

# A formação de cadeias produtivas integradas: do potencial APL de ferro-gusa ao APL metal-mecânico de Marabá

*Eduardo José Monteiro da Costa*<sup>1</sup>

*David Ferreira Carvalho*<sup>2</sup>

*André Cutrim Carvalho*<sup>3</sup>

## 1. Introdução

Nos últimos anos é crescente o debate acerca da relação entre a atividade mineral e o desenvolvimento regional. Mais recentemente este debate incluiu em suas análises temas que pertinentes à literatura especializada da área de Planejamento Regional e Urbano e da Economia Industrial, como os Arranjos Produtivos Locais (APL). Neste contexto duas antigas perguntas ganham novo significado. A atividade mineral é um efetivo instrumento de desenvolvimento regional ou é apenas geradora de enclaves? A disponibilidade de recursos naturais em determinada região pode se constituir em vetor de desenvolvimento ou pode levar a região a incorrer no que é usualmente conhecida na literatura como a “maldição dos recursos naturais”?

Esses questionamentos tornam-se relevantes principalmente na análise da trajetória de desenvolvimento passado e na construção de cenários futuros em regiões periféricas como o estado do Pará no qual grande parte do dinamismo de sua economia provém das atividades de extração e transformação mineral. Isoladamente, as indústrias extrativas e de transformação mineral responderam por 86% do total das exportações do estado no ano de 2010, acumulando no ano um montante exportado de US\$ 11,1 bilhões frente a um total de exportações da ordem de US\$ 12,8 bilhões. Do total exportado pelo setor mineral, US\$ 8,5 bilhões foram referentes às exportações da indústria extrativa mineral e US\$ 2,5 bilhões a indústria de transformação mineral. Na indústria extrativa mineral o ferro destaca-se com um volume exportado, no ano de 2010, de 74 milhões de toneladas para 18 países, equivalente a US\$ 6,9 bilhões. Já no setor de transformação mineral o destaque é para alumina calcinada, 4,9 milhões de toneladas e um montante de US\$ 1,3 bilhão. O ferro-gusa ficou em terceira posição com um volume exportado de 1 milhão de toneladas e US\$ 375 milhões arrecadados nas vendas para o Estados Unidos, China, México e Espanha<sup>4</sup>.

Tanto a produção de ferro como a de ferro-gusa se concentram na Região de Carajás, sudoeste do estado do Pará. O Município de Parauapebas destaca-se na produção do ferro, entretanto, o Município de Marabá concentra a produção de ferro-gusa. Neste ponto um questionamento torna-se fundamental para o objetivo deste artigo, que tipo de desenvolvimento as atividades de extração e transformação mineral estão gestando no Município de Marabá? Esta aglomeração de indústrias siderúrgicas está servindo de indutora da economia local e regional? Tal questionamento merece destaque principalmente em função do projeto de construção de uma siderúrgica da Vale, no

---

<sup>1</sup> Doutor em Economia pela Unicamp e professor da UFPA. E-mail: ejmcosta@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Economia pela Unicamp e professor da UFPA. E-mail: david.fcarvalho@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutorando em Economia pela Unicamp e professor da UFOPA. E-mail: andrecc83@gmail.com

<sup>4</sup> Dados extraídos da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Distrito Industrial de Marabá (DIM), a Aços Laminados do Pará (ALPA), como parte integrante de um polo metalomecânico que se cogita instalar na terceira fase do DIM.

Visando contribuir para a resposta destes questionamentos o presente estudo, integrante do projeto de pesquisa “Grandes Minas e APLs”, coordenado pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com apoio do Ministério das Minas e Energia (MME), procura identificar e caracterizar a aglomeração produtiva de ferro-gusa de Marabá e traçar os cenários que se colocam para a implantação de um polo metalomecânico no município. O capítulo está estruturado, além desta introdução, em mais cinco itens: o primeiro apresenta uma breve discussão sobre o tema APL, mineração e desenvolvimento regional; o segundo procura descrever em linhas gerais o aglomerado produtivo de ferro-gusa do município de Marabá; o terceiro analisa aspectos relacionados à formação de cadeias produtivas integradas do setor minero-metalúrgico, dando destaque à transição do potencial APL de ferro-gusa para um APL metalomecânico consolidado em Marabá; e, a última parte, como de praxe, está reservada às considerações finais. Finalmente, o anexo do artigo apresenta uma metodologia estatística comumente utilizada para a identificação de aglomerações produtivas, que foi utilizado para ratificar a existência de um potencial APL de Ferro-Gusa no Município de Marabá.

## 2. APLs, mineração e desenvolvimento regional

Os impactos da atividade mineral no desenvolvimento regional é um tema ainda bastante controverso<sup>5</sup>. De um lado há autores que advogam pela “maldição” dos recursos naturais, alegando que a dotação de riquezas naturais pode condenar determinada região a uma excessiva dependência de um único setor, na medida em que esta riqueza acaba inibindo a diversificação da base econômica regional. Outros advogam que a atividade mineral pode se constituir como elemento propulsor e dinamizador da economia regional na medida em que gera um acúmulo de excedentes econômicos que acabam por transbordarem para outros setores da economia. Há, ainda, os moderados que afirmam que uma economia de base mineira possui problemas e possibilidades, e que a trajetória de desenvolvimento depende de todo um contexto histórico-institucional, portanto, do capital social local e da capacidade de governança das comunidades locais.

É conveniente destacar, entretanto, que grande parte dos estudos que de alguma forma procura entender a relação entre mineração e desenvolvimento está centrado no caso de países monoprodutores de bens minerais, com destaque para o petróleo, ou estudos de casos pontuais de determinadas comunidades mineiras (ENRÍQUEZ, 2008). Conforme destaca a autora: “São escassos os estudos voltados especialmente para conhecer o que ocorre com uma escala não tão ampla como um país, nem tão restrita como uma comunidade, como é o caso dos municípios de base mineira”. Neste sentido, o interesse crescente pelo estudo dos APLs de base mineral, acaba se constituindo como uma fronteira teórica promissora para o entendimento da relação entre a atividade mineral e o desenvolvimento regional.

A literatura especializada tem assistido a um crescente interesse pelas discussões acerca da atividade mineral e os APLs – uma conformação sócio-produtiva territorializada que

---

<sup>5</sup> Para uma análise mais aprofundada desta controvérsia e das diversas correntes analíticas que estudam o tema sugere-se a leitura de Enríquez (2008), uma referência na área.

se constitui na atualidade como um importante instrumento de política pública e de desenvolvimento regional<sup>6</sup>.

No contexto específico dos estudos dos APLs, tem-se relativo consenso de que a fonte de competitividade de uma empresa ou de uma indústria - ou mesmo de uma cidade, região ou país - não é somente competência dos atributos internos das empresas. Dentre as principais fontes de vantagens competitivas no mundo contemporâneo encontram-se o ambiente externo das empresas e a combinação específica dos aspectos de natureza puramente econômicos com aspectos culturais e institucionais. Ou seja, o local no qual a empresa está inserida é fator determinante de seu grau de eficiência e competitividade, e a transformação de ambientes sociais e institucionais pode alterar a geografia e a dinâmica do desenvolvimento. Não por acaso, a literatura alusiva ao desenvolvimento regional vem dando cada vez mais realce às discussões acerca da relação entre espaço, cultura, instituições e desenvolvimento. É, portanto, neste contexto que as discussões sobre os APLs de base mineral precisam ser compreendidas.

A Teoria do Desenvolvimento Regional parte do pressuposto já colocado por François Perroux, nas décadas de 1940 e 1950, de que o crescimento econômico não se manifesta de forma equânime no tempo e no espaço (PERROUX, 1967). Ocorre em pontos ou polos de crescimento, com intensidade variável, difundindo-se por meio de diferentes canais e promovendo multiformes efeitos terminais sobre o conjunto da economia<sup>7</sup>. Neste processo, o autor destacou: o papel desempenhado pelas empresas líderes e as indústrias motrizes<sup>8</sup>, que, ao reunirem atividades complementares num mesmo espaço geográfico propiciam o surgimento de conjunturas cumulativas de ganhos e custos; a facilidade de transporte e comunicação entre as unidades empresariais aglomeradas que provoca um efeito de junção, aumentando, cumulativamente, a oferta e a procura, além de alargar o campo de possibilidades dos produtores locais e de provocar o aparecimento de novas atividades, que se inscrevem em “linhas e colunas” suplementares da matriz insumo-produto; e, os efeitos de intensificação das atividades econômicas, decorrente da proximidade e dos contatos humanos<sup>9</sup>.

Para o autor, o aspecto peculiar ao território nacional deve ser entendido como uma combinação de conjuntos relativamente ativos (indústrias motrizes, polos de indústria e de atividades geograficamente concentradas) e de conjuntos relativamente passivos (indústrias movidas e regiões dependentes dos polos geograficamente concentrados), com os primeiros induzindo nos segundos o fenômeno do crescimento. Assim, o efeito de dominação exercido por determinada unidade não é somente função da sua dimensão ou

---

<sup>6</sup> Para uma análise mais detalhada acerca da relação entre políticas públicas, APL e desenvolvimento regional, sugere-se Costa (2007; 2010).

<sup>7</sup> Para Perroux (1967), o polo de desenvolvimento é uma unidade econômica motriz ou um conjunto formado por várias destas unidades. Uma unidade simples ou complexa, uma empresa, uma indústria, um complexo de indústrias dizem-se motrizes quando exercem efeitos de expansão, por intermédio de preços, fluxos ou informações, sobre outras unidades que com ela estão em relação.

<sup>8</sup> Uma indústria motriz é a que representa características de uma “moderna grande indústria” (divisão do trabalho, concentração do capital, mecanização).

<sup>9</sup> Para Perroux, uma indústria motriz que, ao aumentar a sua produção, gerasse um aumento muito maior nas outras indústrias pertencentes ao sistema econômico, era denominada de indústria-chave, e a combinação desta com as estruturas imperfeitas de mercado e aglomeração espacial poderia dar origem a pólos de crescimento, capazes de modificar de forma considerável a região em que está instalada. Adicionalmente, se um pólo de crescimento fosse suficientemente forte, poderia, inclusive, impactar toda a economia do país onde atuasse, efeito este potencializado pela existência de comunicação entre mais de um pólo de crescimento.

força contratual, mas, também, do seu enquadramento na zona ativa, refletindo a natureza da sua atividade no conjunto. Portanto, as empresas que se enquadram nas zonas ativas formadas pelo conjunto das atividades de investimento acham-se aptas, caso preencham as condições necessárias, a desenvolverem um efeito de dominação por intermédio da força contratual, da dimensão e da natureza da atividade.

Albert Hirschman (HIRSCHMAN, 1958) procurando estudar os determinantes do desenvolvimento regional, recuperou e aprofundou a análise de Perroux. Sua hipótese básica era de que o crescimento apresentava-se de forma descontínua no tempo e no espaço e os desequilíbrios constituíam poderosas engrenagens do desenvolvimento, com cada movimento da economia correspondendo a uma resposta a um desequilíbrio precedente. O desenvolvimento apresentar-se-ia, portanto, como o resultado final de uma série de superações de desequilíbrios ou de avanços desiguais em diferentes setores.

Para respaldar sua hipótese, Hirschman desenvolveu um ferramental analítico instigante. Partiu do pressuposto de que o desenvolvimento ocorre em pontos definidos no espaço geográfico a partir dos quais emanam efeitos diversos e muitas vezes antagônicos para o conjunto da economia. Destacou a ocorrência de efeitos de polarização a partir do polo sobre o restante do espaço geográfico, que através de forças centrípetas capturam os fatores produtivos de outras localidades/regiões, engendrando um caráter puntiforme ao desenvolvimento. De forma contraditória, haveria efeitos de transmissão do desenvolvimento para outras localidades/regiões apoiados na existência de um capital social básico<sup>10</sup>, denominado de efeito fluência, que agiria sob os auspícios das forças centrífugas. Ademais, introduziu os conceitos de efeitos de encadeamentos (a montante e a jusante) expressos nos elos retroativos e prospectivos, que vieram a se tornar a base para os estudos das cadeias produtivas.

Outro autor seminal, Gunnar Myrdal (MYRDAL, 1972), caminhou paralelamente à teoria de Hirschman. Myrdal identificou o princípio da causação circular cumulativa, refutando a tese de que a economia se move espontaneamente entre forças na direção de um estado de equilíbrio. Pelo contrário, as forças do sistema tendem a reforçar o impulso inicial afastando-o de uma possível situação de equilíbrio. Assim, enquanto o processo cumulativo não for controlado, as desigualdades regionais tendem a se alastrar, inclusive pela gestação de “efeitos regressivos” oriundos da região dinâmica sobre a região periférica ao captar desta os seus principais fatores produtivos.

O fato é que o corpo teórico, posteriormente batizado de Economia do Desenvolvimento, desenvolvido por Perroux, Hirschman e Myrdal, constituiu-se em paradigma de referência inclusive para se tentar entender a dinâmica de desenvolvimento regional induzida pelas atividades minerais. Entretanto, em grande parte, este corpo teórico entendia a região como sendo algo inerte, um mero receptáculo, uma estrutura desprovida de sujeito. Na atualidade este quadro se inverte. O conceito de região é substituído pelo de território (uma construção sociopolítica) e, o território, antes de qualquer coisa, importa.

De fato, nas duas últimas décadas houve um câmbio significativo na forma de se entender e fazer prescrições a cerca da análise regional e, para compreender isto, é fundamental entender a relação entre cultura, instituições e desenvolvimento.

---

<sup>10</sup> Não se deve confundir o conceito de capital social básico de Hirschman, que dizia respeito à infraestrutura econômica, com a concepção atual de capital social *a la* Putnan ou Fukuyama.

A cultura pode ser definida em termos puramente subjetivos como: valores, atitudes, crenças, orientações e pressupostos subjacentes que predominam entre os membros de uma sociedade e que orientam as suas ações (HUNTINGTON, 2004; LANDES, 2004). Dento da cultura de uma forma geral existe ainda aquilo que Michel Porter chama de “cultura econômica”. Para Porter a cultura econômica “é definida como as crenças, as atitudes e os valores que são relevantes para as atividades econômicas de indivíduos, organizações e outras instituições” (PORTER, 2004, p.53). Em sua essência a argumentação de Porter indica que atitudes, valores e crenças explicam em certa medida as notáveis diferenças de prosperidade econômica entre estados e regiões.

Os aspectos culturais acabam dando conformação às diversas instituições da sociedade, entendidas estas no contexto contemporâneo como um conjunto de normas ou regras, formais ou informais, que governam as interações sociais. A partir desta constatação, o amálgama teórico atual do desenvolvimento dá um destaque para o papel das instituições no que se refere à existência ou não de um ambiente adequado ao processo de desenvolvimento.

Este amálgama diz que a mediação entre instituições e desenvolvimento é feita pelos custos de transação e de acesso às informações, conceitos difundidos pelo institucionalismo contemporâneo que parte do pressuposto de que operações como comprar, vender, estabelecer contratos e exigir o seu cumprimento – ou seja, as transações de que depende a vida material da sociedade – são fundamentais na determinação dos custos de funcionamento de um sistema econômico. Desta forma, para a diminuição destes custos sociais as condutas dos agentes têm de ser estabilizadas e minimamente previsíveis. Para isto, as instituições têm o seu papel realçado na medida em que cumprem a função de reduzir os riscos e as incertezas, incentivando ações humanas coordenadas e adequadas.

Ademais, é o ambiente institucional que molda as diversas organizações que conformam determinada sociedade, estando inclusas nestas organizações as empresas, que serão, conseqüentemente, eficientes ou ineficientes, competitivas ou não, dependendo diretamente do ambiente institucional de seu entorno (STORPER, 1999, p.60).

As relações entre estes três elementos – cultura, instituições e desenvolvimento – acabam culminando no moderno conceito de capital social, muito utilizado para explicar a virtuosidade de determinadas localidades ou regiões<sup>11</sup>. O capital social diz respeito a características da organização social, como confiança, normas e sistemas, que contribuem para aumentar a eficiência da sociedade, facilitando as ações coordenadas<sup>12</sup>. O capital social facilita a cooperação espontânea na medida em que se os agentes esperam que os outros se comportem confiável e honestamente, os membros do grupo acabarão confiando uns nos outros. A confiança age como lubrificante, levando qualquer grupo ou organização a funcionar com mais eficiência.

A noção que está por trás deste conceito é a de que a cooperação voluntária é mais fácil numa comunidade que tenha herdado um bom estoque de capital social sob a forma de regras de reciprocidade e sistemas de participação cívica. Assim, localidades e regiões que têm uma maior cultura associativa, expressa em uma “comunidade cívica”,

---

<sup>11</sup> Vale reforçar que não se deve confundir o conceito atual de capital social com o conceito de capital social básico utilizado pelos teóricos da Economia do Desenvolvimento, fundamentalmente Albert Hirschman, para designar o conjunto de infraestrutura econômica necessária para o processo de desenvolvimento.

<sup>12</sup> Para maiores detalhes sobre o conceito de capital social sugere-se: Fukuyama (2004), Putnam (1999) e Amaral Filho (2002).

desenvolvem-se mais rapidamente. No seio destas relações cívicas um volume grande de informações flui nas relações sociais, muitas vezes com um alto nível de credibilidade, o que faz com elas sejam informações altamente eficientes. Por outro lado também são geradas teias de relações pessoais que fomentam a credibilidade entre os agentes. Essas teias acabam sendo funcionais na redução dos ditos custos de transação e de acesso às informações na economia e, por conseguinte, acabam contribuindo para aumentar o poder de competitividade e acelerar o desenvolvimento econômico.

O capital social é, portanto, um fator intangível por natureza que só se desenvolve por intermédio de sua própria utilização. É, ademais, um bem público na medida em que acaba gerando externalidades positivas para o conjunto da comunidade ou dos agentes, sendo um dos alicerces para o desenvolvimento da capacidade de governança de determinada localidade ou região. No fundo, como salienta Michael Storper, as economias regionais só podem ser compreendidas na atualidade como um conjunto de ativos relacionais (STORPER, 1999).

Resumindo: esta discussão acerca da relação entre cultura, instituições e desenvolvimento, dentro dos epígonos do desenvolvimento endógeno, mostrou que a cultura está na base das instituições e que as mesmas determinam os custos de transação e de acesso às informações de uma economia, portanto, a existência ou não de um ambiente adequado ao desenvolvimento. A relação destes três elementos acaba culminando no conceito de capital social, que é um dos fatores que vai determinar a capacidade de governança de uma localidade ou região. Finalmente, esta cadeia de relações culmina no conceito de externalidades aglomerativas incidentais, que são as externalidades aglomerativas conscientemente construídas a partir de uma capacidade de governança de determinada localidade ou região.

Em função disso, o conceito de região – entendida como um espaço homogêneo, identificado por aspectos físicos, econômicos, culturais e de ocupação, com uma rede urbana específica – é atualmente substituído pelo de território, entendido como um espaço construído social e historicamente por meio da cultura, das instituições e da política. O território, seja este uma cidade ou uma região, é, assim, um emaranhado de interesses de uma comunidade, possuindo uma identidade própria.

Conforme Costa (2003; 2007; 2010), é dentro deste contexto que no Brasil, em que pese à diversificação conceitual, morfológica ou de nomenclatura das diversas experiências, passou-se, a partir do final da década de 1990, a utilizar com cada vez mais frequência o termo APL como sendo um espaço social, econômico e historicamente construído através de uma aglomeração de empresas (ou produtores) similares e/ou fortemente inter-relacionados<sup>13</sup>, ou interdependentes, que interagem numa escala espacial local definida e

---

<sup>13</sup> Para Mytelka e Farinelli (2000) e Lins (2000) *apud Crocco et alli.* (2001) as inter-relações entre os agentes podem ser: (i) verticais, para frente ou para trás, causando uma diminuição nos custos de acesso à informação e comunicação, ou aos riscos associados à introdução de novos produtos, bem como ao tempo de transição e o mercado; (ii) horizontais, como *marketing* conjunto, consórcios de compra de insumos, uso comum de equipamentos especializados, que levam à redução dos custos de transação, além de proporcionar maior e melhor acesso a novos mercados e à aceleração da introdução de inovações; (iii) relações de localização geradoras de externalidades positivas, tais como disponibilidade de mão-de-obra especializada, de infraestrutura comum, de um ambiente de negócios (ou atmosfera industrial) que proporcione a troca de informações e a criação conjunta de convenções que levem a um sistema comum de aprendizado e conduta inovativa; (iv) por fim, vínculos multilaterais que envolvem os produtores locais, combinando associações empresariais e poder público local, configurando uma aliança público-privada, fundamental à transformação destes arranjos em estruturas produtivas mais amplas e competitivas tanto em nível local como regional e nacional.

limitada através de fluxos de bens e serviços. Para isto, desenvolvem suas atividades de forma articulada por uma lógica socioeconômica comum que aproveita as economias externas, o binômio cooperação-competição, a identidade sociocultural do local, a confiança mútua entre os agentes do aglomerado, as organizações ativas de apoio para a prestação de serviços, os fatores locais favoráveis (recursos naturais, recursos humanos, cultura, sistemas cognitivos, logística, infraestrutura, etc.), o capital social e a capacidade de governança da comunidade.

Este conceito aproxima fortemente a visão de uma aglomeração produtiva ao conceito de território, como um espaço resultante de uma construção sociopolítica, na qual há projetos discordantes, mas sinalizando pela necessidade de se construir as bases de um efetivo pacto territorial em prol do desenvolvimento da localidade e da região, sobrepujando interesses deletérios e endogeneizando centros decisórios. Ou seja, uma das principais vantagens do foco em APL está no fato de ser uma abordagem que vai além das tradicionais visões baseadas na empresa individual, no setor produtivo ou na cadeia produtiva, estabelecendo umnexo efetivo entre as atividades produtivas e o território.

De forma mais genérica, um APL pode ser entendido como um grupo de agentes “orquestrados” por um grau de institucionalização explícito ou implícito ao aglomerado que busca como finalidade harmonia, interação e cooperação, não esquecendo que estes elementos ocorrem num ambiente competitivo, no qual há sujeitos com distintos graus de poder e com projetos territoriais diversos e muitas vezes antagônicos. Além disso, sem correr o risco de redundância, é de bom alvitre destacar que o termo se refere à concentração de quaisquer atividades similares ou interdependentes no espaço, não importando o tamanho das empresas nem a natureza da atividade econômica desenvolvida, podendo esta pertencer ao setor primário, secundário ou até mesmo terciário, variando desde estruturas artesanais com pequeno dinamismo, até arranjos que comportem grande divisão do trabalho entre as empresas e produtos com elevado conteúdo tecnológico. Como resultado desta conformação socioeconômica e geográfica assiste-se ao aumento da capacidade competitiva das empresas através da “eficiência coletiva” e, conseqüentemente, do setor, da cadeia produtiva e da região<sup>14</sup>.

Dentro do aglomerado, a divisão do trabalho entre as empresas permite que o processo produtivo ganhe flexibilidade e eficiência, já que as empresas são obrigadas a desenvolverem competências específicas. A concentração de produtores especializados estimula o desdobramento da cadeia produtiva a montante, principalmente pelo surgimento de fornecedores de matérias-primas, máquinas e equipamentos, peças de reposição e assistência técnica, além de serviços especializados (técnicos, administrativas, financeiros e contábeis). Este mesmo fator estimula, por outro lado, o desenvolvimento da cadeia produtiva a jusante, através da atração de empresas especializadas nos elos prospectivos e do surgimento de agentes comerciais que levam os produtos para mercados distantes. Ademais, a alta concentração de uma mesma atividade no espaço permite a formação de um contingente de mão-de-obra altamente especializado e concentrado.

A proximidade física entre os agentes permite que os laços de confiança e de cooperação se estreitem. Desta maneira, abrem-se espaços para a criação de parcerias entre as empresas por meio de associações e consórcios. Estas, ao compartilharem da qualificação

---

<sup>14</sup> É importante ter em mente que um APL pode englobar uma cadeia produtiva estruturada localmente ou concentrar-se em um ou alguns elos de uma cadeia produtiva de maior abrangência espacial (regional, nacional ou mesmo internacional).

de mão-de-obra, da compra de matérias-primas, máquinas e equipamentos, serviços especializados de logística, etc., estão obtendo acesso a competências que individualmente não alcançariam e que lhes proporcionam eficiência, diferenciação, qualidade, competitividade e lucratividade.

A “fertilização cruzada” entre os agentes é estimulada em decorrência: de menores custos de transação e de difusão de informações, devido ao contato direto e freqüente entre os agentes; da intensificação do processo de inovação tecnológica vinculada tanto ao adensamento quanto aos desdobramentos da cadeia; das externalidades positivas que reforçam a competitividade da indústria local, especialmente no caso de pequenas empresas, e que desencadeiam um círculo virtuoso de investimento e crescimento; do clima de competição e cooperação que eventualmente geram sinergias e se constituem num poderoso fator de inovação, crescimento e expansão da atividade local; e, finalmente, da geração de vantagens competitivas dinâmicas em virtude de envolverem inovações tecnológicas de produto e de processo, além de mudanças na própria estrutura da oferta, permitindo que o crescimento do arranjo seja em grande medida endogenamente determinado.

*Pari passu* a estes fatores, outros benefícios são captados pelos agentes participantes dos arranjos<sup>15</sup>. As pequenas empresas necessitam de menores doses de habilidades e talentos por parte dos empresários individuais (SCHMITZ e NAVID, 1999), posto, possibilitarem uma maior agregação de valor aos produtos, obterem maior acessibilidade a créditos, reduzirem o risco e a incerteza<sup>16</sup>, e se beneficiarem do surgimento de marcas locais causadoras de uma diferenciação relativa dos produtos no mercado quase sempre vinculadas à qualidade. As empresas “âncora” ganham com a racionalização das atividades, redução dos custos, aproveitamento de especialidades externas, garantia de insumos adequados e implementação de técnicas mais modernas e eficientes nos fornecedores. As universidades, as instituições de pesquisa e técnicas ganham com a geração de novas receitas, no fortalecimento das instituições, na aplicação (incorporação) de pesquisas e projetos acadêmicos, no direcionamento de seus cursos para as necessidades das empresas e do mercado, e na maior integração com a comunidade empresarial. A comunidade local ganha com o aumento da oferta e da qualidade do emprego, com o treinamento da mão-de-obra para funções técnicas, na melhoria do processo educacional, na melhoria do nível salarial, na atração de capital humano qualificado para a região e na melhoria da infraestrutura regional e urbana. Por fim, o Estado também ganha com a promoção do desenvolvimento econômico local e regional, com o aumento da receita com exportações, com o incremento da receita tributária e com o estreitamento de canais diretos com os agentes empresariais e com a comunidade local.

Neste sentido o APL de base mineral pode se constituir em efetivo instrumento de desenvolvimento regional, na medida em que pode, valendo-se da rigidez localizacional da atividade mineral, contribuir decisivamente para a consolidação de uma agenda positiva da mineração assentada em: construção de uma infraestrutura econômica que dê suporte ao desenvolvimento das outras atividades econômicas da região; contribuição

---

<sup>15</sup> Entre os agentes participantes dos APLs pode-se arrolar: as empresas produtoras; as empresas fornecedoras de insumos; as empresas prestadoras de serviços; as associações de classe, tanto trabalhista, quanto patronal; as associações comerciais; as instituições de suporte; as instituições de serviços; as instituições de ensino e pesquisa; as instituições de fomento; as instituições financeiras; e o Estado nos três níveis de governo.

<sup>16</sup> De acordo com Schmitz (1997), o sucesso de um APL não se caracteriza por ser um estado, mas um processo de enfrentar crises e obter vantagens competitivas.



para maior internalização da renda gerada; utilização do excedente para a diversificação da base produtiva regional e verticalização da produção mineral; e, diminuição gradual, contínua e sustentada da dependência da economia regional do desempenho da atividade mineral.

### 3. O potencial APL de ferro-gusa em Marabá

O município de Marabá, que dista 440 km de Belém, capital do estado do Pará, destaca-se por ser a cidade polo da Região de Carajás. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no censo 2010, o município conta com uma população de 233.669 habitantes, uma área de 15.092 km<sup>2</sup> e uma densidade de demográfica de 15,5 hab./km<sup>2</sup>, sendo que 80% de sua população residem na área urbana e apenas 20% na área rural.

Indicadores econômicos do município apontam que a População Economicamente Ativa (PEA) do município no ano de 2000 era de 67.776 habitantes. Em 2009, conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (SECEX/MDIC), a Balança Comercial do município foi extremamente superavitária, o total da exportação foi de R\$ 479 milhões contra um total de importações de R\$ 41 milhões. Já, segundo dados do IBGE para o ano de 2007, o Valor Adicionado Bruto da Agropecuária no município foi de R\$ 71 milhões, o Valor Adicionado Bruto da Indústria foi de R\$ 1 bilhão e o Valor Adicionado Bruto dos Serviços foi de R\$ 1,6 bilhão. Enquanto o PIB a preços correntes do estado do Pará, em 2007, foi de R\$ 49,5 bilhões o PIB municipal foi de R\$ 3,1 bilhões e a Renda *per capita* do município ficou em R\$ 15.857,00.

Não resta dúvida de que a dinâmica econômica do município de Marabá está diretamente relacionada aos impactos da atividade mineral na região<sup>17</sup>, principalmente a partir das décadas de 1970 e 1980 com a exploração de ouro de Serra Pelada e a instalação de projetos integrantes do Programa Grande Carajás (PGC), em especial dos projetos Ferro Carajás (Serra de Carajás), a Hidrelétrica de Tucuruí no Rio Tocantins, a jusante de Marabá, e a Estrada de Ferro de Carajás (EFC)<sup>18</sup>.

Grande parte do dinamismo econômico do município decorre do Distrito Industrial de Marabá (DIM) e da atividade de siderurgia, em especial, da produção de ferro-gusa, indústria base do complexo<sup>19</sup> metalomecânico que compreende uma grande variedade de atividades relacionadas à transformação dos metais<sup>20</sup>.

Conforme SEDECT (2009), a Companhia de Desenvolvimento Industrial do Pará (CDI/PA) instalou o DIM no final da década de 1980, numa área de 1,7 mil hectares, com o objetivo

---

<sup>17</sup> Atualmente, Marabá destaca-se pela extração do manganês, ferro, cassiterita, ouro e cobre. O município também detém reservas de minerais não metálicos, como seixo, areia, argila e quartzo, além de pedras semipreciosas, entre as quais a ametista.

<sup>18</sup> Para uma melhor avaliação do impacto demográfico no município, em 1970 a cidade de Marabá possuía em torno de 30 mil habitantes, passando para 60 mil em 1981, 123 mil em 1991, 173 mil em 2001 e mais de 205 mil em 2007.

<sup>19</sup> Conforme Alberton e Bêni (2009, p. 85): “Complexo industrial é um conjunto de setores que desenvolvem relações de compra e venda de insumos com um eixo central constituído por outros setores que guardam entre si acentuada semelhança na utilização de processos produtivos ou na natureza e possibilidades de utilização do produto final”.

<sup>20</sup> A respeito do complexo metalomecânico ver: Alberton e Bêni (2009); Araújo (2009); Rosenthal (1999); Coutinho e Ferraz (1994).

de viabilizar a instalação de um polo siderúrgico visando o minério de ferro de Carajás explorado pela Vale. Desta forma, o aglomerado produtivo de ferro-gusa de Marabá foi implantado gradativamente aproveitando as vantagens locais do município, proximidade da mina de ferro em Parauapebas, existência da EFC para escoamento da produção e ampla disponibilidade na região de carvão vegetal, principal insumo energético para a produção de ferro-gusa. Ademais, de acordo com Santos (2011), visando atrair empresas para o segmento foram concedidas isenções de IPI, Importo de Renda e utilizados benefícios fiscais do FINAM.

Os dois primeiros empreendimentos a entrarem em operação no DIM, ainda no final dos anos 1980, foram a Companhia Siderúrgica do Pará (COSIPAR), no ano de 1988, e a Siderúrgica Marabá S/A (SIMARA), no ano de 1989. Posteriormente, instalaram-se no DIM as siderúrgicas Terra Norte Metais Ltda., a Usimar Ltda., a Ibérica do Pará S/A, a Ferro-Gusa Carajás (FGC) e a Siderúrgica do Pará S/A (SIDEPAR). Atualmente, o DIM abriga 11 empreendimentos siderúrgicos (Tabela 1) que produziram, em 2008, cerca de 3,2 milhões de toneladas de ferro-gusa em seus 23 fornos e que geraram 4.485 empregos diretos.

A importância do aglomerado para a economia do município é ratificada pela SEDECT (2009) ao afirmar que, apesar de Marabá contar com mais de 200 indústrias, a produção do ferro-gusa configura-se como a atividade econômica mais importante do município.

Tabela 1: Siderúrgicas instaladas no distrito industrial de Marabá - 2008

Empresa	Número de fornos	Produção mensal (ton.)	Produção anual (ton.)	Empregos diretos
Cosipar	5	46.560	558.720	760
Simara	2	18.000	216.000	480
Usimar	3	28.000	336.000	490
Ibérica	3	42.000	504.000	450
Terranorte	2	11.000	132.000	260
Sidepar	3	54.000	648.000	530
Sidenorte	1	13.000	156.000	290
Ferro Gusa - Carajás	2	30.000	360.000	360
Da Terra (Grupo Revemar)	2	15.000	180.000	380
Maragusa (Grupo Leolar)	1	15.000	180.000	350
Fermar (Ferro-Ligas)	1	1.333	16.000	135
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>273.893</b>	<b>3.286.720</b>	<b>4.485</b>

Fonte: Companhia de Desenvolvimento Industrial do Pará - CDI/PA.

No ano de 2005 o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), por meio do então instituído Grupo de Trabalho Permanente para Arranjos Produtivos Locais (GTP-APL), tentando verificar a real dimensão da problemática dos APLs no país realizou um levantamento considerado um dos mais completos existentes, a partir de informações secundárias obtidas em diversas instituições<sup>21</sup>. Este levantamento identificou 958 APLs no Brasil, possibilitando a construção de uma base de dados,

<sup>21</sup> Fonte: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sdp/proAcao/arrProLocais/levantamento.php>>. Pesquisa realizada em 10.01.2007.

Sistema de Informações para APLs, que está disponível para acesso no sítio do MDIC<sup>22</sup>, e que aponta a existência de 33 APLs do setor metalomecânico no país, estando dentre eles o APL Metal-Mecânico de Marabá, certamente em função da concentração de guseiras no DIM (Costa, 2007; 2010).

Em que pese isto, a aglomeração produtiva de ferro-gusa do Município de Marabá não pode ser considerada como um APL consolidado em função da inexistência de mecanismo de coordenação das ações dos produtores, seja este explícito ou implícito. Não havendo, pois, uma institucionalidade capaz de reger as ações dos agentes pertencentes ao aglomerado, e nem sequer elementos que apontem para uma pré-disposição por parte das empresas para realizarem ações conjuntas, o mesmo somente pode ser caracterizado apenas como um potencial APL.

Adicionalmente, três elementos apresentam-se como sendo fundamentais na caracterização do potencial APL de Ferro-Gusa de Marabá: a crise financeira mundial, a questão do carvão vegetal e os indicadores sociais do município.

### 3.1. O problema do carvão vegetal

Além do ferro, que é a principal matéria-prima do ferro-gusa, outro insumo importante é o coque, isto é, o carvão mineral. As guseiras de Marabá usam o carvão vegetal como matéria-secundária à fabricação do ferro-gusa. Esse insumo exerce, entretanto, uma dupla função nas fábricas guseiras. Como combustível, aquece os altos-fornos das siderúrgicas onde o minério de ferro é fundido. Mas, além disso, durante o processo de fusão, é um dos reagentes que extrai o metal ferro (Fe) do minério hematita ( $Fe_2O_3$ ). O ferro-gusa é o produto final desse processo, e a principal matéria-prima para a fabricação do aço. Todavia, ainda hoje grande parte do carvão vegetal vem das florestas nativas.

Em parte por não dispor de reservas qualificadas fornecedoras de carvão mineral para atender a demanda e em parte pela cultura de consumo de áreas florestais, as guseiras de Marabá ainda usam largamente o carvão vegetal. Para o suprimento da demanda das guseiras foram construídos fornos de carvão rústicos, conhecidos como “rabo quente”, nas regiões da fronteira da frente de expansão mineral do Pará. Desmatamento, trabalho escravo e infantil e conflitos sociais causados pelas carvoarias artesanais são alguns dos problemas ligados à produção de carvão vegetal para as indústrias guseiras.

A continuação da utilização do carvão vegetal pelas indústrias siderúrgicas de Marabá implica que todas terão de se sujeitar às exigências da legislação ambiental, e isso requer mecanismos crescentemente mais rigorosos de controle e monitoramento da floresta que serve como fonte da extração da madeira, matéria-prima para a produção de carvão vegetal. Convém repisar que, em muitos casos, as condições de trabalho nas carvoarias são desumanas e os acidentes do trabalho causados por farpas de madeira, esforço muscular excessivo, muita fumaça, calor e fuligem são responsáveis por sérios problemas de saúde. Não raro ocorrem situações ainda mais graves como trabalho escravo, extensão da jornada de trabalho, alimentação inadequada, alojamentos insalubres, falta de carteira assinada, retenção de salários e a peonagem por dívidas na qual o trabalhador é forçado a trabalhar até pagar os seus débitos de alimentação, transporte e outros alegados pelas figuras dos “gatos” (intermediários responsáveis pela arrematação e transporte dos peões até as carvoarias).

---

<sup>22</sup> Ver: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sdp/proAcao/arrProLocais/arrProLocais.php>>. Acesso realizado em 18.06.2007.

Essas ilegalidades causadas pelas carvoarias acabam por respingar nas empresas guseiras uma vez que a legislação ambiental exige que os usuários dos produtos florestais comprovem a origem dos insumos e matérias-primas que consomem.

No caso das guseiras de Marabá, algumas iniciativas importantes vêm sendo tomadas no sentido do manejo florestal dirigido à extração de madeira para produção de carvão vegetal, bem como o plantio de eucaliptos para servir como fonte fornecedora da madeira para a produção do carvão vegetal. No estado do Pará, segundo as estimativas oficiais do Governo do Estado, em 2007 havia aproximadamente 25 mil carvoarias. Ademais, é prática comum na região os fazendeiros permitirem a instalação de fornos “rabos quentes” em suas propriedades, em troca de receberem a área desmatada para a formação de pastagem. Também é frequente o uso das sobras das madeiras das serrarias para queimar no carvoejamento para fazer o carvão vegetal.

É provável que esta situação venha mudar no futuro próximo em consequência da formação de florestas homogêneas de eucaliptos no município de Marabá por conta das empresas guseiras e pela importação do carvão mineral (coque) da Colômbia pela Vale, o que deverá abrir espaço à importação de coque por outras empresas guseiras e pelo complexo industrial-siderúrgico da Vale: a ALPA – Aços Laminados do Pará. De acordo como as informações obtidas junto ao Sindicato das Guseiras de Marabá (Sindiferpa) o setor siderúrgico da região está empenhado em aumentar de 60 mil hectares para 270 mil hectares a área de florestas plantadas com eucalipto para dar sustentabilidade à atividade guseira de Marabá, mesmo considerando os problemas ligados à questão fundiária e à reserva legal.

### **3.2. Crise financeira mundial e a paralisação das indústrias guseiras**

A crise subprime que começou no setor imobiliário dos EUA no 2º semestre de 2008 se propagou rapidamente para o setor produtivo da economia norte-americana e depois acabou difundida para o resto do mundo. No Brasil, apesar das políticas fiscais e monetárias que impediram uma contaminação mais virulenta, o setor exportador de *commodities* foi severamente afetado.

Neste contexto a indústria guseira de Marabá foi bastante afetada. Para se ter uma ideia, das 11 indústrias guseiras do distrito industrial de Marabá duas (Sidenorte e Usimar) interromperam imediatamente suas atividades após o início da crise. Ambas deram férias coletivas aos seus empregados num total superior a 700 trabalhadores. Basta esse fato para mostrar que a indústria produtora de ferro-gusa foi a primeira a sentir o efeito de crise financeira internacional.

O preço do ferro-gusa caiu de US\$ 600,00 / ton. (no segundo semestre de 2008) para US\$ 280,00 / ton. em janeiro de 2009 e alcançou o seu nível mais baixo de US\$ 130,00 / ton. no segundo semestre de 2010. Enquanto isso, o preço do minério de ferro, matéria-prima das indústrias guseiras, subiu para US\$ 108,00 / ton. Para que a situação das guseiras melhorasse, o ideal seria que o preço do minério de ferro do principal fornecedor (a Vale) ficasse em torno de US\$ 36,00 / ton. Para se entender melhor essa relação inversa é preciso lembrar que quando o preço do ferro-gusa era comercializado a US\$ 280,00 / ton., o preço do minério de ferro granulado custava US\$ 37,00 / ton. Ocorre que o preço do ferro-gusa chegou a atingir o patamar de US\$ 600,00 / ton. (em 2008) e, no mesmo período, o preço do minério de ferro era vendido as guseiras pelo preço de US\$ 108,00 / ton. Com a crise, o preço do minério de ferro continuou subindo devido o aumento das exportações, sobretudo para a China, enquanto o preço do ferro-gusa despencou para US\$

130,00 / ton. O efeito dessa queda de preço levou ao fechamento da grande maioria das empresas do distrito industrial de Marabá. Das três empresas guseiras que estão funcionando, duas têm minas de ferro próprias (Ferro Gusa Carajás e a Sinobras) e a terceira (Cosipar) utiliza como matéria-prima sucatas de ferro.

A Vale, principal fornecedora de minério de ferro às empresas produtoras de ferro-gusa de Marabá, vem negociando com os representantes da indústria guseira de Marabá uma saída para reativar as guseiras que interromperam suas atividades produtivas. É importante ressaltar que quase a totalidade da produção de ferro-gusa é exportada para 29 países, com destaque para os EUA e Europa.

#### **4. Formação de cadeias produtivas integradas: do potencial APL de ferro-gusa ao apl metal-mecânico de Marabá**

A heterogeneidade é um atributo que define as diferenças e estágios de desenvolvimento das empresas pertencentes ao potencial APL guseiro de Marabá. Essa região apresenta vantagens comparativas naturais representadas pela disponibilidade de recursos naturais (terra, água, clima, flora, fauna, floresta e minérios); localização geográfica estratégica em relação ao mercado internacional; facilidade de viabilização da logística do transporte multimodal. Do ponto de vista do mercado, porém, a oferta dos produtos da aglomeração ainda é pequena em relação à grande demanda nacional e internacional.

As cadeias produtivas da indústria de ferro-gusa de Marabá apresentam ainda um baixo grau de integração vertical na localidade com o restante do complexo metalomecânico. Contudo, há exceções como o caso Siderúrgica Norte Brasil S.A. (Sinobras), bem como uma perspectiva promissora com o projeto da Aços Laminados do Pará (ALPA), o projeto ALINE e a possibilidade futura de consolidação de um polo metalomecânico no DIM.

A Sinobras é a primeira usina siderúrgica integrada de aços longos instalada em Marabá. Este empreendimento, realizado para atender à crescente demanda da construção civil das regiões Norte e Nordeste, foi resultante de um investimento de R\$ 800 milhões feito pelo Grupo Aço Cearense S.A. A Sinobras saiu na frente no processo de verticalização do minério de ferro do Pará e possui uma linha de produtos que inclui vergalhões, fio-máquina e trefilados e já alcança todo o mercado nacional com uma capacidade de 350 mil toneladas anuais. O empreendimento possui atualmente quatro unidades de operações: alto-forno para a produção de ferro-gusa; aciaria à produção de tarugos de aço; laminação para a fabricação de laminados de aço (vergalhões e fio-máquina); e trefila para a fabricação de derivados de fio-máquina (fios de aço à construção civil SI 60, arames lisos para a indústria de arames recozidos para construção, treliças, telas eletrosoldadas e outros produtos).

A ALPA será uma usina siderúrgica localizada no DIM que terá capacidade de produção de 2,5 milhões de toneladas de produtos siderúrgicos por ano. De acordo com o projeto de instalação deverá iniciar as suas atividades no ano de 2013 devendo destinar 1,7 milhão de toneladas para a *California Steel*, siderúrgica que a Vale mantém com a japonesa *JFE Steel* nos EUA. O restante deverá ser destinado para a verticalização local da produção mineral. O empreendimento pertencente à Companhia Vale S.A. prevê um investimento estimado de US\$ 2,76 bilhões e deverá gerar 16 mil empregos na fase de implantação. Na fase de operação estima-se a geração de 5,3 mil empregos diretos e outros 16 mil indiretos. Para a viabilização do projeto o empreendimento prevê a construção de um acesso ferroviário para receber o minério de ferro vindo de Parauapebas e a construção de um terminal fluvial no rio Tocantins para receber o carvão

mineral e escoar a produção da siderúrgica até o Terminal Portuário de Vila do Conde em Barcarena (PA).

Integrada à ALPA haverá uma unidade de laminação construída em uma parceria da Vale S.A., que deterá 25% de participação, com o Grupo Aço Cearense, que deterá 75% de participação e que ficará responsável pela implantação, operação e comercialização dos produtos da nova empresa. Este empreendimento denominado de Projeto ALINE orçado em US\$ 750 milhões se configurará na primeira usina de laminação de aços planos do Norte e Nordeste e receberá da ALPA anualmente 750 mil toneladas de placas de aço para produzir laminados a quente (capacidade de 710 mil toneladas anuais), laminados a frio (capacidade de 450 mil toneladas anuais) e galvanizados (capacidade de 150 mil toneladas anuais) com intuito de suprir a demanda da construção civil, além de viabilizar a implantação de dois polos metalomecânicos no estado do Pará, um no município de Barcarena e outro no próprio DIM.

Especificamente no tocante ao polo metalomecânico de Marabá, este está sendo projetado por meio de uma parceria envolvendo diversas instituições, como a Associação Comercial do Município de Marabá, empresas, com destaque para a Vale e o Grupo Aços Cearense, e o poder público municipal e estadual, envolvendo um projeto de implantação da segunda e da terceira etapas do DIM e que deverá receber empresas que atuarão dentro de uma diversificada linha de produtos, incluindo embalagens, arames, parafusos, estruturas metálicas, carrocerias para caminhões, barcaças para a indústria naval, telhas, botijões de gás, tubos metálicos, vagões ferroviários, estruturas para móveis e eletrodomésticos da linha branca (geladeiras, fogões e máquinas de lavar).

Neste contexto dois elementos aparecem como fundamentais para a transformação do potencial APL de ferro-gusa em um efetivo APL metalomecânico no município de Marabá: a infraestrutura e as parcerias institucionais capazes de desenvolverem a capacidade de governança dos atores locais.

Em termos de infraestrutura é conveniente destacar as precárias condições do sistema viário para o escoamento da produção, envolvendo tanto as estradas vicinais do município, quanto as estradas estaduais e federais. Destaca-se, da mesma forma, a deficiente rede de distribuição de energia elétrica no município e a precária infraestrutura social e de saneamento.

Atualmente a atividade produtiva local conta com a geração de energia elétrica da UHE de Tucuruí, a estrada de Ferro de Carajás e o Porto de Ponta da Madeira, localizado no Porto de Itaqui em São Luís (MA). Contudo para a viabilização da instalação do polo metalomecânico no DIM tornam-se fundamentais outras ações capazes de viabilizar uma infraestrutura adequada e rotas alternativas para acesso ao mercado.

Em primeiro lugar destaca-se a importância da viabilização da hidrovía Araguaia-Tocantins. A plena navegabilidade deste modal depende, além das Eclusas de Tucuruí, da derrocada do Pedral do Loreço e da ampliação do Porto de Vila do Conde em Barcarena. Some-se a isto a importância da instalação de um porto público no município de Marabá.

Em segundo lugar destaca-se a necessidade de duplicação da estrada de Ferro de Carajás. Ela permitirá o acesso a Ferrovia Norte-Sul e, por meio desta, a Ferrovia Centro-Atlântica, permitindo, desta forma, o acesso via modal ferroviário ao mercado do Centro-Sul do país. Ainda dentro deste contexto aparece não como uma prioridade, porém como uma alternativa futura, o acesso via Ferrovia Norte-Sul ao Porto da Tijoca (Espadarte), na Ponta da Romana, município de Curuçá.

Ademais, destaca-se a necessidade de garantia de geração de energia elétrica. Neste sentido, a construção da UHE de Belo Monte ou a UHE de Marabá aparecem como sendo estratégicas para o desenvolvimento local.

Finalmente convém destacar os aspectos institucionais da aglomeração produtiva de ferro-gusa de Marabá. Em que pesa haver, conforme apontado anteriormente, uma atividade produtiva aglomerada de ferro-gusa no município do Marabá, não há por parte das empresas integrantes do aglomerado uma institucionalidade explícita ou implícita que aponte para mecanismos consistentes de articulação, cooperação ou execução de ações conjuntas. Desta forma, estas empresas conformam apenas uma atividade produtiva aglomerada, sem, contudo, estabelecerem externalidades aglomerativas incidentais capazes de apontarem para a existência de um APL consolidado. É, desta forma, uma simples aglomeração produtiva, ou um potencial APL.

Todavia, destaca-se no contexto atual a importância que a aproximação de atores locais fundamentais terão no desenvolvimento de uma institucionalidade local adequada para o desenvolvimento do APL Metal-Mecânico de Marabá: Companhia Vale S.A., Grupo Aço Cearense S.A., Governo do Estado do Pará, Companhia de Desenvolvimento Industrial do Pará (CDI), Prefeitura Municipal de Marabá, Associação Comercial e Indústria de Marabá (ACIM), Sindicato das Indústrias de Ferro-Gusa do Estado do Pará (Sindiferpa), Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), Programa de Desenvolvimento de Fornecedores (PDF/FIEPA), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade do Estado do Pará (UEPA), Parque Científico Tecnológico de Carajás, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Sistema Nacional de Emprego (SINE), organizações não-governamentais e entidades representantes dos trabalhadores, dentre outros.

Dois passos importantes já foram dados: um primeiro envolveu a articulação de uma série de atores locais na implantação das fases 2 e 3 do DIM. O segundo passo importante decorreu da articulação entre a Vale, a Prefeitura de Marabá, o Governo Federal e o do estado do Pará, para o desenvolvimento de programas de formação, capacitação e qualificação voltado para a comunidade local visando desenvolver maior empregabilidade na mão-de-obra local, de modo a capacitá-los a acessarem as vagas de trabalho que serão geradas. Decorrente disto, já está em funcionamento o Programa de Preparação para o Mercado de Trabalho que abrange ao todo 17 cursos de formação e que conta com as parcerias da Vale, Senai, Sine, Obra Kolping do Brasil, além dos governos federal, estadual e municipal.

## **5. Considerações finais**

Nos últimos anos os APLs vêm se consolidando como importantes instrumentos de política econômica e de desenvolvimento regional na medida em que são importantes construções sociopolíticas que aproximam as atividades produtivas locais ao conceito de território. Especificamente no setor mineral a visão de arranjos produtivos abre perspectiva inovadora capaz de romper com a visão de enclaves na medida em que podem contribuir decisivamente para a consolidação de uma agenda positiva da mineração assentada na: construção de uma infraestrutura econômica que dê suporte para o desenvolvimento das outras atividades econômicas da região; maior internalização da renda gerada; utilização do excedente para a diversificação da base produtiva regional e verticalização da produção mineral; e, diminuição gradual, contínua e sustentada da dependência da economia regional do desempenho da atividade mineral.

Analisando especificamente a economia do município de Marabá percebe-se que grande parte do seu dinamismo econômico, em que pesa as significativas contradições sociais, é derivada do reflexo na economia local da atividade mineral. Destaca-se neste contexto a indústria produtora de ferro-gusa, que se caracteriza por ser um aglomerado produtivo importante para a economia local sem, entretanto, haver mecanismos articulados de coordenação e cooperação entre as empresas. Em função disto, ou seja, em função da ausência de uma institucionalidade explícita ou implícita, esta aglomeração de empresas não pode ser caracterizada como um APL consolidado, mas apenas como um potencial APL (vide metodologia e resultado em anexo).

Um APL potencial pode ser identificado pelo grau de concentração espacial das empresas setorialmente especializadas na produção de determinados produtos comerciais que percorrem uma cadeia produtiva através das quais são estabelecidas as várias formas de relações mercantis e não mercantis a montante, a jusante e colaterais entre as empresas localizadas territorialmente e delas com as instituições públicas e privadas. Esta característica facilita o agrupamento das atividades produtivas de modo a configurar um APL em desenvolvimento. Tendo em vista o alto grau de disparidade intra-regional no Pará, era de se esperar um número significativo de setores em distintas cidades (ou municípios) com um quociente locacional (QL) acima da unidade, sem que isto significasse a existência de especialização produtiva, mas sim de diferenciação produtiva. É bom ressaltar que os APL potenciais não se constituem ainda em APL completos, pois são embriões estruturais em diferentes estágios de formação – cujas articulações entre os agentes econômicos e destes com as instituições públicas e privadas não são suficientemente desenvolvidas para caracterizar um APL consolidado – que podem servir de base para ações governamentais visando ampará-los de forma a transformá-los em APL consolidado.

Ademais, dois elementos são fundamentais para a caracterização do APL potencial do ferro-gusa em Marabá: o problema do carvão vegetal e a crise financeira mundial que levou a paralisação das indústrias guseiras. Isto, posto, dentro de um leque de possibilidades que podem diminuir as ameaças ao desenvolvimento do aglomerado está a necessidade de resolver o problema do suprimento de carvão, obedecendo a legislação ambiental e as normas trabalhistas, e a excessiva dependência do comportamento externo do mercado.

Os resultados decorrentes da aplicação da metodologia desenvolvida em anexo permite a hierarquização da indústria guseira nos municípios paraenses, o que possibilita a análise dos APLs potenciais que estes possuem e as condições para a formação de um APL guseiro efetivo.

Finalmente, o artigo apresentou uma agenda promissora que está posta para a sociedade local que é a implementação de uma nova etapa do Distrito Industrial de Marabá relacionado ao desenvolvimento de um complexo metalomecânico. Contudo, para isto, é fundamental o envolvimento de todos os atores chaves na construção de um projeto coletivo que perpassa pela consolidação do APL Metal-Mecânico de Marabá.



## Bibliografia

ALBERTON, Vania; BÊRNI, Duílio de Ávila. **A divisão setorial do trabalho e a produtividade do complexo metalomecânico brasileiro**. R. Econ. Contemp., Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p.81-112, jan./abr. 2009.

AMARAL FILHO, Jair do. É negócio ser pequeno, mas em grupo. In.: CASTRO, Ana Célia (Org.). **Desenvolvimento em debate, painéis do desenvolvimento brasileiro II**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES: Rio de Janeiro, 2002.

ARAÚJO, Luiz Eduardo de. **Potencial de desenvolvimento regional: O Setor Metal Mecânico das Microrregiões de Assaí e Cornélio Procópio**. Dissertação de Mestrado em Administração. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

BRITTO, J.; ALBUQUERQUE, E. M. Clusters industriais na economia brasileira: uma análise exploratória a partir de dados da Rais. **Estudos Econômicos**, v.32, n.1, p.71-102, 2002.

CARVALHO, D. F.; SANTANA, Antônio C. de. **Organização e competitividade da indústria de móveis do Pará**. Belém, PA: Unama, 2005. p.257.

COSTA, Eduardo José Monteiro da. **Arranjos Produtivos Locais, políticas públicas e desenvolvimento regional**. Brasília: Mais Gráfica, 2010.

COSTA, Eduardo José Monteiro da. **Políticas públicas e o desenvolvimento de Arranjos Produtivos em regiões periféricas**. Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado. Campinas, agosto de 2007.

COSTA, Eduardo José Monteiro da. **Políticas públicas para o desenvolvimento de Arranjos Produtivos Locais em regiões periféricas: um estudo de caso a partir de aglomerações produtivas paraenses**. Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado. Campinas, dezembro de 2003.

COUTINHO, L.G.; FERRAZ, J.C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: UNICAMP, 1994.

CROCCO, M. A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M. B.; SIMÕES, R. **Metodologia de identificação de arranjos produtivos locais potenciais**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. (Texto para discussão, 212).

CROCCO, Marco; SANTOS, Fabiana; SIMÕES, Rodrigo; HORÁCIO, Francisco. **Industrialização descentralizada: sistemas industriais locais: O Arranjo Produtivo Calçadista de Nova Serrana**. Projeto: Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico. Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – IE/UFRJ. Rio de Janeiro, março de 2001.

DILLON, W.R.; GOLDSTEIN, M. **Multivariate analysis: methods and applications**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

Encontro Nacional de Economia, ANPEC, dez. 2003. p.1-18.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia. **Mineração: Maldição ou Dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. São Paulo: Signus Editora, 2008.

FERREIRA, M. S. Rede de cidades em Minas Gerais a partir da realocação da indústria paulista. **Nova Economia**, no especial, p.9-69, 1996.

FUKUYAMA, Francis. *Capital social*. In.: HARRISON, Lawrence E.; HUNTINGTON, Samuel P. (Orgs.). **A cultura importa: os valores que definem o progresso humano**. Ed. Record, 2004.

HIRSCHMAN, Albert O. **The strategy of economic development**. New Haven, Yale University Press, 1958.

HUNTINGTON, Samuel P. A importância das culturas. In.: HARRISON, Lawrence E.; HUNTINGTON, Samuel P. (Orgs.). **A cultura importa: os valores que definem o progresso humano**. Ed. Record, 2004.

KRUGMAN, Paul R. **Geography and trade**. Cambridge: The MIT Press, 1991.

LANDES, David. Quase toda a diferença está na cultura. In.: HARRISON, Lawrence E.; HUNTINGTON, Samuel P. (Orgs.). **A cultura importa: os valores que definem o progresso humano**. Ed. Record, 2004.

LIMA, Maria Helena Machado Rocha. **Projeto Grandes Minas e APL's**. Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, outubro de 2010.

MYRDAL, G. **Economic theory and under-developed regions**. London, 1972.

OHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Prentice-Hall, 1992.

PARÁ. **Atlas de Integração Regional do Estado do Pará**. Secretaria de Estado de Integração Regional. Belém, PA: SEIR, 2010.

PERROUX, François. **A economia do século XX**. Porto: Herder, 1967.

PORTER, Michael E. Atitudes, valores, crenças e a microeconomia da prosperidade. In.: HARRISON, Lawrence E.; HUNTINGTON, Samuel P. (Orgs.). **A cultura importa: os valores que definem o progresso humano**. Ed. Record, 2004.

PUTNAN, Robert. **Comunidade e democracia – A experiência da Itália Moderna**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1999.

ROSENTHAL, D. **Aprendizado competitivo e oportunidades da indústria metalomecânica no Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.

SANTANA, Antônio C. de. **Arranjos produtivos locais na Amazônia: metodologia para identificação e mapeamento**. Belém - PA: ADA, 2004. p.108.

SCHMITZ, Humbert. **Collective efficiency and increasing returns**. Working Paper n. 50, Institute of Development Studies, UK 1997.

SCHMITZ, Humbert; NAVID, Khalid. Clustering and industrialization: introduction. In.: **World Development**, vol. 27, n.9, 1503-14, 1999.

SEBRAE. **Subsídios para a identificação de clusters no Brasil: atividades da indústria** (Relatório de Pesquisa). Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de São Paulo – SEBRAE, Pesquisa e Planejamento Estratégico, Agosto 2002 (Mimeo).

SEDECT. **Projeto para recuperação e reestruturação da fase I e implantação da fase II do Distrito Industrial de Marabá**. Secretaria de Estado de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia – SEDECT/ Companhia de Desenvolvimento Industrial do Pará – CDI/PA. 2009.

SIMINERAL. **Balço Mineral do Estado do Pará**. Segunda Edição. Belém: Sindicato das Indústrias Mineraias do Estado do Pará, 2011.

STORPER, Michael. Las Economias Regionales como Activos Relacionales. **Cadernos IPPUR**, Rio de Janeiro, Ano XIII, nº 2, 1999.

SUZIGAN, W., FURTADO, J., GARCIA, R., SAMPAIO, S. E. K. Aglomerações industriais no Estado de São Paulo. **Economia Aplicada**, v.5, n.4, p.698-717, out./dez. 2001.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. K. Sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. In: **Anais do XXXI Encontro Nacional de Economia**, ANPEC, dez. 2003. p.1-18.

## Anexo

---

Em que pese o indicativo da existência da aglomeração produtiva de ferro-gusa em Marabá conforme levantamento do GTP APL do MDIC e a partir da visualização da importância do setor para a economia municipal utilizar-se-á a seguir uma metodologia estatística consagrada na literatura especializada para ratificar a existência do aglomerado.

A fonte básica à identificação do APL potencial da indústria de ferro-gusa de Marabá foi a RAIS (Registro Anuais de Informações Sociais), que coleta o emprego formal registrado em dezembro do mesmo ano (BRITTO e ALBUQUERQUE, 2002). Os dados da RAIS-2005 do emprego formal do Pará estão distribuídos em 195 classes de atividades produtivas por municípios, de acordo com as normas de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Tal abrangência permitiu a agregação de atividades no âmbito dos APL nos municípios do estado. O método usado para identificar os principais APL numa região (ou mesmo em estados ou municípios) adota como índice de especialização o quociente locacional (QL). Com frequência, o índice de quociente locacional é combinado com outros índices, como o Índice de Gini, para medir o grau de concentração espacial da indústria. Estes e outros estudos adicionaram outras variáveis para servir como filtros de controle.<sup>23</sup>

Os principais trabalhos que fizeram uso de todos ou parte desses critérios vinculam um setor econômico específico envolvendo todo o território do Brasil ou vários setores econômicos delimitados em uma região específica ou ainda delimitando várias regiões (municípios) dentro de uma mesma unidade federada do país (FERREIRA, 1996; BRITO e ALBUQUERQUE, 2002; SEBRAE, 2002; SUZIGAN *et alli.*, 2001, 2002; CROCOO *et alli.*, 2003; SANTANA, 2004; SANTANA *et alli.*, 2010).

O método estatístico aqui utilizado emprega o coeficiente de Gini e é inspirado nos trabalhos de vários autores com destaque para Crocco *et all.* (2003), Santana (2004), Carvalho (2009) e Santana *et alli.* (2010). O método empregado neste trabalho, além de incorporar os critérios usados nos trabalhos já referidos, acrescenta o Índice de Concentração Normalizado (ICN) e a análise de componentes principais que permite identificar o APL potencial das indústrias guseiras de Marabá tendo em conta os seguintes critérios: i) a especificidade de uma atividade ou setor de uma região (municípios); ii) o peso da atividade ou do setor específico em relação à estrutura setorial da mesma região (municípios); e iii) a importância da atividade ou setor na macrorregião (por exemplo, Região Norte ou Amazônia).

O método empregado neste trabalho é um importante passo para identificar e selecionar as aglomerações relevantes para embasar os estudos de casos dos APL setoriais. Cabe ressaltar que, quando se deseja identificar um APL setorial num território, não basta aplicar apenas esse método. De fato, neste caso, é preciso completar essa técnica com outra oriunda da econometria espacial. No caso do APL guseiro, como todas as empresas estão espacialmente localizados no distrito industrial da cidade de Marabá, achou-se por bem dispensar o tratamento da econometria espacial.

---

<sup>23</sup> Krugman (1991) usou para medir a concentração espacial da indústria norte-americana. Suzigan *et alli.* (2003) também empregaram estes métodos para identificar e mapear os APL e *Clusters* industriais no Estado de São Paulo.

## 1. Indicadores estatísticos

A metodologia empregada neste artigo se mostra diferente do padrão comumente usado em dois aspectos: i) o primeiro está relacionado à forma do agrupamento dos setores ou das atividades produtivas em função das possíveis operações e ligações complementares à montante e a jusante da cadeia produtiva (simples ou cruzadas) das firmas próximas que constituem o aglomerado em questão, ao contrário dos estudos que focam apenas um produto; ii) o segundo está associado ao emprego simultâneo de três indicadores (Índice de Quociente Locacional, Índice de Hirschman-Herfindahl e o Índice de Participação Relativa) visando construir um índice-síntese que capte as forças que fundamentam a existência do APL (ou outro tipo de Aglomerado) nos seguintes termos: especialização, concentração e a participação relativa da atividade ou setor específico em operação numa economia de um território localizado.

### 1.1. Índice do Quociente Locacional (QL)

O primeiro critério é aplicado à atividade ou setor é determinado pelo índice de especialização ou quociente locacional (QL). A fórmula matemática é dada por:

$$Q_L = \left( \frac{E_{ij} / E_j}{E_{iA} / E_A} \right) \quad (1)$$

Em que:

$Q_L$  = Quociente Locacional

$E_{ij}$  = Emprego da atividade ou setor  $i$  no município  $j$ ;

$E_j$  = Emprego em todas as atividades ou setores no município  $j$ ;

$E_{iA}$  = Emprego da atividade ou setor  $i$  na região;

$E_A$  = Emprego de todas as atividades ou setores na região.

Há especialização de uma atividade ou setor  $i$  no município  $j$  se  $Q_L > 1$ . Isso indica que a especialização da atividade  $i$  no município  $j$  é superior a da região estudada. Se  $Q_L < 1$ , então se pode dizer que a especialização da atividade  $i$  no município  $j$  é inferior a da região considerada. Entretanto, o  $Q_L$ , apesar de ser um indicador muito usado devido sua simplicidade, pode trazer distorções como observa Crocco *et alli* (2003). De fato, um  $Q_L > 1$  pode sugerir mais uma diferenciação produtiva dada heterogeneidade existente na região estudada. Há também a possibilidade que alguns municípios apresentem elevado quociente locacional em decorrência da baixa densidade das firmas na estrutura empresarial do município, isto é, quando somente uma empresa responde pela maior parte dos empregos numa dada atividade ou setor.

### 1.2. Índice de Hirschman-Hirfindahl (IHH)

Para minimizar esses problemas, emprega-se um segundo indicador que visa captar o real peso da atividade ou setor na estrutura produtiva do município da região. Este novo indicador é uma versão adaptada do conhecido Índice de Concentração de Hirschman-Herfindahl (IHH), assim definido:

$$IHH = \left[ \left( \frac{E_{ij}}{E_{iA}} \right) - \left( \frac{E_j}{E_A} \right) \right] \quad (2)$$

O IHH permite comparar o peso da atividade ou setor  $i$  no município  $j$  no setor  $i$  da região em relação ao peso da estrutura produtiva do município  $j$  na estrutura produtiva da região estudada. Um  $IHH > 0$  indica que a atividade ou setor  $i$  do município  $j$  da região é mais concentrada e, portanto, tem maior poder de atração de outras atividades de sua cadeia produtiva como resultado de sua especialização.

### 1.3. Participação Relativa (PR)

Um terceiro indicador foi utilizado para captar a importância relativa da atividade ou setor  $i$  do município  $j$  em relação ao total de emprego nessa atividade ou setor  $i$  da região considerada. Ou seja, este indicador mede a participação relativa do emprego na atividade ou setor  $i$  em relação no emprego total da respectiva atividade ou setor da região estudada. A fórmula é dada por:

$$PR = \left( \frac{E_{ij}}{E_{iA}} \right) \quad (3)$$

O valor do PR varia entre zero e um, tal que:  $0 < PR < 1$ . Quanto mais próximo de um, maior é a importância da atividade ou setor  $i$  no município  $j$  da região em tela.

### 1.4. Índice de Concentração Normalizado (ICN)

Esses três indicadores fornecem os elementos necessários à construção de um quarto indicador mais geral e consistente de concentração de uma atividade ou setor dentro de uma dada região que será denominado de Índice de Concentração Normalizado (ICN). Para calcular o ICN, para cada atividade ou setor num município de uma região, é preciso realizar uma combinação linear dos três indicadores padronizados, de acordo com a equação (4).

$$ICN_{ij} = \theta_1 QL_{ij} + \theta_2 IHH_{ij} + \theta_3 PR_{ij} \quad (4)$$

Onde:

$\theta$  = pesos de cada um dos indicadores de cada atividade ou setor produtivo em questão.

Cada um dos indicadores usados como insumos do ICN podem ter distinta capacidade de representar as forças aglomerativas, sobretudo quando se leva em consideração os vários setores produtivos, faz-se necessário calcular os pesos específicos de cada um dos insumos em cada um dos setores específicos. Para a obtenção dos pesos ( $\theta$ ) de cada um dos índices definidos na equação (4), lançou-se mão do método de análise multivariada: a análise de componentes principais. Este método produz resultados interessantes à identificação de APL.

A partir da matriz de correlação das variáveis, a abordagem de componentes principais revela a proporção da variância da dispersão total da nuvem de dados gerada – representativa dos atributos da aglomeração – que é explicada por cada um dos três indicadores referidos. Para isso, são calculados os pesos específicos de cada indicador

tendo em conta suas participações relativas na explicação do potencial para a formação de APL que os municípios apresentam setorialmente no estado do Pará. Por esse critério são identificados os locais (municípios) que apresentam o Índice de Concentração Normalizado (ICN) para cada APL do Pará.

O índice de concentração normalizado (ICN) permite identificar os municípios do Pará que apresentaram especialização de APL. Para isso, entretanto, adotou-se como indicador de identificação da especialização todo município que concentre um APL com valor de ICN acima do ICN médio e como epicentro do APL os municípios com valor de ICN superior ao ICN médio mais um desvio padrão. Na seqüência, apresenta-se a análise de componentes principais.

## 2. Análise de componentes principais

A técnica de análise de componentes principais (ACP) tem como principal objetivo descrever a estrutura da variância e da covariância de uma nuvem de  $n$  pontos no espaço de dimensão  $p$ , denotado por  $R^p$ , extraindo dessa nuvem de  $n$  pontos um novo conjunto de variáveis de mesma dimensão, ortogonais e não correlacionados, chamados de componentes principais.

Do ponto de vista técnico, quando se tem  $p$ -variáveis originais é possível se obter  $p$ -componentes principais (SANTANA *et alli.*, 2010). Não obstante, em geral, deseja-se obter só uma redução do número de variáveis a serem avaliadas e a interpretação das combinações lineares construídas, isto é, as informações contidas em  $p$ -variáveis originais são substituídas pelas informações contidas em um número reduzido de  $k$  variáveis (sendo  $k < p$ ). É deste modo que o sistema de variabilidade do vetor aleatório composto por  $p$ -variáveis originais é aproximado pelo sistema de variabilidade do vetor aleatório reduzido por  $k$  componentes principais. A qualidade da aproximação depende do número de componentes mantidas no sistema e pode ser medida por intermédio da avaliação da proporção de variância total explicada por essas características.

Quando a distribuição de probabilidade do vetor aleatório considerado é normal  $p$ -variada, então as componentes principais (CP), além de não correlacionadas, são independentes e têm distribuição normal. Entretanto, a suposição de normalidade não é requisito necessário para que a técnica de análise de componente possa ser usada. Na verdade, a obtenção das CP envolve a decomposição da matriz de covariância do vetor aleatório considerado. Assim, se é feita alguma transformação desse vetor aleatório, as CP deverão ser determinadas por meio da matriz de covariância relativa ao vetor transformado.

Uma transformação muito usada é a padronização das variáveis do vetor aleatório pelas respectivas médias e desvios padrões, de maneira a produzir novas variáveis centradas em zero e com variâncias iguais a unidade. Neste caso, as Componentes Principais são determinadas a partir da matriz de covariâncias das variáveis originais padronizadas, o que equivale à extração das componentes principais utilizando-se a matriz de correlação das variáveis originais. Uma vez encontradas as Componentes Principais, os seus valores numéricos, chamados de escores, podem ser determinados para cada elemento da amostra. Assim, os valores de cada componente podem ser analisados por intermédio das técnicas estatísticas convencionais como a análise de variância e a análise de regressão, dentre outras. A seguir demonstram-se analiticamente como as CP's podem ser obtidas.

### 3. Componentes principais extraídas da matriz de covariância

Os componentes principais são extraídos de uma nuvem  $n$  de pontos do espaço  $R^p$ , tal que a primeira CP extraída, denotada por  $CP_{(1)}$ , contenha a maior quantidade de variação total dos dados. O primeiro CP é uma combinação linear das variáveis observadas  $X_j$ , sendo  $j = 1, 2, \dots, p$ , tal que:

$$PC_{(1)} = \gamma_{(1)1}X_1 + \gamma_{(1)2}X_2 + \dots + \gamma_{(1)p}X_p \quad (1)$$

Onde os pesos,  $\gamma_{(1)1}$ ,  $\gamma_{(1)2}$ , ...,  $\gamma_{(1)p}$ , são escolhidos para maximizar a razão da variância do

$CP_{(1)}$  em relação a variação total, sujeita a restrição de que  $\sum_{j=1}^p \gamma_{(1)p}^2 = 1$

A segunda componente principal, denotada por  $PC_{(2)}$ , é que contém as combinações lineares ponderadas das variáveis observadas que não são correlacionadas com a primeira combinação linear e contém a quantidade máxima da variação total remanescente não contida em  $CP_{(1)}$ . Generalizando, então, podem-se escrever as  $m$ th componentes principais como combinações lineares ponderadas de  $X$ 's variáveis aleatórias, tal que:

$$PC_{(m)} = \gamma_{(m)1}X_1 + \gamma_{(m)2}X_2 + \dots + \gamma_{(m)p}X_p \quad (2)$$

A equação (2) tem a maior variância total das combinações lineares que estão correlacionadas com todos os componentes principais extraídos previamente (DILLON e GOLDSTEIN, 1984). Supõe-se inicialmente que o vetor de observações  $X'(X_1, X_2, \dots, X_p)$  tem uma matriz de variância-covariância dada por  $\Sigma$ .

As componentes principais são extraídas de tal maneira que cada componente principal ( $\square PC \square_{(p)}$ ) necessita de um vetor de coeficientes dado por  $\gamma' = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_p)$ , tal que a variância  $\gamma'X$  é a máxima entre as classes de todas as combinações lineares de  $X$ , sujeita a restrição de que  $\gamma'\gamma = 1$ . Isto significa que cada  $CP_p$  extraída da nuvem de pontos de  $R^p$  fornece a direção da maior dispersão dos pontos observados.

Trata-se, portanto, de uma rotação ortogonal de sistema de referência original, dada pelas variáveis  $X_i$  em que cada  $CP_p$  é uma combinação linear de  $X_i$  na direção da maior variância dos pontos e ortogonal às demais componentes principais  $CP_i$  ( $p = 1, 2, \dots, p$ ). Isto significa que a correlação linear entre as  $CP_i$  é nula. Assim, pode ser mostrado que os coeficientes  $\gamma$  devem satisfazer as  $p$  equações lineares, tal que (DILLON e GOLDSTEIN, 1984, p.26-28).

$$(\Sigma - \lambda_{(1)}I)\gamma_{(1)} = 0 \quad (3)$$

Onde  $\lambda_1$  é o multiplicador de Lagrange. Se a solução dessas  $p$  equações é outro vetor nulo, o valor de  $\lambda_{(1)}$  deve ser escolhido tal que:

$$|\Sigma - \lambda_{(1)}I| = 0 \quad (4)$$

Disso resulta que  $\lambda$  é o maior autovalor (ou raiz) de  $\Sigma$  e a solução para  $\lambda$  é o correspondente autovalor de  $\gamma_i$  ( $i = 1, 2, \dots, p$ ). Assim sendo, o problema de determinar o primeiro componente principal ( $CP_1$ ) passa a ser o mesmo que determinar  $\gamma_1 \in R^p$  cuja direção seja orientada para a maior dispersão da nuvem de pontos observados. A solução do problema é obtida maximizando da função de Lagrange formada pela variância da componente principal. A combinação linear que origina a  $CP_{(1)}$  sujeita a restrição é dada por:



$$PC_{(1)} = \gamma_{(1)1}X_1 + \gamma_{(1)2}X_2 + \dots + \gamma_{(1)p}X_p = \gamma_1^T X \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^p \gamma_{(1)j}^2 = \gamma_{(1)1} + \gamma_{(1)2} + \dots + \gamma_{(1)p} = 1 \quad (6)$$

A função Lagrange que especifica o problema é dada por:

$$L = \gamma_1^T \sum \gamma_1 - \lambda_1 (\gamma_1^T \gamma_1 - 1) \quad (7)$$

Derivando a equação (7) em relação a  $\gamma_1$  e depois igualando o resultado a 0 (condição de primeira ordem), tem-se:

$$\begin{aligned} 2(\Sigma - \lambda_{(1)}I)\gamma_{(1)} &= 0 \\ \Sigma \gamma_1 &= \lambda_1 \gamma_1 \\ \Sigma &= \lambda_1 \end{aligned} \quad (8)$$

Esta equação (8) representa a matriz de variância-covariância ( $\Sigma$ ) que permite a extração de seus autovalores ( $\lambda_1$ ) e respectivos autovetores ( $\gamma_1$ ). Tomando-se agora a equação da variância da  $CP_1$  e considerando o escalar correspondente, tem-se:

$$Var(CP_1) = \gamma_1^T \Sigma \gamma_1 = \sum \gamma_1^T \gamma_1 = \lambda_1 \gamma_1^T \gamma_1 = \lambda_1 \quad (9)$$

Pelo resultado obtido em (9), nota-se que a variância da primeira componente principal é o próprio autovalor da matriz  $\Sigma$ . Como essa variância deve ser máxima, então  $\lambda_1$  é o maior autovalor da matriz  $\Sigma$  e o vetor  $\gamma_1$  será o autovetor correspondente. Em síntese, para determinar as componentes principais de uma nuvem de dados torna-se necessário a extração dos autovalores e autovetores de sua matriz de variância-covariância  $\Sigma$  (DILLON e GOLDSTEIN, 1984, p.28-31).

Considerando o vetor aleatório  $Y = O'X$ , onde  $O_{p \times p}$  é a matriz diagonal de dimensão  $p \times p$ , constituída dos vetores normalizados da matriz  $\Sigma_{p \times p}$ . O vetor  $Y$  é composto de  $p$  combinações lineares das variáveis aleatórias do vetor  $X$ , e tem vetor de médias igual a  $O'\mu$ , sendo  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)$  e a matriz de covariâncias  $\Sigma_{p \times p}$ , de forma que  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$  sejam os autovalores da matriz  $\Sigma_{p \times p}$  e com seus respectivos autovetores normalizados,  $\sum \gamma_{p \times p} = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_p$ , isto é, os autovetores satisfazem as seguintes condições:

$$\begin{aligned} \gamma_i \gamma_j &= 0, \text{ para } i \neq j; \\ \gamma_i \gamma_i &= 1, \text{ para } i = 1, 2, \dots, p \\ \sum_{p \times p} \gamma_i &= \lambda_i, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, p \end{aligned}$$

Quando são extraídas todas as  $p$  componentes principais (CP), a variância da nuvem de dados (conjunto de dados) é totalmente reproduzida da seguinte maneira:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = \text{tr}(\Sigma) = \text{variância total} \quad (10)$$

Onde o traço da matriz da variância-covariância  $\text{tr}(\Sigma)$  é a somatória dos elementos da diagonal principal da matriz  $\Sigma$ , isto é, a soma das variâncias das variáveis iniciais  $X$ . Assim, a razão da variância total de  $X$  é explicada pela  $j$ -ésima CP é definida como sendo dada por:

$$\frac{Var(Y_j)}{Var\ Total\ de\ X_i} = \frac{\lambda_j}{Traço(\Sigma_{p \times p})} = \left( \frac{\lambda_j}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \right), j < i \quad (11)$$

Na aplicação do modelo de Componentes principais, em geral, são desconsiderados as componentes que apresentam baixa participação para a explicação da variância total dos dados observados<sup>24</sup>. A proporção da variância total que é explicada pelas k primeiras componentes principais é dada por:

$$\frac{\sum_{j=1}^k Var[Y_q]}{Variância\ Total\ de\ X} = \frac{\sum_{j=1}^k \lambda_j}{Traço(\Sigma_{p \times p})} = \frac{\sum_{j=1}^k \lambda_j}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \quad (12)$$

A partir da matriz dos autovetores da matriz de correlação linear simples é possível calcular a participação relativa de cada um dos indicadores em cada uma das componentes principais de forma a evidenciar a importância efetiva das variáveis nas CP. Para isso é preciso obter a soma dos valores absolutos dos autovetores associados a cada componente ao dos demais dentro de cada CP, tal como:

$$\Sigma_{\downarrow}(i, j = 1, 2, \dots, 3) \dots \gamma_{\downarrow} ij = \psi_{\downarrow} i \quad (13)$$

Na sequência, divide-se o valor absoluto de cada autovetor  $\gamma_{ij}$  pela soma  $\psi_i$ , associada a cada componente, de forma a gerar a nova matriz de autovetores, tal que:

$$\phi_{ij} = \left( \begin{array}{c} |\gamma_{ij}| \\ \psi_{ij} \end{array} \right) \quad (14)$$

Como os coeficientes de  $\theta_{ij}$  representam o peso que cada variável assume dentro de cada CP e os autovalores,  $\lambda_i$ , de modo que:

$$\theta_i = \sum_{(i,j=1,\dots,p)} \phi_{ij} \lambda_i \quad (15)$$

$$\sum_{i=1,\dots,p} \theta_i = 1 \quad (16)$$

Onde  $\theta_1$  é o peso atribuído ao índice do quociente locacional (QL),  $\theta_2$  é o peso atribuído ao índice de concentração modificado de Hirschman-Hirfindahl (IHH) e, por fim,  $\theta_3$  é o peso atribuído a participação relativa setorial (PR). Uma vez que a soma dos pesos é igual a unidade, torna-se factível a combinação linear dos três índices na forma padronizada, o que acaba gerando o índice-síntese de concentração normalizado (ICN) em que os coeficientes são os pesos calculados pelo método dos componentes principais de acordo com a equação (4).

<sup>24</sup> Em regra é recomendável extrair da massa de dados o conjunto de CP que explicam pelo menos 60% da variância total.

#### 4. Análise dos resultados

Nesta seção serão agora analisados os resultados decorrentes da aplicação da metodologia acima descrita. O método adotado permite a hierarquização da indústria guseira nos municípios paraenses, o que possibilita a análise dos APLs potenciais que estes possuem e as condições para a formação de um APL guseiro efetivo. Na identificação dos APL da indústria guseira, utilizou-se um indicador-síntese (ICN) capaz de captar quatro características básicas: i) a especificidade da atividade ou setor numa região; ii) o peso do setor produtivo dentro da estrutura produtiva da região; iii) a importância relativa do setor produtivo no âmbito nacional; e iv) a escala absoluta da estrutura produtiva local.

Para selecionar os municípios com APL da indústria de ferro-gusa, potencialmente mais aptos (em formação avançada) no Pará, utilizou-se o critério de ICN médio + 1 DP. É bom ressaltar que os APL potenciais não se constituem ainda em APL completos, pois são embriões estruturais em diferentes estágios de formação – cujas articulações entre os agentes econômicos e destes com as instituições públicas e privadas não são suficientemente desenvolvidas para caracterizar um APL consolidado – que podem servir de base para ações governamentais visando ampará-los de forma a transformá-los em APL consolidado.

A literatura pertinente sobre APLs ressalta que este indicador é bastante apropriado para regiões de porte médio. Para regiões pequenas, com emprego (ou estabelecimentos) industrial diminuto e estrutura produtiva pouco diversificada, o quociente tende a sobrevalorizar o peso de um determinado setor à região. Igualmente, o QL também tende a subvalorizar a importância de determinados setores em regiões com uma estrutura produtiva bem diversificada, mesmo que este setor possua peso significativo no contexto regional ou nacional. Mas, apesar do QL ser um indicador extremamente útil na identificação da especialização produtiva de uma região, ele deve ser utilizado com cautela, pois a interpretação de seu resultado deve levar em conta as características da economia de referência que no caso estudado é a economia da Pará.

Um APL potencial pode ser identificado pelo grau de concentração espacial das empresas setorialmente especializadas na produção de determinados produtos comerciais que percorrem uma cadeia produtiva através das quais são estabelecidas as várias formas de relações mercantis e não-mercantis a montante, a jusante e colaterais entre as empresas localizadas territorialmente e delas com as instituições públicas e privadas. Esta característica facilita o agrupamento das atividades produtivas de modo a configurar um APL em desenvolvimento. Tendo em vista o alto grau de disparidade intra-regional no Pará, era de se esperar um número significativo de setores em distintas cidades (ou municípios) com um QL acima da unidade, sem que isto significasse a existência de especialização produtiva, mas sim de diferenciação produtiva.

Tomando-se os dados originais do emprego formal das atividades econômicas, fornecidos pela RAIS-2005, nota-se que o total de emprego formal gerado em todas as atividades produtivas do Pará alcança a grandeza de 675.857 empregos. Em 14 atividades selecionadas, com potencial de constituir APL, existem 112.532 empregos formais, o que representa 16,65% do total de todas as atividades produtivas do Pará (SANTANA e CARVALHO, 2005). O emprego formal do setor guseiro na do Pará concentra-se na cidade de Marabá, isto é, 100% dos empregos são gerados pelas indústrias guseiras do distrito industrial da cidade de Marabá, como mostra a Tabela 1. Em 2005 havia nove (9) empresas no distrito industrial de Marabá. Esse número aumentou para 10 empresas (em 2009) todas situadas no distrito industrial da cidade de Marabá, como mostra a Tabela A.

Tomando-se os dados originais do emprego formal das atividades econômicas, fornecidos pela RAIS-2005, verifica-se que o índice agregado do emprego formal das atividades guseiras, que podem formar o APL da indústria de ferro-gusa de Marabá no Pará, é de 0,37% do total de emprego formal (675.857), como mostra a Tabela 2. Na mesma Tabela 2, nota-se que os APL referentes à madeira e móveis (35.107 empregos), pecuária de grande porte (17.380 empregos), agroindústria vegetal (15.297 empregos) e organização (13.090 empregos) geram mais empregos porque estão presentes em quase todos os municípios do Pará. Enquanto isso, o APL da Indústria Guseira de Marabá gera 2.524 empregos formais somente no Município de Marabá. Apesar da ausência de estímulos para a indústria guseira, os índices agregados de emprego das atividades da APL guseira de Marabá são razoáveis ao se levar em conta o tamanho das empresas.

Tabela A: Índice agregado do emprego formal dos APL no Pará

Nº	APL	Emprego	Índice
1	Lavoura temporária	3.249	0,48
2	Lavoura permanente	3.602	0,53
3	Pecuária de grande porte	17.380	2,57
4	Pecuária de pequeno porte	1.152	0,17
5	Exploração florestal	1.409	0,21
6	Pesca e aqüicultura	2.973	0,44
7	Madeira e mobiliário	35.107	5,19
8	Agroindústria animal	6.909	1,02
9	Agroindústria vegetal	15.297	2,26
10	Agroindústria do couro	1.059	0,16
11	Educação	4.055	0,60
12	Turismo ecológico	4.726	0,70
13	Organização social	13.090	1,94
14	Indústria de Ferro-Gusa	2.524	0,37
	Total	675.857	16,28

Fonte: SANTANA *et alii.* (2010).

## 5. Identificação do APL potencial da indústria guseira de Marabá

Nas aplicações do modelo, por conveniência matemática e sem perda de generalidade, assume-se que a média de  $X_i$  ( $i = 1, \dots, p$ ) é igual a zero e as variâncias iguais a um, tal qual a solução inicial apresentada pelo Software SPSS. Para se obter as demais componentes principais, o processo é o mesmo. A solução do modelo de CP pode ser ainda rotacionada para gerar uma interpretação definitiva dos resultados, uma vez que a estrutura inicial das estimativas das cargas ou autovetores não é definitiva. Para confirmar ou rejeitar a solução inicial, o método de componentes principais faz a rotação dessa estrutura inicial. A solução é ótima, se as correlações entre as componentes forem iguais à zero.

Neste trabalho, utilizou-se o procedimento de rotação *varimax*, que é o mais popular e constitui-se na busca da rotação que maximiza a variância ao quadrado das cargas de cada coluna da matriz de variância-covariância por meio do software SPSS-13. Os passos para este e outros métodos de rotação podem ser encontrados em Dillon e Goldstein (1984). Quando são extraídas todas as  $p$  componentes principais, a variância total é

obtida da equação (10) em que o traço da matriz de variância-covariância é dado pela soma dos elementos da diagonal principal, ou seja, a soma das variâncias de todas as variáveis iniciais  $X_i$ . Assim sendo, fica evidenciado que a importância descritiva de uma CP qualquer é dada pela razão entre a sua variância e a variância total, ou seja, é a proporção da variância total que é descrita por ela, expressa na equação (11).

Para a aplicação do modelo de componentes principais, geralmente, são desprezadas as componentes que apresentam baixa participação à explicação da variância total dos dados. Como regra geral, geralmente, se recomenda extrair da nuvem de dados o conjunto de componentes principais que explicam pelo menos 70% da variância total. No caso específico deste trabalho, todas as componentes foram consideradas no modelo por conveniência metodológica.

Para calcular os pesos relativos a cada um dos indicadores de atividades ou setores é necessário utilizar alguns dos resultados do modelo de análise de componentes principais. Os valores das componentes principais, propriamente, são desprezados, em favor dos resultados de interesse gerados pelas matrizes de coeficientes rotacionados e a variância das três componentes, para mostrar a importância específica de cada uma das variáveis na explicação da variância total da nuvem de dados de referência.

A análise de componentes principais é usada com o objetivo de resumir a maior parte da variância inicial a um número mínimo de fatores. Assim sendo, nota-se que a percentagem da variância primeira dos autovalores iniciais é de 68,46%. A extração da soma das cargas fatoriais quadráticas indica o percentual da variância de cada variável original que é explicado por um fator. No caso dos três indicadores, usados para identificar o APL da indústria de ferro-gusa, as variâncias do índice de QL (= 68,46%) e do índice IHH (= 31,53%) representam quase 100% da extração das cargas fatoriais quadráticas acumuladas, como mostra a Tabela B.

Tabela B: Variâncias dos autovalores iniciais e da extração das cargas quadráticas

Componentes	Autovalores iniciais			Extração da soma das cargas quadráticas		
	Total	% of Variância	Cumulativo %	Total	% of Variância	Cumulativo %
QL_Ind.FGusa	2,053924	68,46413	68,46413	2,053924	68,46413	68,46413
IHH_Ind.FGusa	0,946075	31,53586	100,0000	0,946075	31,53586	100,0000
PR_Ind.FGusa	-5,5E-16	-1,85E-14	100,0000	5,55E-16	1,85E-14	100,0000

Fonte: SPSS\_13.

A ortogonalidade é outra técnica importante que serve para demonstrar a independência matemática (não correlação) dos eixos fatoriais um em relação ao outro em ângulos retos de 90 graus. A rotação fatorial da soma das cargas fatoriais é o processo que permite o ajuste dos eixos fatoriais de forma a conseguir uma solução fatorial mais simples e pragmaticamente significativa das percentagens da variância. Como se observa pela Tabela C, a variância da carga da rotação fatorial apenas do QL\_Ind.FGusa é igual 66,43% do acumulado, portanto, acima da referência mínima que é de 60%. O método adotado para medir a rotação fatorial ortogonal foi o *Varimax*.

Tabela C: Rotação fatorial ortogonal das cargas quadráticas

Componentes	Total	% da Variância	Cumulativo %
QL_Ind.FGusa	1,992844	66,42816	66,42816
IHH_Ind.FGusa	1,007155	33,57183	100,0000
PR_Ind.FGusa	5,55E-16	1,85E-14	100,0000

Fonte: SPSS -13

O cálculo dos pesos começa com os resultados dos autovalores ou variâncias relativas de cada componente principal e a variância acumulada, conforme equação (12). Isto significa o autovalor da primeira componente principal ou a proporção da variância total que é explicada por essa componente. O processo de cálculo dos pesos ( $\theta_i$ ) foi realizado usando o SPSS-13 de acordo com a seqüência das equações (13), (14), (15) e (16). O sinal negativo de algum autovetor sugere que este atua no sentido oposto ao dos demais dentro de cada componente principal.

O índice de concentração normalizado (ICN) da indústria guseira nos 143 municípios do Pará. Porém, para não cansar o leitor com tabelas extensas, resolveu-se mostrar apenas a tabela que registra os resultados da APL da indústria de ferro-gusa de Marabá. O município de Marabá é o único que possui as indicações necessárias à identificação de um APL guseiro (ICN\_IndGusa =1870,56). Apesar do ICN ter sido calculado para os 143 municípios do estado do Pará foram usados filtros – com base no ICN médio – para selecionar os municípios com APL da indústria guseira potencialmente aptos (isto é, em formação), como pode ser visto na Tabela 4. Para selecionar os municípios com APL de indústrias guseira potencialmente mais aptos no Pará (epicentro da concentração), usou-se o critério de ICN médio + 1 Desvio-Padrão, já explicado anteriormente, para selecionar o APL guseiro de Marabá, como mostra a Tabela D.

Tabela D: Índices identificadores do APL da indústria guseira no município de Marabá no Pará (2005)

Município	QL IndGusa	IHH IndGusa	PR IndGusa	ICN IndGusa	ICN Médio	ICN Médio + 1 Desvio-Padrão
Marabá	27,2765	0,0981	1,0000	1870,56	13,20	169,40

Fonte: RAIS (2005).