

PRODUTIVIDADE DE MÃO DE OBRA DA SIDERURGIA NA AMÉRICA LATINA *

Francisco Coutinho Dornelas¹

Resumo

Este artigo pretende contribuir na compreensão da produtividade de mão de obra por meio de análise do setor de produção de aço da América Latina. A discussão teórica fundamenta-se em Tangen (2005), que demonstra como o termo produtividade embora muito utilizado é vagamente definido e mal-entendido e que o conceito mais largamente aceito é a relação entre saída (output) e entrada (input). Nesse contexto, realizou-se um estudo com setor siderúrgico da América Latina com dados do ano de 2015. A pesquisa foi realizada entre Março e Agosto de 2016 com os principais gestores de engenharia industrial e/ou de recursos humanos das empresas, onde se procurou identificar relação entre a produção de aço bruto (saída) e a mão de obra empregada diretamente envolvida no processo de produção, isto é, equipes de operação e manutenção, do quadro próprio e de terceiros, excluindo-se todo o demais efetivo bem como o pessoal afastado por férias e por outros motivos, acrescido de horas extraordinárias trabalhadas no período, medido em termos de t/FTE. Os resultados mostraram uma produtividade mediana de 1534 t/FTE, variando dependendo de a empresa ter rota integrada ou semi-integrada e produtora de aços planos ou longos. A contribuição deste estudo reside na proposição de uma metodologia de cálculo de produtividade de mão de obra na produção de aço, possibilitando comparação entre diferentes segmentos desta indústria, outras empresas e regiões do mundo, além de permitir acompanhar sua evolução ao longo do tempo.

Palavras-chave: Produtividade; Mão de obra; FTE; Produção de aço.

MANPOWER PRODUCTIVITY IN STEEL MILLS OF LATIN AMERICA

Abstract

This paper aims to contribute to the understanding of labor productivity through analysis of the steel production sector in Latin America. The theoretical discussion is based on Tangen (2005), which demonstrates how often the term productivity, although widely used, is vaguely defined and misunderstood and that the most widely accepted concept is the relation between output and input. In this context, a study was conducted with the Latin American steel producers with data from the year 2015. The survey was conducted in the first half of 2016 with the industrial engineering and / or companies human research personnel, where it was sought to identify the relationship between the production of crude steel (output) and the manpower directly employed in the crude steel production chain process (input), i.e., operation and maintenance teams, own and contractors, excluding all other activities and temporary staff, as well as employees out for vacation and other reasons, plus overtime worked during the period, measured in terms of tonnes of crude steel / FTE. The results showed a median productivity of 1534 t/FTE and variations over such median considering the plant is integrated or semi-integrated, long or flat producer. The contribution of this study lies in the proposition of a methodology to calculate of labor productivity in steel production sector as well as in different segments of this sector, allowing comparison with other companies and regions of the world as well as other sectors of the basic industry, allowing to follow its evolution over time.

Keywords: Productivity; Labor force; FTE; Crude steel.

* Contribuição técnica ao 72º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 17º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 06 de outubro de 2017, São Paulo, SP, Brasil.



- ¹ *MSc e Engenheiro Metalúrgico, Assessor de Diretoria da ArcelorMittal Aços Plano da América do Sul, Presidente de Comitê de Tecnologia e Controle Ambiental da ALACERO e Diretor da Regional da ABM – Espírito Santo. Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Embora seja reconhecido como um dos mais importantes fatores que afetam a competitividade, o termo produtividade é largamente usado tanto nos meios comerciais quanto nos acadêmicos, porém é raramente bem explicado ou definido (TANGEN, 2005). Além disso, é frequentemente confundida e até mesmo considerada equivalente de eficiência, eficácia, lucratividade e performance (TANGEN, 2005).

Em contraste com outras regiões tais como os países desenvolvidos e os chamados tigres asiáticos, a América Latina tem crescido muito lentamente na última década. Embora a falta de investimentos tem sido sugerida com a principal razão deste baixo crescimento, a produtividade total de fatores desempenha um papel crucial neste quadro (FERNÁNDEZ-ARIAS, E.; RODRÍGUES-APOLINAR, S, 2016). Este conceito pode ser entendido como a média entre a produtividade do trabalho e do capital, em que o peso correspondente ao capital é dado pela participação deste na renda e o do trabalho na renda (BARBOSA FILHO, 2014).

Em geral, produtividade é definida como a relação entre as saídas produzidas por um sistema e a quantidade de fatores de entrada utilizadas por este sistema (TANGEN, 2005; PEKURI, HAAPASALO, HERRALA, 2011; CAMPOS, V.F, 1992; GARDELLA, A, 2016). Na maior parte da indústria de transformação, os fatores de entrada tipicamente conhecidos e considerados são a mão de obra, materiais e energia e as saídas podem ser diferentes produtos (TANGEN, 2005). Desta forma, é possível ter-se uma produtividade total, que é composta de componentes parciais, como, taxa de energia requerida para aquela produção, taxa de material requerido, coeficiente de capital e produtividade de mão de obra (KUROSAWA, 1991 apud TANGEN, 2005).

Diversas empresas siderúrgicas medem a produtividade de mão de obra conforme critérios próprios. Algumas consideram como produção, além do aço efetivamente produzido no período considerado, todo o aço eventualmente comprado de terceiros, que é processado em suas instalações. O efetivo utilizado na produção também varia de empresa para empresa, sendo que algumas consideram todo o pessoal próprio e terceiros empregado, independentemente do setor em que trabalham e outras excetuam o pessoal lotado nas áreas de investimentos, com ou sem exclusão do efetivo médio que está de férias no período considerado (GARDELLA, A, 2016).

Este estudo desenvolveu conjuntamente com as empresas participantes do mesmo uma forma de calcular a produtividade de mão de obra (PMO), considerando a produção de aço bruto (*crude steel*) efetivamente realizada na planta e como efetivo, somente o pessoal de operação e manutenção lotados nas áreas de produção, isto é, pátios de matérias primas, plantas de coqueria, sinterização, pelletização, redução direta, alto fornos, aciaria elétrica, aciaria à oxigênio, refino secundário e lingotamento contínuo. Acrescenta-se neste efetivo as horas extras de pessoal próprio e se exclui o efetivo equivalente em férias e afastados.

Assim, este artigo descreve esta metodologia bem como os resultados obtidos referentes ao ano de 2015 do setor, discutindo as variações encontradas por rotas de produção e tipo de produtos primários produzidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de produtividade como sendo a relação entre saída e entrada é largamente defendido em diversos estudos (TANGEN, 2005; PEKURI, HAAPASALO, HERRALA, 2011; CAMPOS, V.F, 1992; GARDELLA, A, 2016).

A produtividade do trabalho pode ser calculada pela relação em o produto interno bruto (PIB) e o montante de trabalho, refletido em horas trabalhadas ou efetivo empregado. A produtividade total dos fatores é calculada pela média entre a produtividade do trabalho e a produtividade do capital (BARBOSA FILHO, 2014).

A produtividade total de um sistema de produção pode ser a soma de produtividades parciais de fatores, material, energia e mão de obra (KUROSAWA, 1991 apud TANGEN, 2005 – Figura 1)

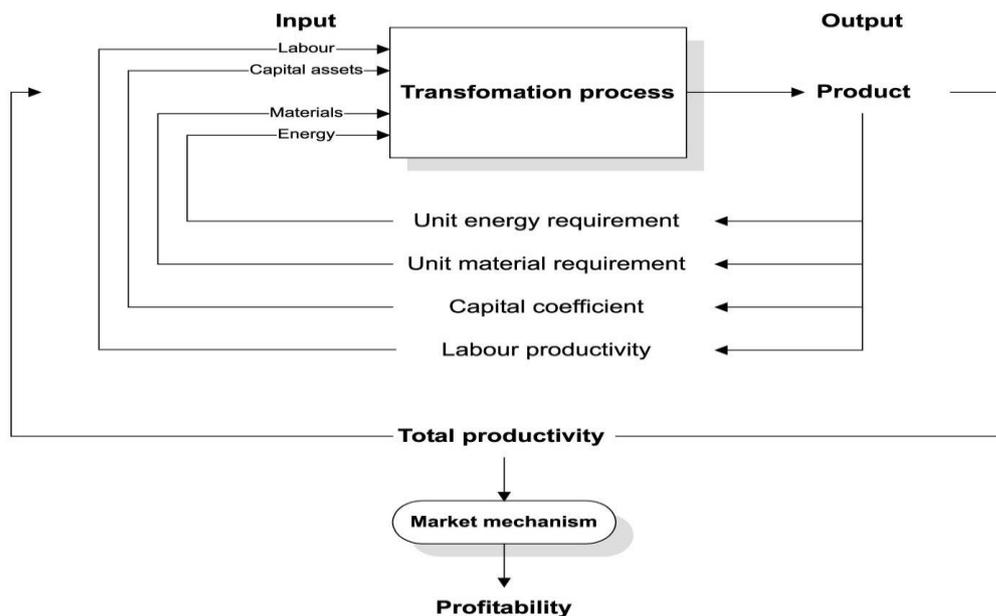


Figura 1 – Produtividade total da indústria de manufatura (TANGEN, 2005)

Em empresas de manufatura, a produtividade de mão de obra pode ser calculada considerando a produção no período (output) dividida pela mão de obra empregada, sendo esta constituída pelo pessoal diretamente envolvido nos processos de produção, conhecidos como *shop floor* ou *blue-collar*, pelo pessoal de funções administrativas, gerenciamento, centro de pesquisas, vendas, assistência técnica dentre outros, conhecidos como *white-collar* e outros empregados que não se enquadram em nenhum dos anteriores, normalmente pessoal contratado (KORTISOVA, GREGOR, 2006).

Dessa forma, com base no exposto, e considerando principalmente a variedade de quadro de pessoal entre empresas bem como sua política de terceirização de atividades, que podem variar e afetar significativamente o efetivo total empregado, desenvolveu-se um modelo de cálculo da produtividade de mão de obra da siderurgia como a relação entre a produção de aço bruto (t) dividida pelo pessoal diretamente envolvido na produção em termos de FTE, que é a equivalência de horas trabalhadas em termos de pessoas, que permite, entre outras coisas, acrescentar o efetivo equivalente das horas extras trabalhadas. O detalhamento deste modelo será mostrado a seguir.

3. METODOLOGIA

A fórmula de cálculo da produtividade de mão de obra (PMO) do setor siderúrgico da América Latina foi elaborada após longa discussão com representantes das empresas associadas do ALACERO (Associação Latino-Americana do Aço). O consenso que se chegou permitiu a elaboração da fórmula, conforme a equação a seguir:

$$\text{PMO} = \text{Produção de aço bruto (t)} / \text{FTE total}$$

Sendo:

- PMO: produtividade de mão de obra (t/FTE)
- Produção de aço bruto: ou Crude steel que é o volume total de aço produzido em forma de placas, tarugos ou blocos, obtido na saída das Máquinas de Lingotamento Contínuo ou Laminador de Placas, Tarugos, (t)
- FTE: Full Time Equivalente, ou efetivo total equivalente de pessoal próprio e contratados diretamente envolvidos nos equipamentos de produção desde os pátios de matérias primas até o último estágio de obtenção do aço bruto no estado de placa, bloco ou tarugo, incluindo o pessoal de manutenção regular destes equipamentos. São acrescidas o pessoal equivalente às horas extras realizadas e excluídas o pessoal equivalente a férias bem como os afastados do serviço, por prazos maiores que 60 dias.

A pesquisa foi realizada entre fevereiro e julho de 2016, com dados de 2015. A pesquisa constituiu uma planilha Excel onde os representantes das empresas indicavam os principais equipamentos existentes em sua empresa, o principal produto da mesma, se aços planos ou longos, o efetivo próprio e contratado para cada etapa do processo produtivo, bem como horas extras, pessoal de férias e afastados (Figura 2).

1-Producto principal de la Planta	Planos		Largos	
2-Equipos principales de la Planta / Flujo		si		no
Playa de Materia Prima				
Planta de Sinter				
Coquería				
Alto Horno				
Reducción directa (DRI)				
Estación Desulfuradora TC				
Estación Desulfuradora KR				
Estación Desulfuradora Ld				
BOF				
EAF				
RH				
VTD				
Otros Degasificadores				
Otros Metalurgia secundaria				
CCS				
CCB				
CCS				

3- Producción de acero crudo en 2015 (t)													
4- Información de mano de obra en 2015													
	FTE propio					FTE contratista		FTE Total		Horas extras (h)	Constante de conversión FTE (k)	Días totales enfermedad y maternidad	Días vacaciones totales
	FTE (numero de empleados) sin netear	horas extras	Ausentismo (enfermedad y maternidad)	Vacaciones	FTE propio neteado								
¿Como se calcula?	⊕	⊕	⊖	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Unidad	FTE	FTE	FTE	FTE	FTE	FTE	FTE	FTE	horas	horas/año	días	días	
Playa y manipuleo de Materias primas													
Planta de Sinter													
Coquería													
Alto horno													
Reducción directa													
Acería													
⊖ Mantenimiento													
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total General	0												
5- Cálculo de Mano de Obra (t acero crudo/FTE)													
	#DIV/0!												

Figura 2 – Planilha de dados para o cálculo de produtividade de mão de obra (PMO)

Responderam a pesquisa 34 plantas dentre as 87 existentes na América Latina, que representam 68% da produção de aço bruto em 2015, totalizando 63.5 milhões de toneladas (Figura 3).

Os dados foram obtidos por meio de pessoas responsáveis pelos setores de Engenharia Industrial ou do setor de Recursos Humanos das empresas.

A definição das empresas da pesquisa teve como critérios básicos o fato de serem associadas do ALACERO, e que a respondessem. Houve um acordo entre todos os participantes que não seriam expostos resultados individualizados de nenhuma planta.

Para a análise de dados utilizou-se análise estatísticas e gráficas, como o *box-plot*.



Figura 3 – Localização das empresas participantes por países da América Latina

4. A SIDERURGIA NA AMÉRICA LATINA

A produção de aço bruto em 2015 na América Latina totalizou 63,52 milhões de toneladas com uma previsão de produzir 58,9 milhões em 2016, que equivale a 3,6% da produção mundial. Os principais países produtores e respectivas participações nesta produção são o Brasil (50%), México (31%), Argentina (8%), Colômbia (2%), Peru (2%) e os 7% restante distribuídos entre Chile, Venezuela, Guatemala, Cuba, El Salvador e Uruguai. (ALACERO, 2016).

Os produtores de aço na América Latina totalizam 87 plantas, que podem ser classificadas conforme oito rotas de produção e se distribuem da seguinte forma: (1) Semi-integradas, com Aciarias elétricas carregadas somente com sucata (EAF) – 55 plantas; (2) Integradas, com Altos fornos à coque e Aciaria à oxigênio (BOF) – 13 plantas; (3) Redução direta à gás natural e Aciaria elétrica (RD) – 8 plantas; (4) Altos Fornos a carvão vegetal e Aciaria à oxigênio - 5 plantas; (5) Altos fornos à carvão vegetal e Aciaria elétrica – 2 plantas; (6) Fornos de indução baseados em sucata – 2 plantas; (7) Redução direta e aciaria elétrica – 1 planta e (8) Altos fornos à carvão vegetal e forno elétrico – 1 planta. As três primeiras rotas são as utilizadas pela maioria das empresas (87%) e as da maior capacidade de produção (MADIAS, J, 2014).

Considerando a crise econômica que tem impactado boa parte dos países da América Latina, aliada à sobre oferta mundial de aço da ordem de 739 milhões de toneladas, liderada pela China (capacidade de produção de 804 milhões de toneladas), diversas plantas foram paralisadas total ou parcialmente (ALACERO, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as 34 empresas que responderam à pesquisa, o resultado global indicou uma média de 1450 t/FTE com valores mínimos e máximo de 637 e 5694 t/FTE respectivamente. Considerando a elevada dispersão entre valores mínimo e máximo, adotou-se para efeitos de comparação os valores da mediana, que foi de 1534 t/FTE (MALHOTRA, 2006).

Analisando-se os resultados por segmentos de produção, isto é, usinas siderúrgicas integradas (BOF) e semi-integradas (EAF) e siderúrgicas de redução direta de ferro (RD), as empresas participantes se classificam em nove empresas integradas, vinte e uma semi-integradas e quatro de redução direta (figura 4).

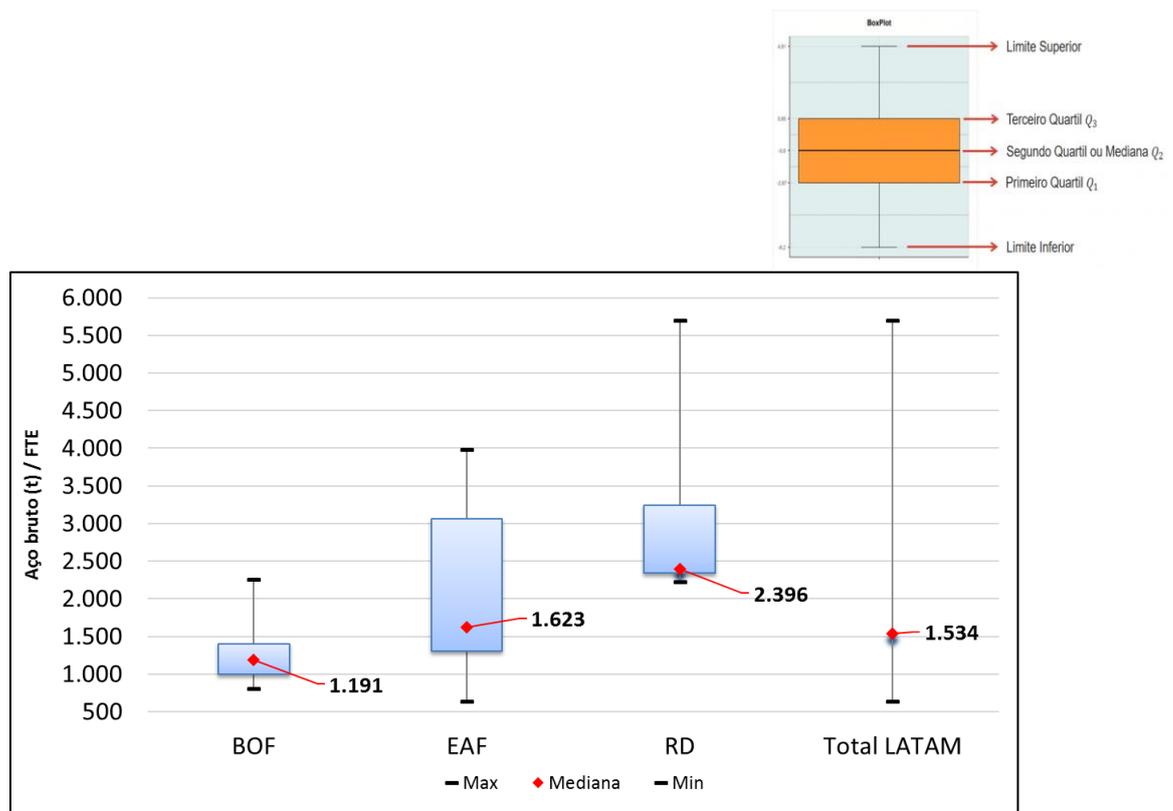


Figura 4 – Resultados da PMO Total LATAM e por rotas de produção
(Legenda do *box-plot* mostrada no quadro superior à direita)

Estes resultados mostram que a mediana da produtividade de mão de obra nas empresas siderúrgicas com processo de redução direta é cerca de duas vezes maior que as das siderúrgicas integradas e cerca de 40% maior nas empresas semi-integradas, sendo que parte da explicação é devido à menor quantidade de equipamentos e processos das siderúrgicas via redução direta e semi-integradas, que demandam menos pessoal para operá-las, comparadas com as empresas integradas, além de otimização de mão de obra com automação (MADIAS, J, 2014).

Avaliando os dados por tipo de produto principal das empresas, se de produtos planos (placas) ou longos (tarugos ou blocos), os resultados mostram que a produtividade da mão de obra das empresas que produzem produtos longos é cerca de 30% superior à das empresas de

produtos planos e parte da explicação é a mesma dada aos resultados conforme o tipo de rota de produção, especialmente considerando-se que a grande maioria das plantas de longos são siderúrgicas do tipo semi-integrada (figura 5).

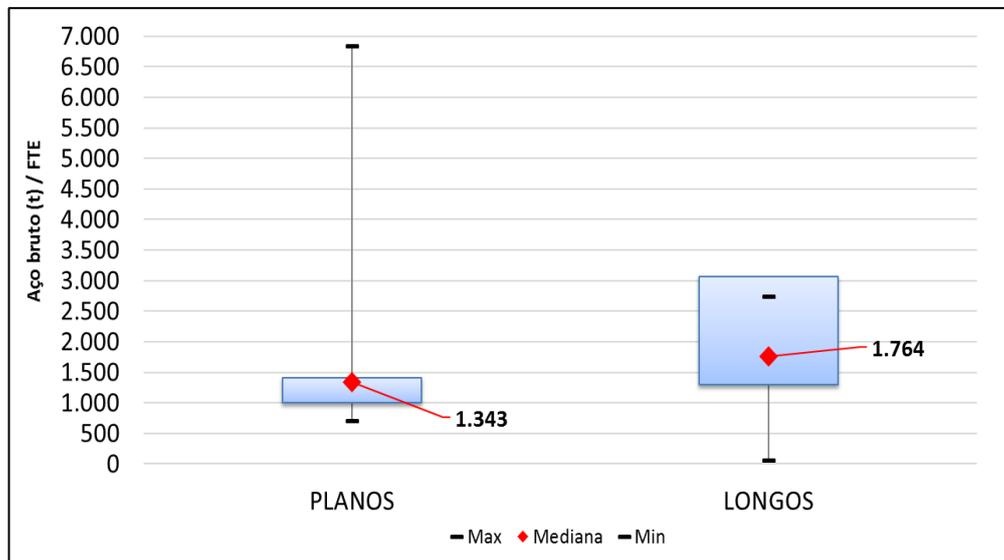


Figura 5 – Resultados da PMO conforme o tipo de produto principal das empresas siderúrgicas

Procurou-se avaliar a possível correlação entre o volume de produção das plantas de longos e planos com a produtividade de mão de obra e os resultados são mostrados nas figuras 6 e 7. Analisando-se os resultados por segmentos de produção, isto é, usinas siderúrgicas integradas (BOF) e semi-integradas (EAF) e siderúrgicas de redução direta de ferro (RD), as empresas participantes se classificam em nove empresas integradas, vinte e uma semi-integradas e quatro de redução direta. Embora haja diversos fatores que não foram objeto deste estudo e que influenciam a produtividade de mão de obra (ociosidade, tecnologia, mix de produto etc.), estes resultados indicam que quanto maior a produção, maior a produtividade; isto fica evidente para as plantas de longos, embora não tenha sido confirmado o mesmo para plantas de produtos planos.

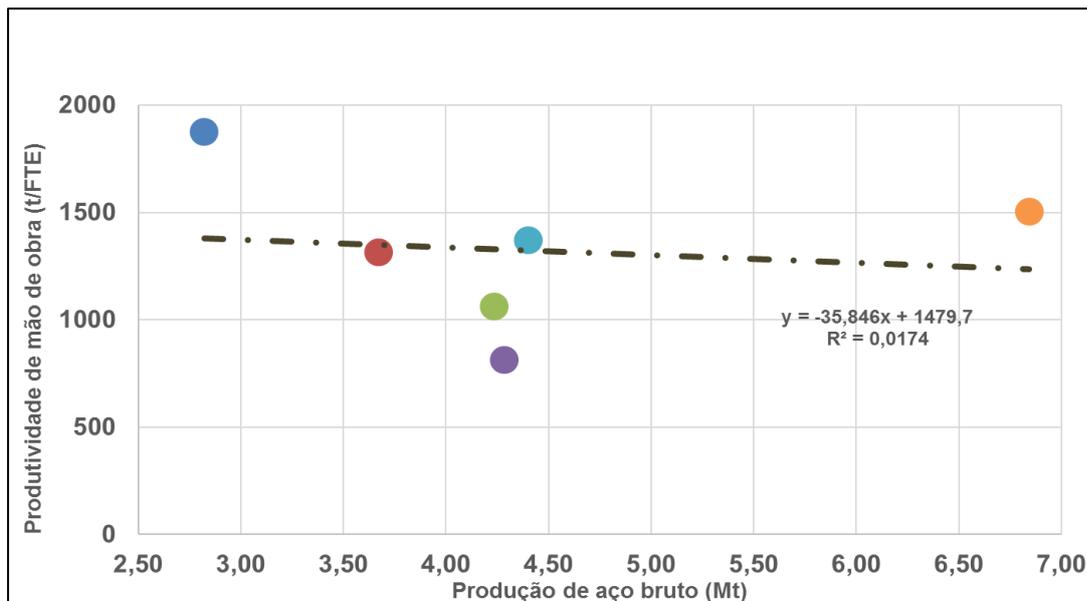


Figura 6 – Produção de aço bruto e produtividade de mão de obra - usinas de produtos Planos

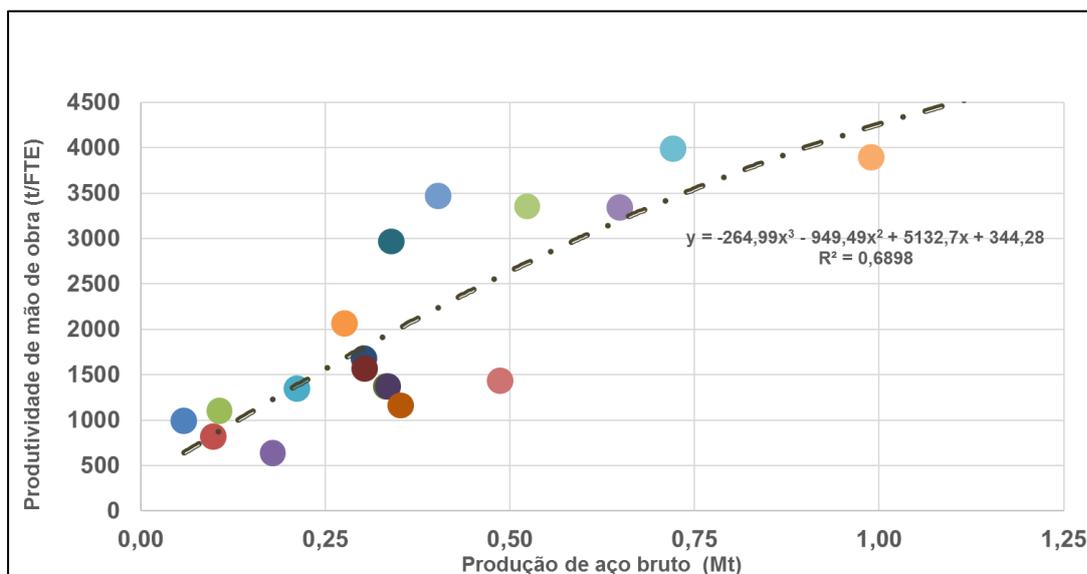


Figura 7 – Produção de aço bruto e produtividade de mão de obra - usinas de produtos Longos

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como proposto, este estudo buscou contribuir na discussão do tema produtividade de mão de obra, com a proposição de uma fórmula de cálculo desta produtividade que leva em consideração o pessoal diretamente envolvido na produção de aço bruto.

O contexto econômico vivido no mundo e na América Latina pelo setor siderúrgico, como mencionado, influenciam estes resultados. Além disso, é importante registrar que não foi objeto deste estudo avaliar a influência de outros fatores, tais como: (i) Mão de obra - nível educacional, habilidade, custo e legislações trabalhistas que variam de país para país; (ii) Segurança, aspectos de legislação que variam nos países e podem demandar efetivo

adicional; (iii) Tecnologia, por meio do nível de automação e automatização de processos e equipamentos; (iv) Escala de produção, já que equipamentos de maior capacidade de produção absorverão melhor a quantidade de pessoal envolvido em sua operação; (v) Mix de produtos, como volume, dimensões, peso unitário, especificação e requisitos de qualidade; (vi) Ociosidade, traduzido por taxa de utilização da capacidade instalada (GARDELLA, A., 2016).

Estes resultados são preliminares, tendo-se observado uma grande variabilidade nos mesmos. Pretende-se dar continuidade a esta avaliação para os próximos anos, inclusive com análises mais detalhadas por etapas dos processos de produção, comparáveis entre si, que permitam aprimorar a metodologia, robustecendo os resultados, que possam servir de referência para as empresas do setor buscarem melhoria.

Considerando que a produtividade global na América Latina atual é cerca da metade de seu potencial (FERNÁNDEZ-ARIAS, E.; RODRÍGUES-APOLINAR, S, 2016) este estudo fornece indicações que, no caso do setor siderúrgico, a produtividade da mão de obra tem potencial de ser aumentada, especialmente se considerarmos o emprego de automação e automatização de processos e operações, metodologia de gestão enxuta (*lean management*) e capacitação dirigida e focada de pessoal. Este aspecto é relevante tendo em vista que baixa produtividade não é necessariamente resultado de menores investimentos. Elevar a produtividade de forma mais direta pode em muitos casos simplesmente exigir disposição (FERNÁNDEZ-ARIAS, E.; RODRÍGUES-APOLINAR, S, 2016), que certamente irá contribuir para aumento da competitividade e sobrevivência das empresas.

Sugere-se avaliação similar em outros segmentos de negócios no sentido de se identificar possíveis influências dos fatores não objetos deste estudo, como citado anteriormente.

Agradecimentos

Registramos nossos sinceros agradecimentos a todos os especialistas e responsáveis das empresas siderúrgicas latino-americanas que participaram da pesquisa, que nos ajudaram não somente na definição e ajuste da metodologia proposta, mas principalmente no levantamento dos dados de suas respectivas empresas. Agradecemos em especial à Kary Gutiérrez, da Engenharia Industrial do grupo TERNIUM, pelas valiosas contribuições sobre a metodologia.

Nossos agradecimentos também ao ALACERO, especialmente ao Alberto Pose, pelo suporte essencial nas atividades deste projeto.

Agradecemos também à ArcelorMittal Brasil, em particular ao especialista Piter Rodrigues Mota, da Gerência de Tecnologia e Melhoria Contínua, pelo inestimável apoio no tratamento e discussão dos dados do ponto de vista estatístico.

REFERÊNCIAS

- 1 TANGEN, S. Demystifying productivity and performance. **International Journal of Productivity and Performance management**, v.54 n. 1, p. 34-36, 2005.
- 2 PEKURI, A.; HAAPASALO, H.; HERRALA, M.; Productivity and Performance management. **International Journal of Performance Measurement**, v. 1, p. 39-58, 2011.
- 3 CAMPOS, V. F.; **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, UFMG, 1992 (Rio de Janeiro: Block Ed.).
- 4 GARDELLA, A.; El Factor Persona en la actividad industrial, Revista Acero Latinoamericano n. 556, 2016;

- 5 KUROSAWA, K.; **Advances in industrial engineering – Vol.14: Productivity measurement and management at the company level: The Japanese experience.** Elsevier Science, Amsterdam, 1991.
- 6 KORTISOVA, M.; GREGOR, M.; Model proposal for total productivity measurement and evaluation of a small and medium manufacturing organization. 2006, disponível em http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-18889f8b-6390-4403-b2e0-160f2f9150b0/c/7_vol_2no_2_2006.pdf > Acesso em: 15 jun. 2016..
- 7 BARBOSA FILHO, F. H.; Nota sobre evolução da produtividade no Brasil., 2014, disponível em <http://portalibre.fgv.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A7C82C5440D8ACB01440DBFBFDF18A4> > Acesso em abr. 2016.
- 8 FERNÁNDEZ-ARIAS, E.; RODRÍGUES-APOLINAR, S.; **The Productivity Gap in Latin America: Lessons from 50 Years of Development.** IDB Working Paper Series n. IDB-WP-692, 2016.
- 9 ALACERO - América Latina en cifras, 2016, disponível em http://www.alacero.org/sites/default/files/publicacion/america_latina_en_cifras_2016_baja.pdf. > acesso em nov. 2016.
- 10 MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing – uma orientação aplicada**, Tradução Laura Bocco, 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 719 p.
- 11 MADIAS. J.; Rutas de proceso en la siderurgia latinoamericana, 2014, disponível em http://www.alacero.org/es/system/files/asset_tecnologia/rutas_de_proceso_en_la_siderurgia_latinoamericana.pdf > Acesso em mai. 2016.