recentemente garantiu incentivos fiscais a indústria, o que permitiu que analistas apresentassem uma perspectiva de crescimento de 8% para o consumo interno de máquinas-ferramentas no país (ITALY EUROPE 24, 2016). A China também está oferecendo maiores incentivos a indústria – o catálogo "Made in China 2025", iniciativa que visa melhorar globalmente a presença de diversas indústrias chinesas, selecionou a de máquinas-ferramentas entre as dez áreas estratégicas essenciais que receberão um número maior de incentivos para fomentar o crescimento nos próximos anos (CSIS, 2015).

#### Ambiente Competitivo na Cadeia Global de Valor (CGV)

Tendo em vista o mapeamento realizado ao longo do presente trabalho, a etapa final do mesmo discorrerá sobre o Ambiente e Cenário Competitivo da CGV estudada. Nesse esforço, variáveis macro - e microeconômicas - serão avaliadas, visando elucidar sua representatividade no desempenho dos agentes atuantes na CGV de máquinas-ferramentas. Em seguida, será realizada uma breve análise dos elos passíveis de *upgrading*, com base nas atividades atualmente desempenhadas no Brasil, combinada à proposição de estratégia para internacionalização efetiva de um determinado elo.

Para satisfatório desenvolvimento da cadeia num dado recorte geográfico, aspectos como infraestrutura logística e de telecomunicações são de fundamental importância. Isso se dá em função da necessidade de coordenação entre os produtores e fornecedores, para garantir a entrega de pedidos conforme os termos

acordados nas negociações. A existência de fornecedores domésticos não tem tanto destaque, haja vista a crescente disponibilidade de diversos componentes a preços competitivos no mercado global. No entanto, em função da dispersão geográfica, fatores relacionados ao comércio exterior ganham relevância, incluindo regimes tarifários, acordos de livre-comércio e taxa de câmbio. Ademais, a taxa de juros também representa fator de impacto nos investimentos no setor, devido à necessidade de montantes substanciais para desenvolvimento de plantas de produção e atividades relacionadas à P&D.

Como exposto ao longo do trabalho, a cadeia estudada é extremamente sofisticada, envolvendo trabalho conjunto de recursos humanos altamente especializados tecnicamente. Por esse motivo, o nível de desenvolvimento da rede educacional, com ênfase em ciências exatas e tecnologia, é crucial para o pleno desempenho dos produtores de MF num determinado país. Ademais, o *output* gerado é altamente complexo, resultado de maciços investimentos em P&D, requerendo que a estrutura legal de proteção à propriedade intelectual garanta a segurança dos agentes inovadores dentro da cadeia.

As atividades de P&D passam a ser, crescentemente, resultado da cooperação entre produtores e consumidores, que se aliam na concepção e viabilização de projetos elaborados visando às necessidades específicas dos clientes. Nesse contexto, é clara a tendência de maior demanda por equipamentos customizados, porém indo além do bem de capital, somente. Pouco a pouco se desenha uma nova estrutura de governança, sob o ponto da cadeia de valor do consumidor de máquinas-ferramentas. Esta adquire características marcantes de dinâmica Relacional, em detrimento da Modular, mais alinhada a um momento anterior observado no setor, com grande controle interno, e isolado, dos processos e resultados. Assim, a capacidade de diálogo, compreensão de necessidades e desenho de soluções para toda a cadeia de valor dos clientes passa a ser um determinante de sucesso no segmento, haja vista a dificuldade de competição em preços contra os produtores do continente asiático.

A indústria de máquinas-ferramentas instalada no Brasil desempenha grande parte das atividades de maior geração de valor ao longo da cadeia. O Brasil figura

entre os maiores produtores e consumidores de MF no mundo, figurando entre os top 20 exportadores do planeta nos últimos 5 anos. No entanto, é premente maior intensidade em exportação, haja vista o déficit médio em balança comercial de USD 1,17 bi com base nos resultados de 2011-2014 (GARDNER, 2012;2013;2014;2015). Neste contexto, o elo com maior potencial de internacionalização é o de Distribuição e Vendas, em função da necessidade de investimento inicial substancialmente baixo num momento de crédito a preços crescentes e, entre outros fatores, os benefícios trazidos aos agentes do setor pela mais incisiva penetração em mercados internacionais. Tais benefícios compreendem, majoritariamente, dois fatores: o primeiro é a mitigação do risco econômico, por meio da diversificação da distribuição geográfica da carteira de clientes, reduzindo assim a exposição a bruscas quedas nos pedidos em função de dificuldades econômicas no cenário doméstico; o segundo seria o ganho de competitividade, através da absorção de tecnologia e alinhamento ao estado da arte de tecnologia por meio do estabelecimento de parcerias com fornecedores e, principalmente, clientes para cooperação no desenvolvimento de soluções para suas necessidades específicas.

A proposição do grupo em termos de internacionalização do referido elo consiste na implementação de plano comercial focado no mercado mexicano. O país foi o 70 maior comprador de máquinas-ferramentas do mundo em 2015, tendo importado 99% dos USD 2,2 bilhões consumidos naquele ano (GARDNER, 2016). O volume se justifica pela crescente instalação de plantas produtivas no país, principalmente na indústria automotiva e de aviação (VDW, 2014), setores em que o Brasil tem tradição. Ademais, em função de esforços em conjunto da Abimaq e Apex-Brasil, que criaram o Programa BMS – Brazil Machinery Solutions, visando à promoção das exportações brasileiras de máquinas e equipamentos, ações de Inteligência Comercial com foco em mercados como EUA, Chile, Colômbia, Peru e México já vêm sendo desenvolvida (BRAZIL MACHINERY, 2016). O programa, inclusive, levou 6 empresas brasileiras à TECMA 2015, um dos maiores eventos voltados para tecnologia em máquina-ferramentas no mundo. O México hoje é o segundo maior parceiro comercial em máquinas-ferramentas, com exportações na

ordem de US\$ 29,7 milhões em 2014, representando crescimento de 74% frente ao resultado obtido no ano anterior (BRAZIL MACHINERY, 2015). No entanto, tal montante ainda é ínfimo se comparado ao total importado pelo México, fator que representa grande oportunidade de crescimento para os produtores brasileiros, que dispõem de substancial proximidade cultural, linguística e geográfica, além dos mecanismos citados anteriormente para alavancar o fluxo de exportação ao país.

#### Considerações Analíticas

O presente trabalho mapeou e analisou a Cadeia Global de Valor do setor de máquinas-ferramentas, através de abordagem desenvolvida pelos pesquisadores Gereffi e Fernandez-Stark da Duke University, nos EUA. A metodologia dos autores permitiu investigar as estruturas e dinâmicas da cadeia e dos diferentes atores envolvidos em seu funcionamento, através de quatro componentes analíticas: a Estrutura Input-Output, o Escopo Geográfico, a Governança e o Contexto Institucional, sendo encerrado pela análise do ambiente competitivo da Cadeia Global objeto do estudo.

As máquinas-ferramentas constituem um subsetor da indústria de bens de capital. Enquanto o último se refere às máquinas, instalações, equipamentos e outros componentes utilizados na produção de bens e serviços, as máquinas-ferramentas são equipamentos utilizados na produção de máquinas pesadas, através do corte, dobra e formatação de metais e outros materiais. Tal setor é estratégico pois as máquinas-ferramentas são compreendidas como sendo a espinha dorsal da indústria, uma vez que constroem os demais equipamentos produtivos utilizados na economia real. Por ano, o setor movimenta pouco mais de U\$ 79 bilhões em termos de consumo, sendo grandemente impactado por condições de recessão ou desaceleração econômica.

O mapeamento da estrutura input-output constatou a existência de 7 elos de considerável agregação de valor ao longo da cadeia. Estes abarcam todo o processo produtivo e operacional do setor, bem como diversas atividades-chave que constituem os principais processos existentes em cada etapa. Estes são Inteligência

de Mercado, Engenharia de Aplicação, Inputs, Transformação, Vendas & Distribuição, Serviços pós-venda e Remanufatura. Crescentemente os agentes econômicos da cadeia iniciam o ciclo operacional com atividades de pesquisa de mercado, concorrentes e tendências, para orientar a tomada de decisão dos gestores. Com isso a efetiva inserção mercadológica ocorre através da conceptualização do projeto em contato com clientes no segundo elo. Em seguida a obtenção dos insumos, para ter início as atividades de Transformação. A logística de escoamento da produção e comercialização da mesma constitui o quinto elo, seguido das atividades de suporte no pós-venda, como manutenção e treinamentos. Finalmente, com o descarte do bem de capital, a remanufatura compreende o reparo e adaptação do mesmo para venda no mercado secundário, usualmente em países de menor nível de desenvolvimento econômico.

O escopo geográfico procurou compreender a dispersão global dos elos identificados na estrutura input-output. Observou-se que países como China, Japão, Coréia do Sul, Alemanha, Itália e EUA se consolidam como os maiores produtores e consumidores do setor, enquanto países como Suécia, México, França, Brasil e Reino Unido têm representatividade, porém em menor grau que o grupo anterior. Estes 11 países possuem a cadeia bem estabelecida em seus territórios, sendo bem sucedidos em articular os fluxos de insumos para produzir máquinas-ferramentas de alto valor percebido no mercado global, bem como direcionar o desenvolvimento da cadeia em âmbito internacional.

Em função do relacionamento próximo entre os produtores de máquinasferramentas e alguns fornecedores estratégicos, a governança se assemelha à de natureza Relacional. Os fluxos de informação são intensos e a interação contínua para desenvolvimento de peças e componentes de maior complexidade e sofisticação, diferindo da dinâmica Modular (de internalização de todas as atividades e compra de insumos de menor complexidade de customização), que prevalecia anteriormente no setor.

A indústria é guiada por diversos certificados fornecidos por agências reguladoras majoritariamente privadas, além de ação governamental para fomento do setor através de políticas públicas. Além disso, associações permitem a

organização e representatividade das empresas, trazendo solidez nas relações com stakeholders e sustentando o crescimento das mesmas.

Finalmente, a análise do ambiente competitivo explicitou que o nível de desenvolvimento de infraestrutura física, de telecomunicações e educacional impactam o desenvolvimento do setor, além de aspectos macroeconômicos influenciarem a performance dos agentes produtivos. Como proposta de upgrading, propõe-se a intensificação do processo de inserção comercial no México, mercado de U\$ 2,2 bilhões de dólares em 2015, importando 99% do total consumido. Já está em curso esforço de internacionalização das empresas brasileiras do setor através do programa Brazil Machinery Solutions – BMS, fruto da cooperação entre a Apex-Brasil e a Abimaq. Utilizando-se dessa plataforma como fator de alavancagem da participação de exportadores brasileiros no mercado do país.

#### Referências Bibliográficas

Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX BRASIL). 2015. "Programa BMS leva empresas brasileiras para TECMA 2015". Disponível em: <a href="http://www.apexbrasil.com.br/Noticia/PROGRAMA-BMS-LEVA-EMPRESAS-BRASILEIRAS-PARA-TECMA-2015#">http://www.apexbrasil.com.br/Noticia/PROGRAMA-BMS-LEVA-EMPRESAS-BRASILEIRAS-PARA-TECMA-2015#</a> Acesso em 2 de novembro de 2016.

Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ). 2014. "Propostas de Políticas de Competitividade para a Indústria Brasileira de Bens de Capital Mecânicos". Disponível em:

<a href="http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/propostas-politicas-competitividade.pdf">http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/propostas/propostas-politicas-competitividade.pdf</a> Acesso em 25 de setembro de 2016.

Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ). 2016. **"Clipping e Tendências.** Disponível em: <a href="http://www.abimaq.org.br/site.aspx/Imprensa-Clipping-Tendencias-detalhe?DetalheClipping=1484">http://www.abimaq.org.br/site.aspx/Imprensa-Clipping-Tendencias-detalhe?DetalheClipping=1484</a> Acesso em 25 de outubro de 2016.

BLOOMBERG. Machinery: Company Overview of Shenyang Machine Tool (Group) Co., Ltd. Disponível em:

<a href="http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapid=39950488">http://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapid=39950488</a>> >. Acesso em: 14 de outubro de 2016.

Boston Consulting Group (BCG). 2001. **"E-Services: Redefining the After-Market Opportunity"**. BCG Report on Industrial Products & Processes and Automotive Sector by Tom Erixon and Dan Johnson. Accesso em 7 de setembro de 2016.

Boston Consulting Group (BCG). 2015. **"Battling for Global Leadership in Construction Equipment"**. BCG Perspectives Report on Globalization and Automotive Sector by Nikolaus Lang, Bob Zhai, Brian Collie, and Peter Ullrich. June 24, 2015. Accesso em 16 setembro de 2016.

Brazil Machinery Solutions, The Inventive Global Partner. 2016. "Inteligência de Mercado". Disponível em: <a href="http://www.brazilmachinery.com.br/site.aspx/inteligencia-demercado">http://www.brazilmachinery.com.br/site.aspx/inteligencia-demercado</a> Acesso em 13 de outubro de 2016.

CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES (CSIS). "Made in China 2025". Disponível em: <a href="https://www.csis.org/analysis/made-china-2025">https://www.csis.org/analysis/made-china-2025</a>>. Acesso em: 14 de outubro de 2016.

Endeavor. **"Inteligência de Mercado: Tem oportunidade aí para PMEs".** 2016. Acesso em 29 de setembro de 2016. Disponível em: <a href="https://endeavor.org.br/inteligencia-de-mercado/">https://endeavor.org.br/inteligencia-de-mercado/</a>>.

European Association of the Machine Tool Industries (CECIMO). 2016. "**Drivers of Growth in the European Machine Tool Industry**". 2013. Acesso em 2 de Outubro de 2016.

European Association of the Machine Tool Industries (CECIMO). **Ecodesign Directive – Impact on machine tools**. Disponível em: <a href="https://goo.gl/bEpx28">https://goo.gl/bEpx28</a>. Acesso em: 01 de novembro de 2016

European Association of the Machine Tool Industries (CECIMO). **"Study of Competitiveness of the European Machine Tool Industry".** 2011. Acesso em 1 de setembro de 2016.

EU SME CENTRE. **The machinery sector in China**. Disponível em:

<a href="http://www.ccilc.pt/sites/default/files/machinery sectorreport v3 en.pdf">http://www.ccilc.pt/sites/default/files/machinery sectorreport v3 en.pdf</a>>. Acesso em: 02 de novembro de 2016.

Fuller, K. (2012). **"RIT's Nabil Nasr Touts Remanufacturing in Testimony to U.S. International Trade Commission."** March 5. 2012. Rochester Institute of Technology University News. Acesso em 16 Setembro de 2016.

Gardner Research. **"World Machine Tool Survey".** 2012, 2013, 2014, 2015, 2016. Disponível em: <gardnerweb.com/research>. Acesso em 10 de setembro de 2016.

Gary Gereffi and Joonkoo Lee. 2012. **"Why the World Suddenly Cares About Global Supply Chains"**. Duke University. Volume 48, Number 3. Págs. 24-32.

Gary Gereffi, John Humphrey and Timothy Sturgeon. 2005. **"The Governance of Global Value Chains"**. Review of International Political Economy 12:1. February 2005: 78-104. Acesso em 10 de Setembro de 2016. Disponível em <a href="http://www.fao.org/fileadmin/user upload/fisheries/docs/GVC Governance.pdf">http://www.fao.org/fileadmin/user upload/fisheries/docs/GVC Governance.pdf</a>.

Gary Gereffi & Karina Fernandez-Stark. **"Global Value Chain Analysis: A Primer".** 2011. Center on Globalization, Governance & Competitiveness (CGGC). Duke University, Durham, North Carolina, USA. Disponível em:

<a href="http://www.cggc.duke.edu/pdfs/2011-05-31">http://www.cggc.duke.edu/pdfs/2011-05-31</a> GVC analysis a primer.pdf Acesso em 5 de setembro de 2016.

Germany Trade & Invest. "Industry Overview, the Machinery and Equipment Industry in Germany". 2015/2016 issue. Acesso em 4 de Setembro de 2016.

ITALY EUROPE 24. Machine tools industry sees 8% domestic increase in 2017 from new tax incentive plan. Disponível em: <a href="https://goo.gl/OY5FWa">https://goo.gl/OY5FWa</a>. Acesso em: 02 de novembro de 2016.

International Organization for Standardization (ISO). "ISO/TC 39 – Machine Tools". Disponível em: <a href="http://www.iso.org/.../catalog.../catalogue\_tc\_browse.htm">http://www.iso.org/.../catalog.../catalogue\_tc\_browse.htm</a>. Acesso em 15 de novembro.

MORRIS GROUP. **Precision Machine Tools from Expert Builders**. Disponível em: <a href="http://www.morrisgroupinc.com/home/partners.html">http://www.morrisgroupinc.com/home/partners.html</a>>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.

MODERN MACHINE SHOP. **The 2016 World Machine Tool Survey**. Disponível em: <a href="http://www.mmsonline.com/articles/the-2016-world-machine-tool-survey">http://www.mmsonline.com/articles/the-2016-world-machine-tool-survey</a>>. Acesso em: 02 de outubro de 2016.

Nasr, N. and M. Thurston (2006). "Remanufacturing: A key enabler to sustainable product systems." Rochester Institute of Technology.

OKUMA. **Okuma Overseas**. Disponível em: <a href="http://www.okuma.co.jp/english/service/">http://www.okuma.co.jp/english/service/</a>>. Acesso em: 09 de outubro de 2016.

OMC (Organização Mundial do Comércio) **"World Trade Statistical Review, 2016".** Disponível em:

<a href="https://www.wto.org/english/res-e/statis-e/wts2016-e/wts16">https://www.wto.org/english/res-e/statis-e/wts2016-e/wts16-toc-e.htm</a>>. Acesso em 15 de setembro de 2016.

PR NEWSWIRE. **Global and China CNC Machine Tool Report, 2016-2020**. Disponível em: <a href="https://goo.gl/bT6wKF">https://goo.gl/bT6wKF</a>>. Acesso em: 01 de novembro de 2016.

Tait, K. and Gereffi, G. "Remanufacturing Services in the Construction Machinery Value Chain" 2015. Acesso em 13 de setembro de 2016.

THE ASSOCIATION FOR MANUFACTUING TECHNOLOGY. **About AMT**. Disponível em: <a href="http://www.amtonline.org/AboutAMT/">http://www.amtonline.org/AboutAMT/</a>. Acesso em: 06 de novembro de 2016.

THE CANADIAN TOOLING & MACHINING ASSOCIATION (CTMS). **Welcome to CTMA**. Disponível em: <a href="https://ctma.com">https://ctma.com</a>>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

TRUMPF. TRUMPF Machine Tools. Disponível em:

<a href="http://www.trumpf.com/en/products/machine-tools.html">http://www.trumpf.com/en/products/machine-tools.html</a>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

TRUMPF. **Used machines from TRUMPF – Always a good choice**. Disponível em: <a href="https://goo.gl/3e3Wbg">https://goo.gl/3e3Wbg</a>>. Acesso em: 14 de outubro de 2016.

United States International Trade Commission (USITC). 2013. "The Economic Effects of Significant U.S. Import Restraints; Eigth Update 2013; Special Topic: Services' Contribution to Manufacturing". Investigation No. 332-325. Acesso em 25 de setembro de 2016. Disponível em <a href="https://www.usitc.gov/publications/332/pub4440.pdf">https://www.usitc.gov/publications/332/pub4440.pdf</a>>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Processos produtivos em Engenharia de Produção**. Disponível em: <a href="https://goo.gl/LT0pNv">https://goo.gl/LT0pNv</a>>. Acesso em: 10 de setembro de 2016.

UL. "Standard for Machine-Tool Wires and Cables". Disponível em:

<a href="http://ulstandards.ul.com/standard/?id=1063\_7">http://ulstandards.ul.com/standard/?id=1063\_7</a>. Acesso em: 14 de novembro.

Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW). 2014. "Mexico Needs Machine Tools – German Vendors can Supply them". Disponível em:

<a href="http://www.vdw.de/bin/load file inter.pl?p">http://www.vdw.de/bin/load file inter.pl?p</a> bereich=presse info&p paket id=16&p dok i d=6357&p sprache=e&p typ=att> Acesso em 2 de novembro de 2016.