APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR PARA REDUÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO[1]

AMARAL, T. G. Universidade Federal de Goiás, e-mail: tatiana_amaral@hotmail.com;
ARAÚJO, F. C., Universidade Federal de Goiás, e-mail: fcaraujo40@gmail.com

ABSTRACT

Value Stream Mapping (MFV) is a tool that helps identify quality control failures and make planning a more efficient tool. In this sense, the objective of this work is the application of Value Stream Mapping (MFV) to minimize the waste of movement and transportation of an industry of soil-cement in Goiânia. For this purpose, production areas, equipment positions, inputs and finished products were determined; analyzes of the movements and the distances traveled by the employees during the production were accounted; and, the waste in the production were evaluated aiming the optimization of the times and movements. Were developed the MFV present and future to minimize production waste. These measures resulted in the reduction of the distances of employees and in the reduction of takt time.

Keywords: *Value stream mapping. Soil-cement. Lean production. Current state map. Future state map.*

1 INTRODUÇÃO

A mudança de comportamento dos consumidores e o fim da fase de desenvolvimento econômico vivenciado pela construção civil brasileira até meados de 2010, evidenciaram a necessidade do aperfeiçoamento contínuo dos processos executivos, das etapas de planejamento e do controle da produção para a garantia da competitividade e da rentabilidade das empresas (SANTOS, SANTOS, 2017; SOMMER, 2010).

No Sistema Toyota de Produção (STP), define-se desperdício como qualquer elemento ou movimento que, além de aumentar os custos, não agregam valor ao produto (OHNO, 1997). Ou seja, qualquer tipo de movimentação desnecessária ao processamento e elementos em demasia, como por exemplo: mão de obra, informação, materiais e ferramentas representam desperdício e devem ser eliminados para que o processo aumente a sua eficiência e, consequentemente, reduza seus custos. Essa eficiência, segundo o autor, somente será melhorada quando os desperdícios forem zerados.

Por sua vez, Womack e Jones (2004) destacam que todas as perdas devem ser classificadas.

Em seus esforços para identificar as causas de desperdício na produção Ohno (1988) identificou sete tipos de perdas nos processos industriais, sendo elas por superprodução, por espera, no transporte, no processamento em si, por estoques, por movimento e pela produção de produtos defeituosos.

[1] AMARAL, T. G, ARAÚJO, F. C. APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR PARA REDUÇÃO DOS DESPERDÍCIOS DA PRODUÇÃO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 117., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

O entendimento das perdas, assim como dos tempos envolvidos nos fluxos de materiais e informações, é de suma importância para a melhoria dos processos, na busca pelo fluxo contínuo, otimização do fluxo de valor e, consequentemente, o estabelecimento de um modelo enxuto de produção. Uma das potenciais ferramentas utilizadas para a identificação desses problemas é o mapeamento de fluxo de valor (MFV) (WERKEMA, 2012).

O Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta que contribui para identificar as falhas do controle de qualidade e tornar o planejamento um instrumento mais eficiente.

Destacam-se vários autores que aplicaram o MFV em áreas afins à construção civil, tais como Salgado *et al.* (2009), Mahfouz *et al.* (2011) e Chiochetta e Casagrande (2007).

2 OBJETIVOS

Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para minimizar os desperdícios de movimentação e transporte de uma empresa de Artefatos de Solo-Cimento em Goiânia.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa é classificada quanto à natureza como aplicada. Em relação aos objetivos, classifica-se como exploratória. Quanto à abordagem, qualitativa, pois utiliza-se de avaliações interpretativas para o desenvolvimento.

3.2 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi dividida em cinco etapas detalhadas a seguir:

1ª etapa: caracterização do sistema de produção da fábrica e seus produtos gerados. Os dados foram levantados pelos pesquisadores com o gerente, equipe técnica e operários da fábrica.

2ª etapa: a) determinação do *layout* da fábrica para determinar áreas de produção, posicionamentos de equipamentos, insumos e produtos acabados; b) análise dos movimentos e as distâncias percorridas pelos funcionários durante a produção; c) avaliação das perdas na produção visando otimização dos tempos e movimentos.

3ª etapa: medição dos tempos para cada atividade durante a produção. Considerou-se o tempo de ciclo, o tempo de troca, o *takt time, o lead time* e o tempo de agregação de valor.

4ª etapa: determinação do MFV atual, que analisou o cumprimento do atendimento à demanda e suas possíveis falhas, bem como contribuiu para determinar o ritmo ao sistema de produção.

5ª etapa: determinação do MFV futuro, o qual foi estabelecido através de readequações no *layout*, com a participação da Diretoria e dos pesquisadores, visando otimizar tempos de movimentação e transporte.

3.3. Caracterização da empresa

A empresa possui dois funcionários que trabalham na produção, sendo responsáveis pela fabricação dos artefatos e dois no setor administrativo; onde são planejadas as produções e a ordenação do atendimento aos clientes e fornecedores.

São produzidos na empresa três tipos de tijolos e um tipo de piso de terra comprimidos (solo-cimento), com três variações de materiais para cada tipo e com dimensões constantes de: 12,5 cm (l) x 25,0 cm (c) x 7,0 cm (h), totalizando doze materiais, que podem ser produzidos na fábrica e que são normalizados de acordo com as normas da ABNT.

3.4 Programação e armazenamento dos insumos

A programação para os pedidos de insumos são determinados no final de cada semana (Tabela 1). As entregas são parciais, dimensionadas conforme o espaço para estocagem.

Tabela 1 – Entrega dos Insumos

INSUMO	FREQUÊNCIA	QUANTIDADE	TOTAL/ MÊS
Argila Vermelha	2x por semana	18m³	144m³
Argila Branca	1x por mês	18m³	32m³
Areia	1x por mês	18m³	32m³
Agregado	1x por mês	12m³	12 m³
Cimento	1x por semana	90 sacos	360 sacos

Fonte: Ecofaber

A fábrica não possui um sistema adequado para armazenamento dos agregados. A argila vermelha, que é o principal agregado utilizado, é estocada em uma área externa e descoberta (Figura 1a). Existe variação das propriedades desse insumo, por perda/ganho de umidade, pela exposição à intempéries.

Os demais agregados ficam estocados dentro do galpão da fábrica. Essa área possui controle e acesso direto.

Os materiais são descarregados diretamente no piso (solo natural), não existem baias de separação entre argila branca e a areia (Figura 1b). Percebe-se que ocorre a mistura desses materiais. O cimento fica corretamente armazenado em paletes e fora do contato com umidade

Figura 1 – (a) Armazenamento da argila vermelha; (b) Armazenamento da areia e argila branca e areia



Fonte: Os autores

3.5 Dosagem

A dosagem dos insumos ocorrem próximo a área da caçamba dosadora, porém são realizadas aleatoriamente. O funcionário que desempenha a atividade não soube informar sobre o volume de pás ou padiolas que é empregado para cada agregado no traço (Figura 2a).

3.6 Mistura dos insumos

Após o proporcionamento dos insumos, a caçamba de dosagem é levada por mecanismo mecânico até o misturador. Em seguida o conteúdo da caçamba é lançado no misturador e inicia-se a mistura dos elementos sem adição de água. Após essa etapa, adiciona-se água. Não há uma dosagem específica para a adição da água, esta é realizada empiricamente pelo funcionário (Figura 2 b).

Figura 2 – (a) Dosador carregado; (b) Misturador sem adição de água



Fonte: Os autores

3.7 Carregamento silo e prensagem

Depois da etapa da mistura, a massa pronta vai para o silo da prensa através da correia transportadora (Figura 3a). A prensa é carregada e em seguida o tijolo é prensado (Figura 3b).

Figura 3 – (a) Dosador carregado; (b) Misturador sem adição de água



Fonte: Os autores

3.8 Paletização

A paletização é realizada em etapa subsequente de prensagem de cada tijolo. O palete é posicionado em uma plataforma rotativa (Figura 4a). O Funcionário B retira o bloco prensado da fôrma e já o posiciona no palete (Figura 4b).

Figura 4 – (a) Plataforma rotativa do palete; (b) Palete carregado



Fonte: Os autores

3.9 Capacidade de produção diária

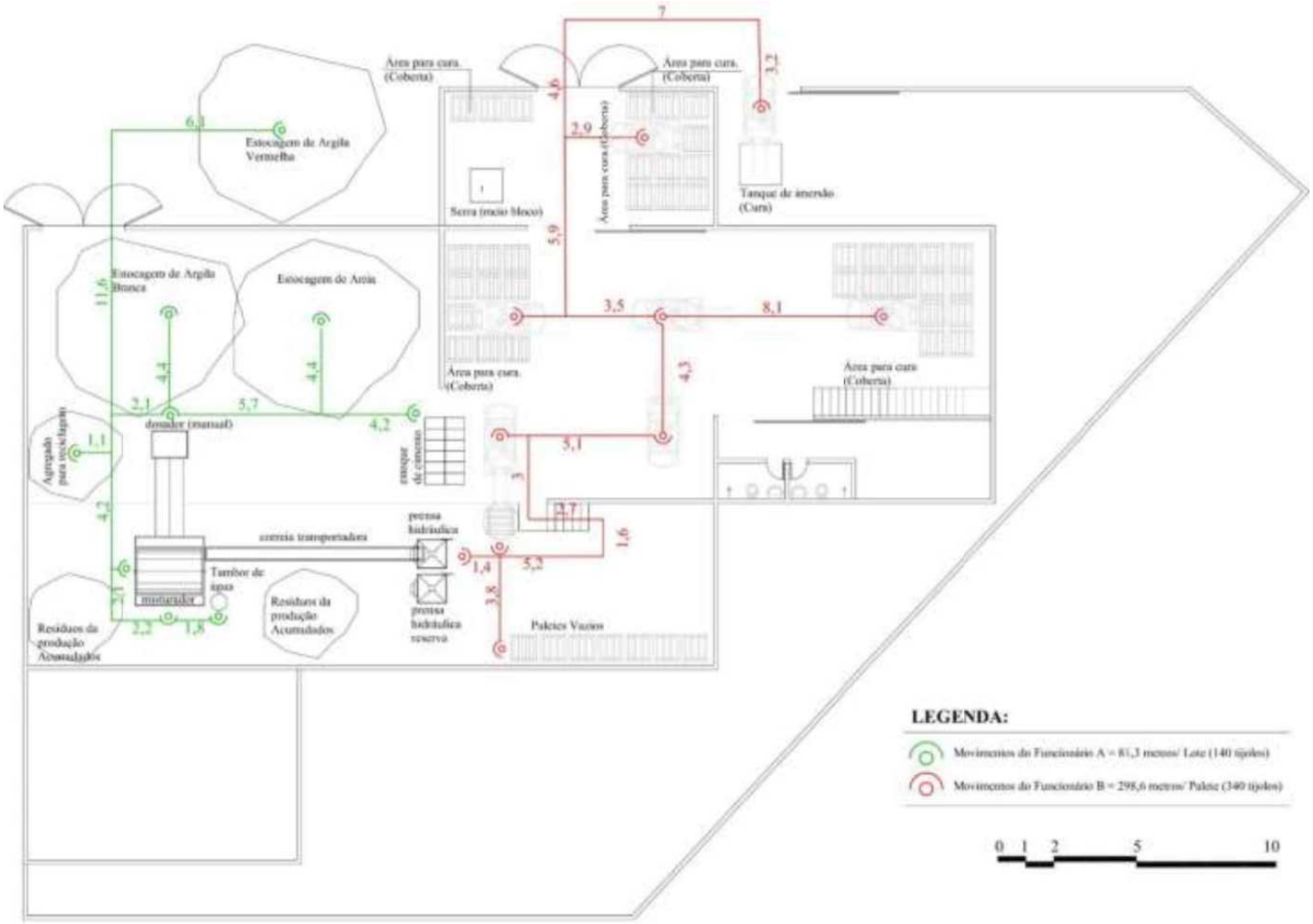
O gerente afirma que a demanda está sempre acima da capacidade produzida pela fábrica. A produção fica em média 3000 peças/dia. A capacidade de produção da máquina, segundo o fabricante é de 4000 peças/dia.

4 RESULTADOS

A Figura 5 ilustra os movimentos dos dois funcionários envolvidos na produção dos artefatos e suas respectivas distâncias percorridas.

A Tabela 2 evidencia que o funcionário A (em verde) percorre 1740,9 metros entre as atividades de cada dia de trabalho. Enquanto o funcionário B (em vermelho) percorre 2633,70 metros. Dessa forma, observa-se que há uma grande perda com deslocamentos desnecessários, devido às distâncias entre armazenamento de insumos e os equipamentos.

Figura 5 – Planta com distância dos movimentos de produção



Fonte: Dos autores

Tabela 2 - Distâncias dos movimentos de produção – Atual

Funcionário A (por Lote - 140 tijolos)	Distância (em metros)	Funcionário B (por Palete - 340 tijolos)	Distâncias (em metros)
Argila	33,00	Substituição Palete	3,80
Areia/ Lote	16,80	Prensagem e Paletização (340 blocos)	238
Cimento	10,40	Transporte Palete (cura) Ida e volta	56,80
Controle Misturador	12,44	-	-
Retirada dos resíduos	8,60	-	-
Distância para um Lote	**81,30**	**Distância por palete**	**298,60**
Distância por Dia	**1740,90**	**Distância por dia**	**2633,70**

Fonte: Os autores

Com o levantamento do fluxo das atividades (Tabela 3), foram medidos os tempos de cada etapa. O que possibilitou determinar o MFV atual (Figura 6) da fábrica e a sua análise permitiu identificar os desperdícios de produção em todas as atividades.

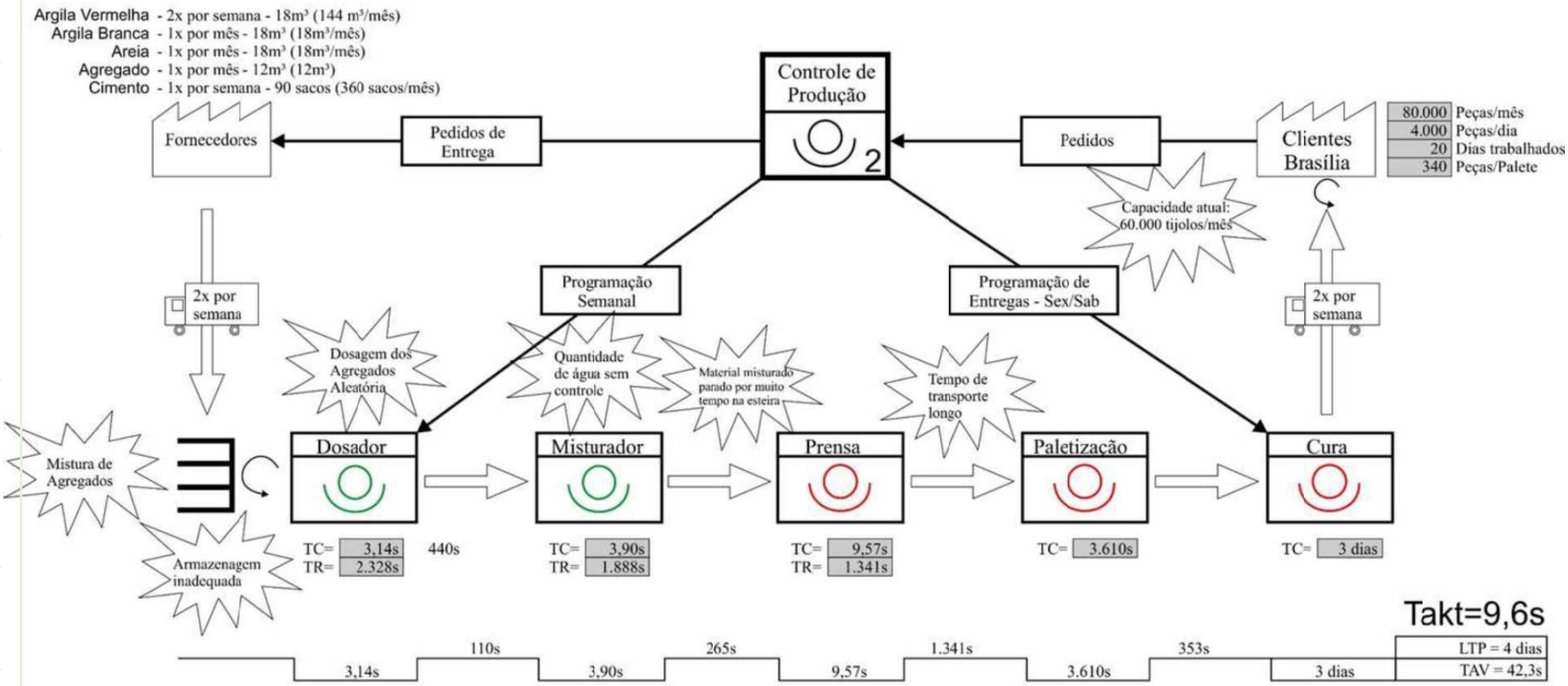
Tabela 3 - Sequência de atividades para produção dos tijolos

N°	Atividades desenvolvidas durante o ciclo de produção (Dosagem até paletização para cura)	N°	Atividades desenvolvidas durante o ciclo de produção (Dosagem até paletização para cura)
1	Dosagem cimento	12	Preparação e carregamento do silo da prensa.
2	Dosagem areia	13	Carregamento da forma
3	Dosagem argila	14	Prensagem
4	Transporte do traço até misturador	15	Retirada e colocação no palete
5	Carregamento do misturador	16	Repetição dos itens 3.1.5.9 e 3.1.5.10 e 3.1.5.11 até o término do volume do Silo da prensa.
6	Mistura dos insumos sem água	17	Carregamento do silo da prensa.
7	Adição de água (manual – empírica)	18	Carregamento total do palete
8	Mistura dos insumos com água	19	Transporte do palete até a área de cura
9	Verificação da consistência (empírico)	20	Molhagem dos paletes duas vezes ao dia (7 dias)
10	Mistura para finalização da homogeneização	21	Imersão dos paletes no tanque
11	Peneiramento e carregamento das correias transportadoras	22	Carregamento dos paletes no caminhão

Fonte: Os autores

Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para redução dos desperdícios da produção. 13p.

Figura 6 – MFV atual



Fonte: Os autores

A Tabela 4 evidencia algumas etapas identificadas e que geram um maior tempo de execução, durante o processo de produção dos tijolos.

Os mesmos foram também indicados no MFV atual. Na Tabela 4 se determina as medidas adotadas para correção dos desperdícios.

Tabela 4 - Identificação dos problemas e medidas adotadas

N°	Problemas identificados no levantamento	Medidas à serem adotadas
1	Recebimento de materiais sem controle de qualidade	Adotar critérios para recebimento de cada tipo de insumo
2	Mistura de diferentes agregados	Criar baias para separação dos diferentes agregados
3	Armazenagem inadequada - Agregado descoberto e exposto à intempéries	Adequar local de armazenagem (cobertura)
4	Dosagem de agregados sem controle	Especificar dosagem ideal para cada material
5	Falta de especificação de água na dosagem	Especificar dosagem de água para cada traço diariamente
6	Massa misturada parada por muito tempo na esteira (perda de umidade)	Diagnosticar o motivo da demora e otimizar o tempo de espera
7	Tempo longo de transporte dos paletes para área de cura	Reduzir a distância percorrida entre paletização e a área de cura
8	Produção mensal abaixo da demanda solicitada	Reduzir os desperdícios e aumentar a produtividade Adequar o *takt time* à demanda da empresa

Fonte: Os autores

5 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Na Figura 7 se apresenta o detalhamento da planta da fábrica com a proposição de melhorias, visando reduzir os movimentos dos funcionários A e B. Observa-se a redução significativa de distâncias percorridas para ambos os funcionários.

Na Tabela 5 se apresentam as distâncias a serem percorridas pelos funcionários A e B, nessa proposição. A proposta reordena a localização dos insumos, bem como diminui as distâncias entre a dosagem e a coleta dos materiais.

Tabela 5 - Distâncias dos movimentos de produção – Proposta

FUNCIONÁRIO A	DISTÂNCIAS	FUNCIONÁRIO B	DISTÂNCIAS
(Por Lote - 140 tijolos)	(m)	(Por Palete - 340 tijolos)	(m)
Argila	7,5	Substituição Palete	3,4
Areia/ Lote	3,3	Prensagem e Paletização (340 blocos)	136
Cimento	2,0	Transporte Palete (cura) Ida e volta	13,4
Controle Misturador	12,44	-	
Retirada dos resíduos	16,4	-	
Distância para um Lote	**41,7**	**Distância por palete**	**152,8**
Distância por Dia	**892,6**	**Distância por dia**	**1347,7**

Fonte: Os autores

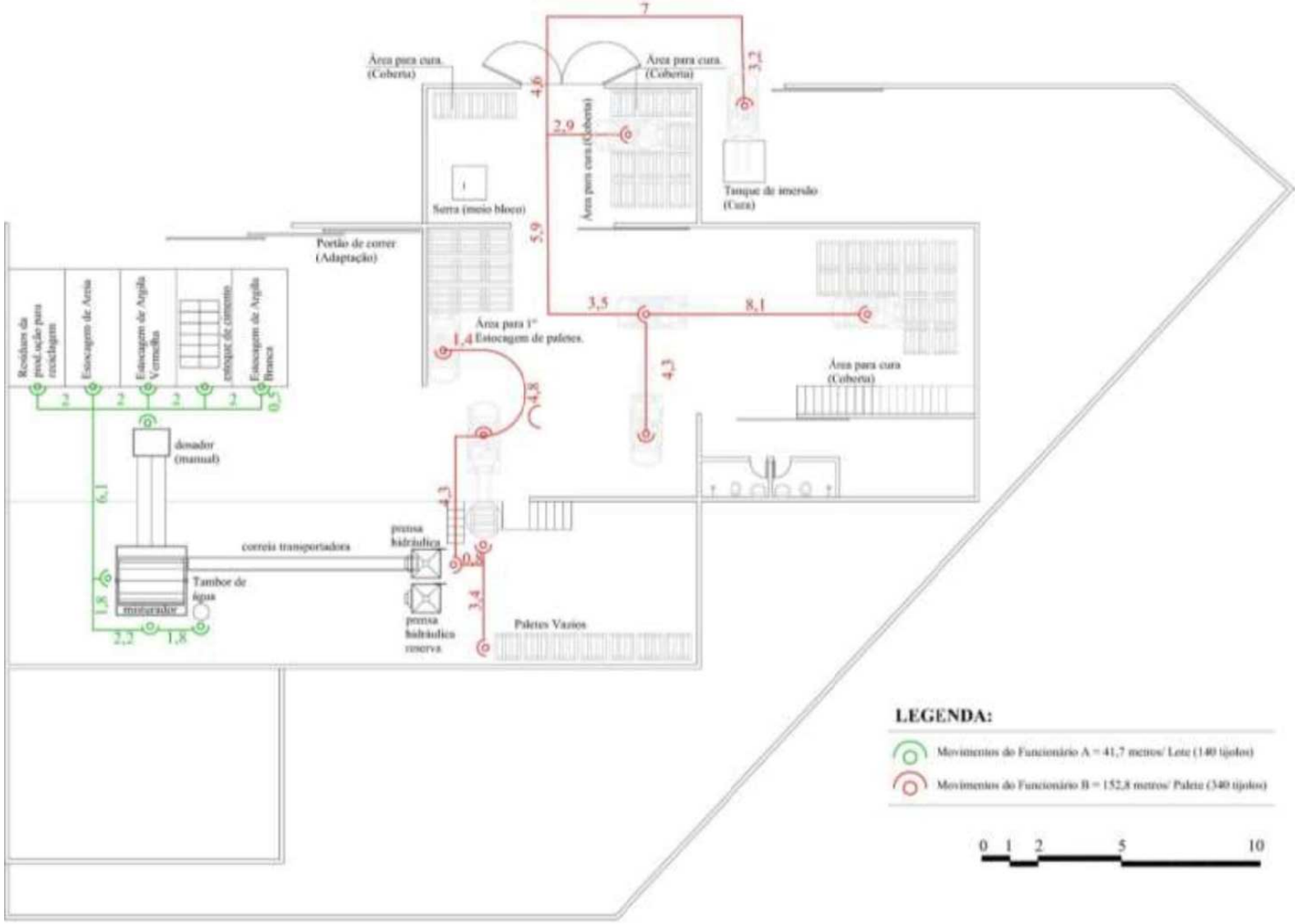
Essas medidas ocasionaram uma redução nas distâncias percorridas diariamente e consequentemente, redução no tempo de produção. Assim o funcionário A, que percorria uma distância de 81,3m para elaborar um traço de massa dos tijolos, o que resultava em 1740,9m diários, passou a percorrer 41,7 m/traço ou 892,6 m/dia. O que ocasionou uma redução de 48,72%.

Na situação do funcionário B a distância percorrida entre um traço e outro era de 298,6 metros resultando em 2.633,7m diários. Com a nova proposta, ele passou a percorrer 152,8m em uma traço e consequentes 1347,7 ao longo do dia. O que ocasionou uma redução de 48,82%.

Na Figura 8 se ilustra o MFV futuro, que revela os novos tempos do processo. Como resultado os dados de *takt time*, o qual se obteve uma redução de 9,6s para 7,2s.

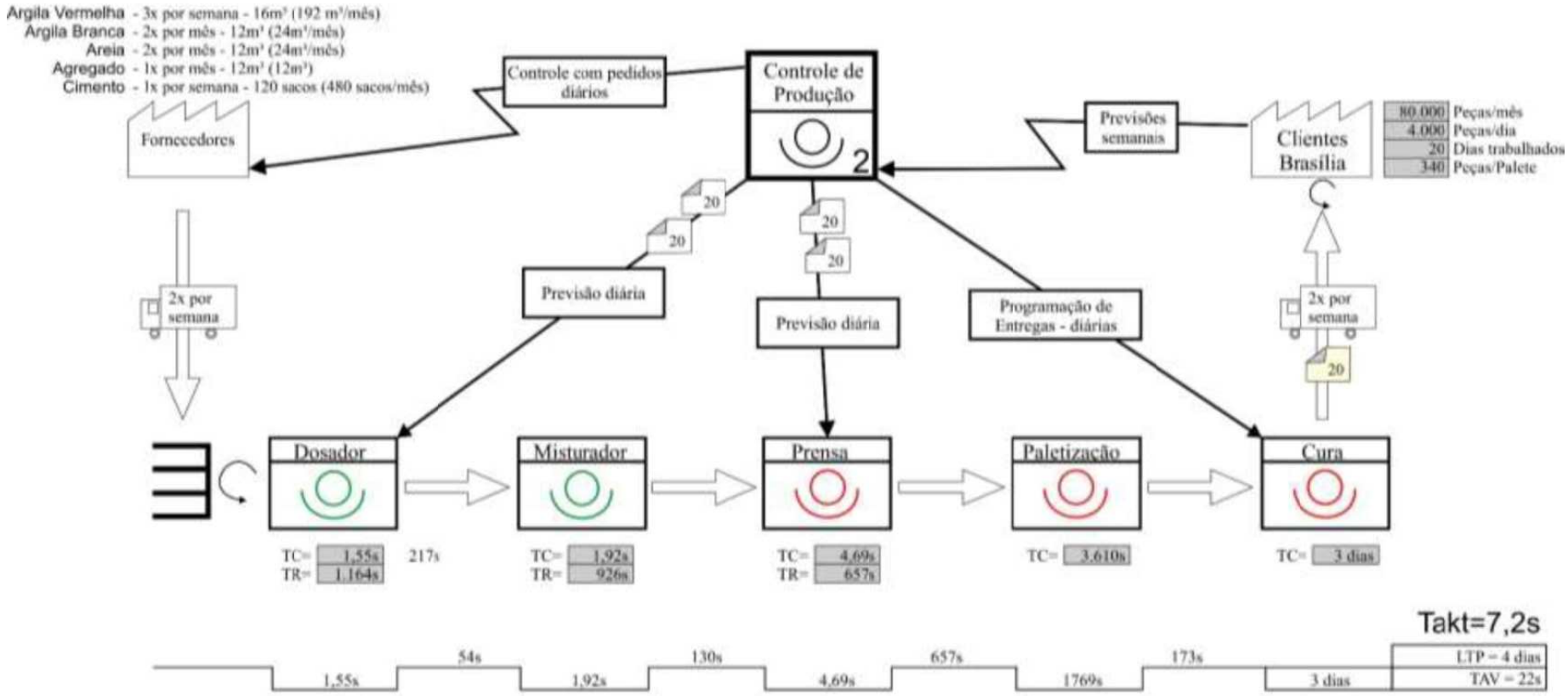
Aplicação do mapeamento de fluxo de valor para redução dos desperdícios da produção. 13p.

Figura 7 – Proposta de melhorias com distância e movimentos otimizados



Fonte: Os autores

Figura 8 – MFV futuro



Fonte: Os autores

6 CONCLUSÕES

O rearranjo da fábrica viabilizou a organização do espaço de produção, compactando os espaços e promovendo uma transparência de todo o sistema produtivo.

Essas medidas resultaram na redução das distâncias percorridas pelos funcionários (funcionário A obteve uma redução de 48,72% e funcionário B de 48,82%) e, consequentemente, na diminuição do *takt time* de 9,6s para 7,2s.

Dessa maneira, o ganho de tempo produtivo refletiu no aumento de produtividade e permitiu um aumento da quantidade de tijolos produzidos, possibilitando assim atender a demanda mensal solicitada à fábrica.

REFERÊNCIAS

CHIOCHETTA, J.C., CASAGRANDE, L.F. **Mapeamento do Fluxo de Valor aplicado em uma pequena indústria de alimentos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção–ENEGEP, Foz do Iguaçú. 2007

HAEFNER, B., KRAEMER, A., STAUSS, T., LANZA, G. **Quality Value Stream Mapping**. Procedia CIRP 17, 254–259. doi:10.1016/j.procir.2014.01.093. 2014

MAHFOUZ, A., CROWE, J., ARISHA, A. **Integrating Current State and Future State Value Stream Mapping with Discrete Event Simulation:** A Lean Distribution Case Study, in: The Third International Conference on Advances in System Simulation. pp. 161–168. 2011

OHNO, T., **O Sistema Toyota de produção:** além da produção em larga escala. Trad. Schumacher C. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SALGADO, E.G., MELLO, C.H.P., SILVA, C. D, OLIVEIRA, E. D S., ALMEIDA, D. D, **Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos**. Gestão e Produção 16, 344–356. 2009.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. Porto Alegre, 2010. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. DE G. **Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos.** Ambiente Construído (Online), v. 17, p. 39-52, 2017.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade Enxuta nas empresas Lean Thinking**. São Paulo, Campus, 2004.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis sigma:** Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. 2. ed.: Elsevier, 2012. 120 p.