ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Análise de empreendimentos de saneamento: estudo de caso da aplicação de mapa de fluxo de valor

Analysis of sanitation projects: a case study on the application of value stream mapping

Douglas Agliardi Desini
UFRGS - Planeja & Realiza | Porto Alegre | Brasil | douglas.desini@planejaerealiza.com
Iamara Rossi Bulhões
UFRGS | Porto Alegre | Brasil | iamara.bulhoes@ufrgs.br

Resumo

Em escala mundial, o setor de saneamento é associado à saúde e ao desenvolvimento de regiões, e estudos nessa área são considerados de grande relevância, pois impactam diretamente a qualidade de vida da população de um país. Neste sentido, este trabalho versa sobre a análise do fluxo de valor de empreendimentos do setor de infraestrutura no Brasil, realizado numa grande operadora de saneamento. O estudo teve como objetivo identificar os desperdícios e propor melhorias no fluxo dos processos atrelados à execução dos Sistemas de Água e de Esgotos (etapas de projeto, contratação e obra). Como base conceitual usou-se os conceitos e princípios da produção enxuta e como ferramenta de análise o Mapeamento de Fluxo de Valor. O trabalho usou como método de pesquisa o estudo de caso e ocorreu em três fases distintas: definição da pesquisa, desenvolvimento do trabalho e análises finais dos resultados. Como resultados da aplicação do MFV atual constatou-se que a etapa de obra correspondia 78% do tempo total registrado e apenas 5% do tempo total era empenhado na elaboração e fiscalização de projetos. Do tempo total médios dos empreendimentos analisados observou-se que em apenas 68% desse tempo existe a realização de atividades. Além disso, observou-se que existe uma variação de 555 dias entre o tempo médio de permanência e o tempo médio de realização das atividades. No MFV futuro foram propostas algumas melhorias, como: redução da quantidade de interação com as atividades; redução do tempo de permanência e do tempo de realização das atividades. Por fim, concluiu-se que o uso da ferramenta MFV contribuiu na visualização do fluxo de maneira abrangente, viabilizando a identificação dos principais desperdícios de tempo no fluxo das informações.

Palavras-chave: Mapa de Fluxo de Valor (MFV). Obra de Saneamento. Produção Enxuta. Gestão.

Abstract

On a global scale, the sanitation sector is associated with health and regional development, and studies in this area are considered of great relevance, as they directly impact the quality of life of a country's population. In this regard, this work focuses on the analysis of the value stream of infrastructure projects in Brazil, conducted within a large sanitation operator. The study aimed to identify inefficiencies and propose improvements in the process flow related to the implementation of Water and Sewage Systems (stages of design, contracting, and construction). Lean production concepts and principles were used as the conceptual basis, and

Como citar:
DESINI, D.; BULHÕES, I. Análise de empreendimentos de saneamento: estudo de caso da aplicação de mapa de fluxo de valor. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Value Stream Mapping was employed as the analysis tool. The research adopted the case study method and occurred in three distinct phases: research definition, project development, and final analysis of the results. As a result of applying the current VSM, it was found that the construction phase accounted for 78% of the total recorded time, while only 5% of the total time was dedicated to project development and supervision. Of the total time in the analyzed projects, it was observed that only 68% of that time involved the execution of activities. Additionally, there was a variation of 555 days between the average duration and the average time of activity execution. In the future VSM, several improvements were proposed, such as: reducing the number of interactions with activities, decreasing the duration, and minimizing the time spent on activity execution. Finally, it was concluded that the use of the VSM tool contributed to a broad visualization of the flow, enabling the identification of the main time inefficiencies in the information flow.

Keywords: Value Stream Mapping (VSM). Infrastructure. Lean Production. Management.

1. INTRODUÇÃO

Em escala mundial o saneamento é associado à saúde, ao desenvolvimento e à qualidade de vida da população. No cenário nacional tem-se colocado metas mais rigorosas e desafiadoras aos operadores de saneamento, através das diretrizes estabelecidas via Novo Marco Legal do Saneamento [1]. Em 2021 o Brasil apresentava apenas 84,2% (177 milhões de habitantes) dos cidadãos com acesso à água tratada e 55,8% (117,3 milhões de habitantes) com seus esgotos coletados e tratados [2].

Sabe-se que uma das principais causas relacionadas aos baixos indicadores nacionais de tratamento de água e esgotos é a falta de infraestrutura para operação dos sistemas [3]. Além disso, percebe-se a necessidade de aceleração na realização de obras voltadas ao saneamento e de maior eficiência do setor em âmbito nacional, visando a universalização da água (99%) e esgotos tratados (90%) até o ano de 2033 [1].

Vale destacar que, nas funções das organizações de saneamento básico está a garantia da segurança e a qualidade dos produtos e serviços prestados à sociedade, entretanto, a ineficiência na universalização e as perdas na distribuição de água são alguns dos problemas enfrentados pelos serviços municipais de saneamento básico [4].

Em função da importância desses serviços e dos desafios para a universalização do atendimento de água potável e esgotos tratados em âmbito nacional, demanda-se maiores controles e eficácia na gestão de empreendimentos de saneamento. Obras com longos prazos de execução e com falta de confiabilidade nos prazos podem gerar o não atendimento das metas impostas via legislação e, principalmente, retardar ainda mais a disponibilização de serviços essenciais à população brasileira [5].

A falta de eficácia do planejamento e controle de projetos tem sido apontada como uma das causas de diversos problemas nos empreendimentos de construção [6]. Alguns dos problemas apontados são: a falta de coordenação e comunicação entre diferentes disciplinas; alocação inadequada de recursos; falta de informação para completar as atividades de projeto; inconsistências nos documentos produzidos; e retrabalhos nas etapas finais de projeto [6]. Esses aspectos reforçam a necessidade de atenção nas questões gerenciais relacionadas aos empreendimentos de construção.

Além disso, tem havido muito interesse na aplicação de conceitos e princípios do paradigma da Mentalidade Enxuta (ME) para melhorar a gestão da produção na construção civil. Esse paradigma responde às várias exigências do contexto atual, tendo como ênfase a eliminação de perdas [7].

Os cinco princípios fundamentais para explicar a ME: (a) especificação de valor; (b) alinhamento na melhor sequência das ações que criam valor; (c) realização dessas atividades sem interrupção; (d) realização a partir de uma solicitação; e (e) de forma

cada vez mais eficaz [7]. Esses princípios têm sido considerados como passos da produção enxuta nas empresas [7].
Considerando que o MFV é uma ferramenta que proporciona visão abrangente de todo o sistema de produção, demonstrando suas interações e possibilitando a identificação de causas de desperdícios [8], o presente trabalho apresenta a aplicação do MFV no macrofluxo do processo projeto, contratação e execução de obra, finalizando com a entrega do empreendimento à área de operações dos Sistemas de Água e de Esgotos, com o objetivo de identificar os desperdícios e propor melhorias no fluxo do processo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O fluxo de valor relaciona-se aos processos de transformação de informações e matérias primas em algo que o cliente está disposto a pagar [9]. O fluxo de valor consiste em: todas as atividades, incluindo as que não agregam valor; comunicação por toda a cadeia de fornecimento referente aos pedidos e suas previsões; e na rede de processos e operações através da qual os materiais e informações fluem, no tempo e espaço, conforme são transformados [9].
Na literatura da produção enxuta são apresentados os sete tipos de desperdícios [10], que devem ser sanados para que ocorra a minimização das atividades que não agregam valor dentro do fluxo analisado. Os desperdícios discutidos na área são: superprodução; espera; processamento; estoque; movimentação operacional desnecessária; retrabalho; e transporte [9], [10].
Para identificação dos desperdícios pode-se utilizar o MFV, ferramenta que permite enxergar os desperdícios do processo, explicitando as esperas e os problemas do fluxo no seu estado atual. Na versão do estado futuro do MFV são propostas melhorias do fluxo de valor [11].
Inicialmente o MFV era aplicado em ambientes industriais, porém seu uso foi ampliado para outros contextos [9], [12], [13]. Algumas das diretrizes para adaptação do MFV aos ambientes administrativos seguem transcritas abaixo [13]:

- O fluxo de produção deve ser segregado em processos, detalhando as atividades e pessoas envolvidas;
- Cada processo deve conter o Tempo de Realização de Atividade (TRA) e o Tempo de Permanência (TP) em cada posto:
    - O TP é o tempo total em que uma atividade leva para ser encerrada, sendo contabilizado a partir da saída da atividade anterior. Segue exposto na posição correspondente a sua atividade e na escala de tempo do MFV. A soma de todos os TP corresponde ao *lead time*.
    - TRA é o tempo de realização das atividades que agregam valor, transformando a informação em algo utilizado no produto final do MFV.
- Na transição entre processos é interessante registrar o material/dado de entrada e saída, especificando suas idas e vindas, quando for o caso.

Para a geração do MFV do estado futuro, em ambientes administrativos, envolve estes três fatores [9]:

- Entender a demanda do cliente por seus serviços e unidades de trabalho, incluindo características de qualidade e prazo de entrega;
- Implementar fluxo contínuo para que os clientes internos e externos recebam a unidade de trabalho certa, na hora certa, na quantidade certa;

- Nivelar o trabalho, distribuindo-o uniformemente, por volume e variedade, para reduzir filas e permitir que unidades de trabalho menores se movam, se for prático.

Além dos fatores acima, para aplicação das melhorias propostas, devem ser observados os seguintes aspectos [14]:

- Trabalho padronizado (sequência e atividades, ritmo e inventário padrão);
- Gerenciamento visual (qualidade, programação e controle do andamento); e
- Sistemática de melhorias (ágil identificação de problemas, comunicação direta, aplicação ágil de melhoria pelos envolvidos).

3. METODOLOGIA E DELINEAMENTO

A estratégia de pesquisa utilizada no trabalho foi o estudo de caso, que se apresenta como uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de pesquisas aplicáveis às situações práticas do dia-a-dia, combinando a teoria e o caso real para obtenção dos dados e posterior análise dos resultados [15]. O estudo empírico foi realizado numa operadora de saneamento brasileira, denominada neste artigo como “Empresa X”, uma das maiores operadoras de saneamento do Brasil.

O trabalho se deu em três fases: definição da pesquisa; desenvolvimento do trabalho; e análises finais dos resultados, descritas resumidamente a seguir:

- **Definição da pesquisa:** identificação de um tema que além de ser relevante dentro de perspectiva teórica, refere-se a um assunto bastante recorrente na Empresa X e seu setor;
- **Desenvolvimento:** elaboração dos MFV dos estados atual e futuro do fluxo do empreendimento. A versão futura do mapa contém propostas de melhorias acerca das observações constatadas ao longo do mapeamento, tendo suas informações validadas com os colaboradores de cada uma das áreas atuantes no fluxo analisado.
- **Análises Finais:** identificação de pontos que deveriam ser melhores observados e que, se contornados, viabilizaria o aumento da eficácia na execução de novos empreendimentos do setor de infraestrutura (saneamento).

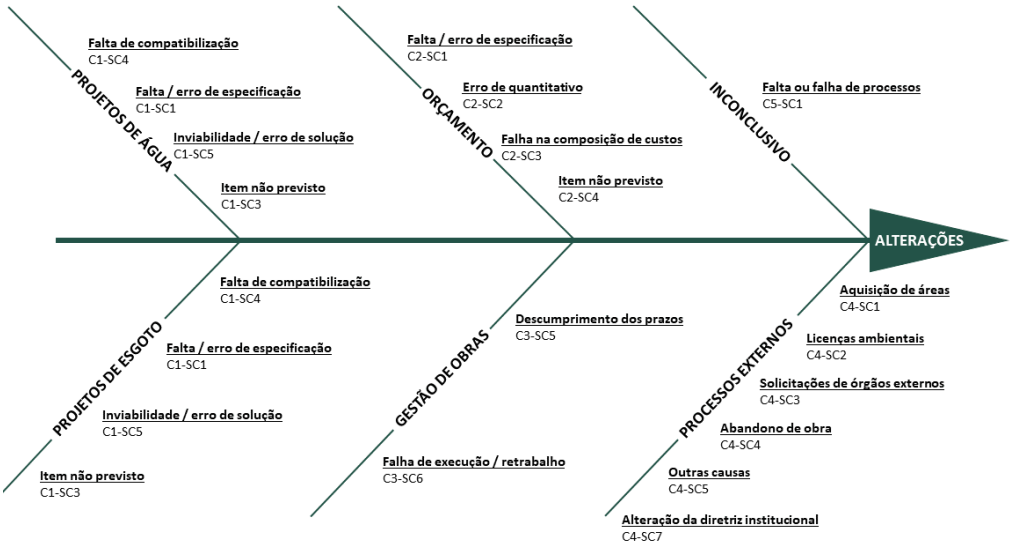
As unidades de análises foram os processos de projeto, contratação e obras. Na etapa de projeto e contratação de obras foram analisados todos os investimentos que ocorreram nos anos de 2019 e 2020, resultando em 68 Dossiês Técnicos e de Contratação. Já em relação à etapa de obra foram analisados 23 empreendimentos que estavam em andamento no mês de NOV/2021 e que possuíam mais de 25% de alteração financeira, contemplando obras de diferentes portes, sistemas (água/esgoto), escopos/naturezas (obras novas/reformas) e prazos.

Dentre os empreendimentos, encontram-se obras lineares, como o assentamento de redes de água e esgoto, e execuções de ativos mais complexos, como estações de tratamento, reservatórios, bacias de infiltração, estações elevatórias e entre outros.

Com relação à coleta de dados e à identificação das fontes de evidências, as ferramentas de obtenção de informações foram: visitas às obras e ativos de saneamento; consultas aos sistemas de gerenciamento; documentos e projetos da empresa; e entrevistas abertas (não estruturadas) com os colaboradores (agentes diretos e indiretos) dos processos contemplados no estudo. Considera-se como agentes diretos os executores das atividades dos processos analisados; e como

agentes indiretos os atuantes de determinado processo que recebem ou enviam informações aos processos investigados.
Para a análise dos dados, os registros foram compilados em um banco de informações, o qual foi utilizado para constatação dos tempos de interação entre os atuantes e identificação das rotinas comuns entre processos. As informações relativas aos desvios de planejamento, constatados na etapa de obra, foram agrupadas nas causas-raízes e suas subcausas das alterações contratuais, conforme pode ser observado no Diagrama de Ishikawa (Figura 1).

Figura 1: Causas-raízes de alteração de planejamento



Fonte: Adaptado pelos autores (acervo técnico - Empresa X).

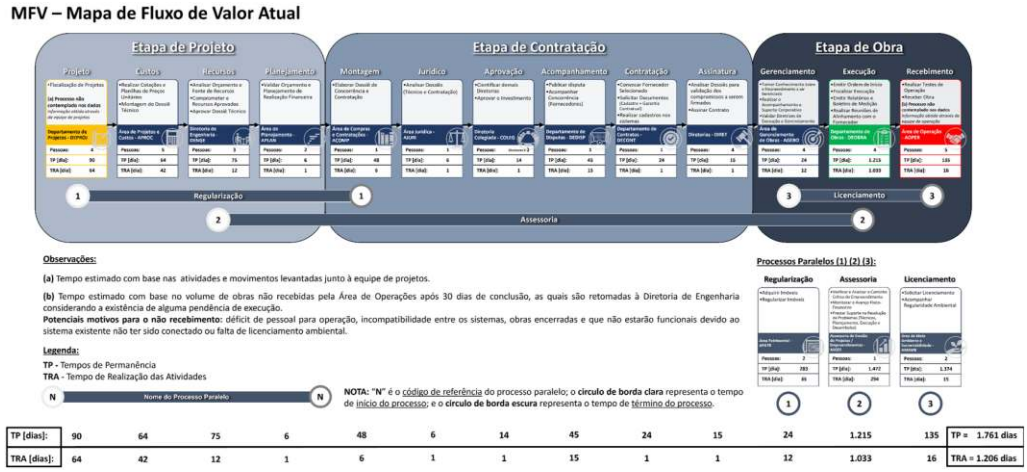
4. RESULTADOS

A seguir estão apresentados os MFV dos estados atual e futuro de empreendimento de saneamento.

4.1 MFV DO ESTADO ATUAL

Na Figura 2 está apresentada o MFV do estado atual com as principais etapas do fluxo de geração de empreendimento de saneamento. Os dados de tempo utilizados nas etapas de projeto e contratação foram obtidos a partir do tempo médio dos 68 dossiês analisados e na etapa de obra a partir do tempo médio das 23 obras da amostra.

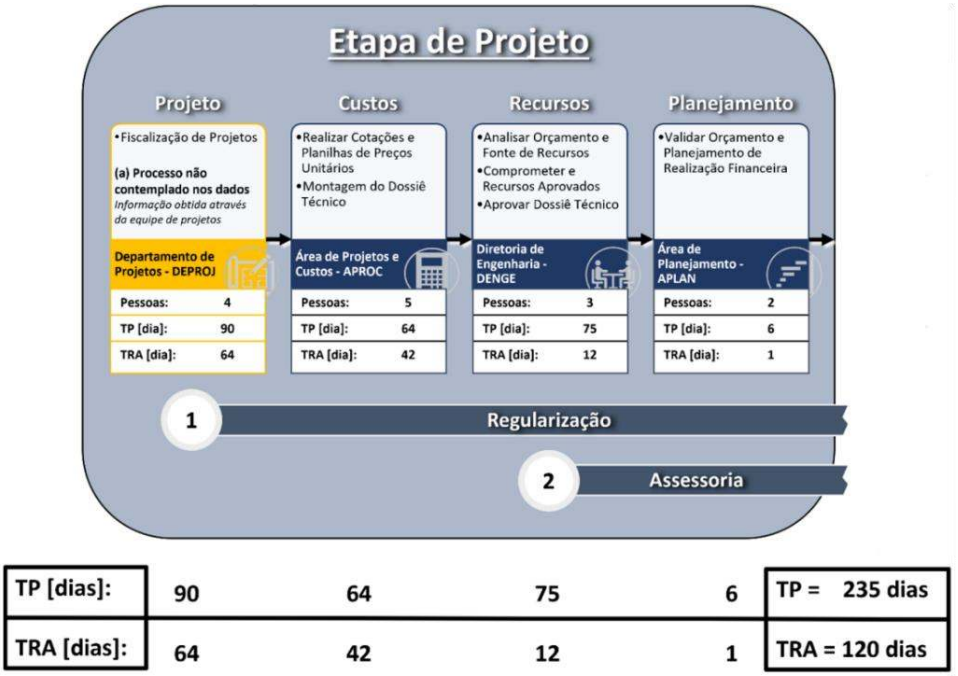
Figura 2: MFV Atual - Todas as Etapas



Fonte: os autores.

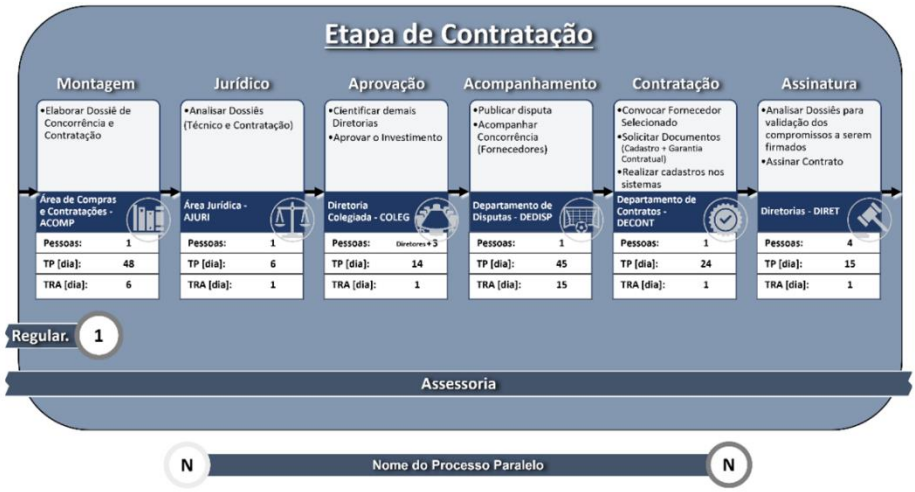
Para melhor visualização do MFV, apresentado na Figura 2, o mapa foi dividido da seguinte forma: Figura 3 (Projeto), Figura 4 (Contratação) e Figura 5 (Obra).

Figura 3: MFV Atual - Etapa de Projeto



Fonte: os autores.

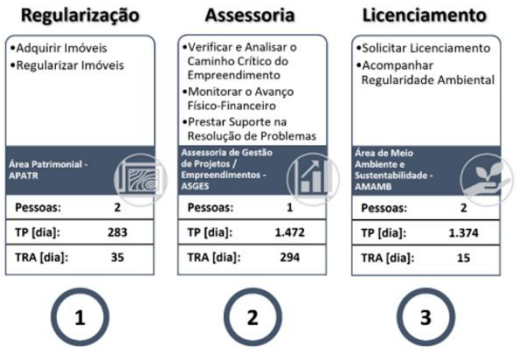
Figura 4: MFV Atual - Etapa de Contratação e Processos Paralelos



NOTA: "**N**" é o código de referência do processo paralelo; o **circulo de borda clara** representa o tempo de início do processo; e o **circulo de borda escura** representa o tempo de término do processo.

TP [dias]:	**48**	**6**	**14**	**45**	**24**	**15**	**TP = 152 dias**
TRA [dias]:	**6**	**1**	**1**	**15**	**1**	**1**	**TRA = 25 dias**

Processos Paralelos (1) (2) (3):



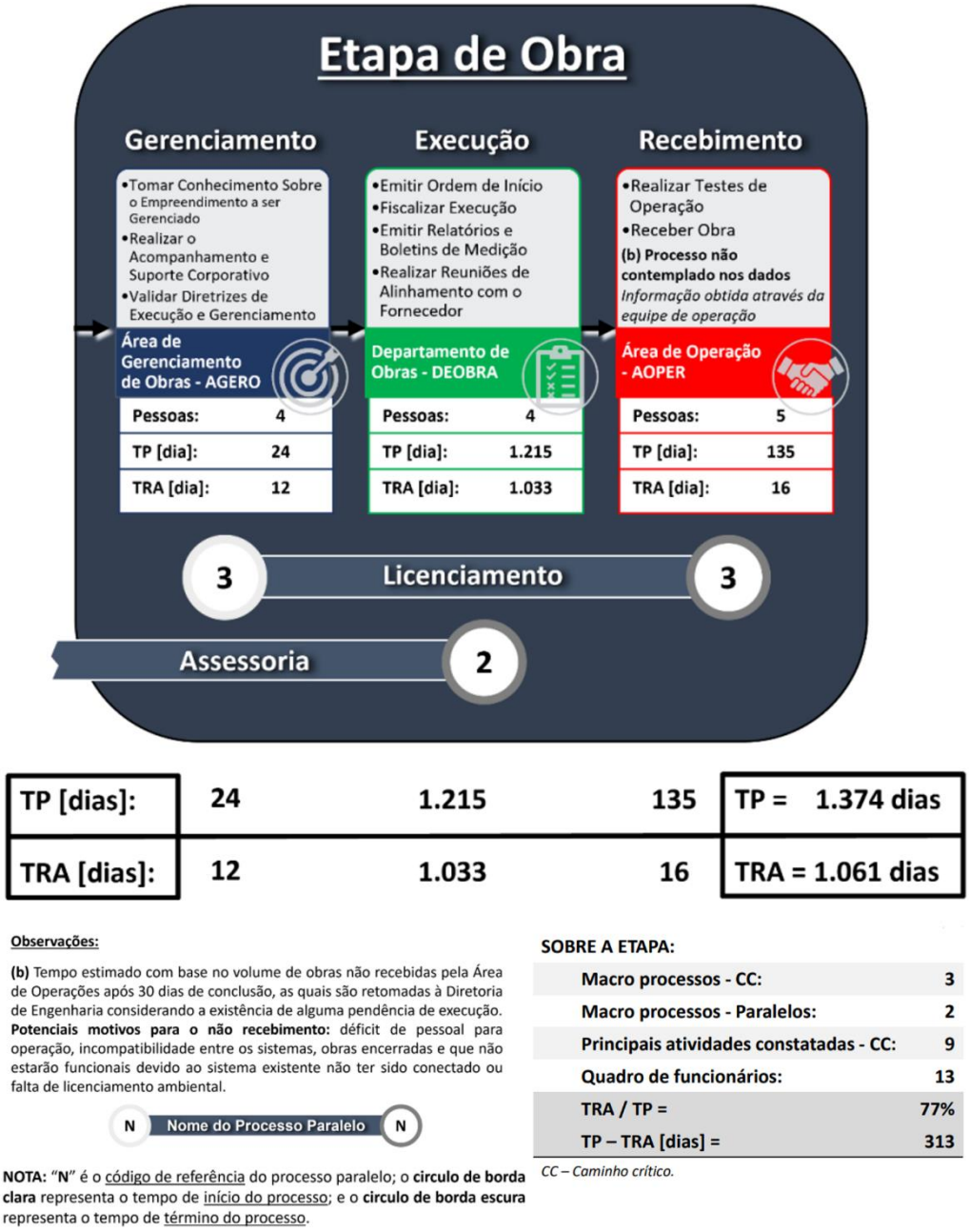
SOBRE A ETAPA:

Macro processos - CC:	**6**
Macro processos - Paralelos:	**2**
Principais atividades constatadas - CC:	**11**
Quadro de funcionários:	**11 + Dir.**
TRA / TP =	**16%**
TP – TRA [dias] =	**127**

CC – Caminho crítico.

Fonte: os autores.

Figura 5: MFV Atual - Etapa de Obra



TP [dias]:	24	1.215	135	TP = 1.374 dias
TRA [dias]:	12	1.033	16	TRA = 1.061 dias

Observações:

(b) Tempo estimado com base no volume de obras não recebidas pela Área de Operações após 30 dias de conclusão, as quais são retomadas à Diretoria de Engenharia considerando a existência de alguma pendência de execução. **Potenciais motivos para o não recebimento:** déficit de pessoal para operação, incompatibilidade entre os sistemas, obras encerradas e que não estarão funcionais devido ao sistema existente não ter sido conectado ou falta de licenciamento ambiental.

N — Nome do Processo Paralelo — N

NOTA: "**N**" é o código de referência do processo paralelo; o **circulo de borda clara** representa o tempo de início do processo; e o **circulo de borda escura** representa o tempo de término do processo.

SOBRE A ETAPA:	
Macro processos - CC:	3
Macro processos - Paralelos:	2
Principais atividades constatadas - CC:	9
Quadro de funcionários:	13
TRA / TP =	77%
TP – TRA [dias] =	313

CC – Caminho crítico.

Fonte: os autores.

No MFV do estado atual (Figura 2) constam as principais atividades que fazem parte do fluxo dos processos dos empreendimentos de saneamento da Empresa X. As atividades foram agrupadas de acorda com as etapas de projeto, contratação e obra. Além dessas atividades, estão representados no MFV os seguintes processos, que ocorrem de forma paralela: regularização fundiária, assessoria de projetos e licenciamento ambiental. Na linha do tempo estão apresentados os tempos de permanência e de realização das atividades, além da quantidade de profissionais envolvidas em cada um destes setores.

Na Figura 6 está apresentado o modelo de resumo utilizado para representação do fluxo observado com o TP por atuante das atividades, descritas no MFV do estado atual (Figura 2). Ainda neste resumo, constam os períodos atrelados a construção dos

Dossiês Técnico e de Contratação, além do período acumulado entre a etapa inicial de projeto e a assinatura do contrato de execução do empreendimento; e o período total do fluxo mapeado.

Figura 6: Modelo de Resumo - Tempo Médio | Área Atuante e Elaboração Documental (atual)

Etapa:	Dossiê Técnico				Dossiê de Contratação						Execução		
	Projeto				Compras						Obra		
Atuante:	DEPROJ	APROC	DENGE	APLAN	ACOMP	AJURI	COLEG	DEDISP	DECONT	DIRET	AGERO	DEOBRA	AOPER
Permanência [dias]:	90	64	75	6	48	6	14	45	24	15	24	1.215	135
		Data base (composição dos custos) até assinatura do contrato:								297			
Permanência por Etapa [dias]:	Dossiê Técnico:			235	Dossiê de Contratação:					152			1.374
	Projeto até assinatura do contrato:									387			
	Projeto até a conclusão da obra:												1.761

Fonte: os autores.

A Figura 7 apresenta o modelo detalhado utilizado para análise das informações registradas, sinalizando as informações por atuante de cada atividade mapeada. Neste caso, utilizou-se o número de interações com o processo (Idas) e demais indicadores apresentados (TP, TRA e Idas), visando proporcionar o detalhamento do fluxo atual para proposição de melhorias no MFV do estado futuro.

Figura 7: Modelo de Detalhamento - Tempo Médio, Pessoas, Interações e Indicadores (atual)

		Atuante	Etapa	Pessoas	TP [dia]	TRA [dia]	Idas	TP / Idas [dia]	TRA / Idas [dia]	TRA / TP	(TP/Idas) / TP	(TRA/Idas) / TP	TP - TRA [dia]
Do projeto à operação	Do projeto ao contrato assinado	DEPROJ	Projeto	4	90	65	1	90	65	72%	100%	72%	25
	Dos custos ao contrato assinado	APROC	Projeto	5	64	42	6	10,5	7	66%	16%	11%	22
		DENGE	Projeto	3	75	12	9	8,5	1,5	16%	11%	2%	63
		APLAN	Projeto	2	6	1	2	3	0,5	17%	50%	8%	5
		ACOMP	Compras	1	48	6	8	6	1	13%	13%	2%	42
		AJURI	Compras	1	6	1	1	6	1	17%	100%	17%	5
		COLEG	Compras	10	14	1	1	14	1	7%	100%	7%	13
		DEDISP	Compras	1	45	15	2	22,5	7,5	33%	50%	17%	30
		DECONT	Compras	1	24	1	2	12	0,5	4%	50%	2%	23
		DIRET	Compras	4	15	1	1	15	1	7%	100%	7%	14
		TOTAL:	**17%**	**28**	**297**	**80**	**-**	**97,5**	**21,0**	**27%**	**33%**	**7%**	**217**
		TOTAL:	**22%**	**32**	**387**	**145**	**-**	**187,5**	**86,0**	**37%**	**48%**	**22%**	**242**
	Da obra à operação	AGERO	Obra	4	24	12	1	24,0	12	50%	100%	50%	12
		DEOBRA	Obra	4	1.215	1.033	1	1.215	1.033	85%	100%	85%	182
		AOPER	Obra	5	135	16	2	67,5	8	12%	50%	6%	119
		TOTAL:	**78%**	**13**	**1.374**	**1.061**	**-**	**1.306,5**	**1.053**	**77%**	**95%**	**77%**	**313**
		TOTAL:	**100%**	**45**	**1.761**	**1.206**	**-**	**1.494**	**1.139**	**68%**	**85%**	**65%**	**555**
Processos paralelos		APATR	Paralelo	2	283	35	3	94,5	11,5	12%	33%	4%	248
		ASGES	Paralelo	1	1.472	294	15	98	19,5	20%	7%	1%	1.178
		AMAMB	Paralelo	2	1.374	15	3	458	5	1%	33%	0%	1.359
		TOTAL:	**-**	**5**	**-**	**-**	**-**	**651**	**36**	**-**	**-**	**-**	**-**

Legenda: **TP – Tempo de Permanência / TRA – Tempo de Realização das Atividades**

Fonte: os autores.

A partir da análise MFV do estado atual foi constatado que, durante o fluxo observado, a etapa de obra corresponde 78% do tempo total registrado e apenas 5% do tempo total é empenhado na elaboração e fiscalização de projetos.

Do tempo total médio de duração do fluxo de valor do estado atual, observou-se que em apenas 68% do TP existe a realização de atividades; e que alguns deles possuem diversas interações durante a realização do mesmo fluxo. Ou seja, existe a possibilidade de redução do número de interação, padronização e capacitação dos envolvidos, além da utilização de documentos de suporte, como *check-lists* de controle para validação de envio à próxima etapa. Tais recursos podem contribuir com uma maior eficácia durante a execução dos processos.

No MFV do estado atual também foi constatado que existe uma variação de 555 dias entre o TP médio e o TRA médio, ou seja, um tempo correspondente a um ano e meio sem atividades em execução.

A partir dessa análise, foi possível observar que o prazo médio para elaboração dos Dossiês Técnico foi de 235 dias, para o de Contratação foi de 152 dias e para emissão da Ordem de Início – após a definição do fornecedor e assinatura do contrato de investimento – foi de 68 dias.

Também foi possível observar o impacto gerado indiretamente ao planejamento através das alterações de prazo. Sobre este ponto foi percebido que o tempo de defasagem médio entre a data base da elaboração do orçamento até a efetiva contratação do fornecedor para execução é em torno de 10 meses, os quais antecipam a incidência de reajustamento aos valores medidos na obra.

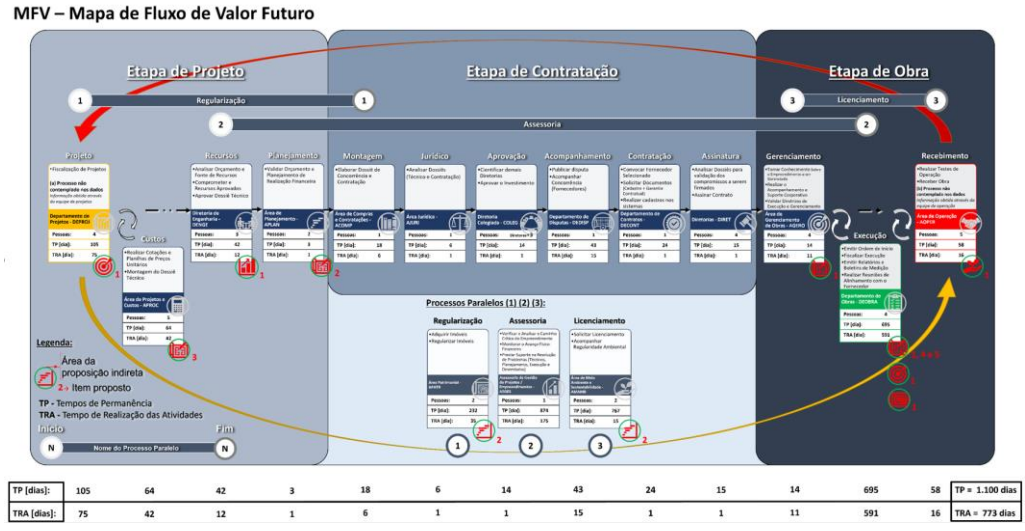
Observou-se também que muitas das vezes a elaboração do projeto se tratava de um estudo realizado em anos anteriores e que a solução disponibilizada para execução demandava de revisões e, algumas das vezes, até alterações de tecnologias e sistemas adotados inicialmente no escopo da obra.

Importante ressaltar que no período analisado houve a pandemia do coronavírus, a qual impactou os tempos e valores de execução das obras e tramitação dos processos administrativos observados, principalmente no ano de 2020, com a paralisação das atividades durante o período de maior criticidade da pandemia e a elevação dos custos dos insumos de construção (exemplo: aço).

4.2 MFV DO ESTADO FUTURO

A partir das análises do MFV do estado atual foram propostas melhorias, as quais resultaram no MFV do estado futuro, apresentado na Figura 8.

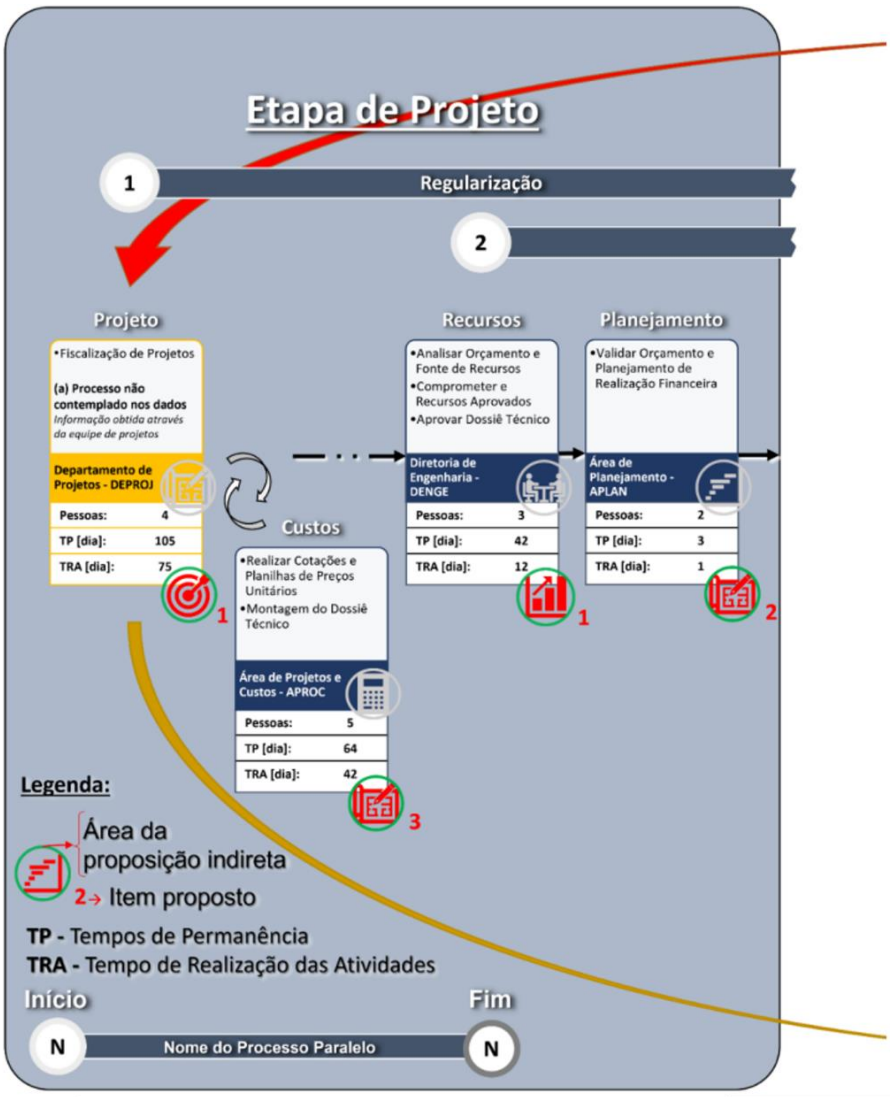
Figura 8: MFV Futuro - Todas as Etapas



Fonte: os autores.

Para melhor visualização do MFV, apresentado na Figura 8, o mapa foi dividido da seguinte forma: Figura 9 (Projeto), Figura 10 (Contratação) e Figura 11 (Obra). Para demonstrar os impactos gerados a partir do MFV proposto, as Figuras 9, 10 e 11 trazem os detalhamentos com quantitativo de melhorias e indicadores de produtividade.

Figura 9: MFV Futuro - Etapa de Projeto



TP [dias]:	105	64	42	3	TP = 214 dias
TRA [dias]:	75	42	12	1	TRA = 130 dias

PROPOSTA (S) DE MELHORIA (S):	
Originadas na etapa:	6
Repercussão Direta:	6
Repercussão Indireta[1]:	2

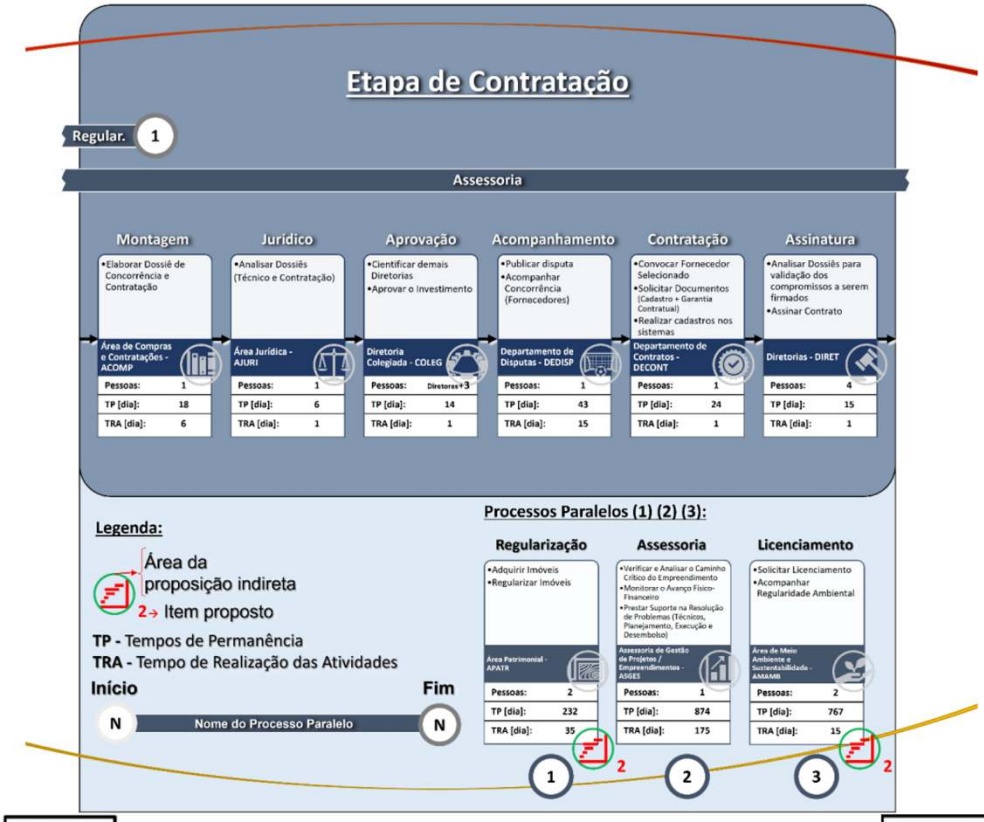
[1]indireta – oriunda de outra etapa ou de macroprocesso paralelo.

SOBRE A ETAPA:	
Macro processos - CC:	4
Macro processos - Paralelos:	2
Principais atividades constatadas - CC:	7
Quadro de funcionários:	14
TRA / $TP_{Estado\ Atual}$ =	51%
TRA / $TP_{Estado\ Futuro}$ =	61%
TP – $TRA_{Estado\ Atual}$ [dias] =	115
TP – $TRA_{Estado\ Futuro}$ [dias] =	84

CC – Caminho crítico.

Fonte: os autores.

Figura 10: MFV Futuro - Etapa de Contratação e Processos Paralelos



TP [dias]:	18	6	14	43	24	15	TP = 120 dias
TRA [dias]:	6	1	1	15	1	1	TRA = 25 dias

PROPOSTA (S) DE MELHORIA (S):	
Originadas na etapa:	3
Repercussão Direta:	3
Repercussão Indireta[1]:	-

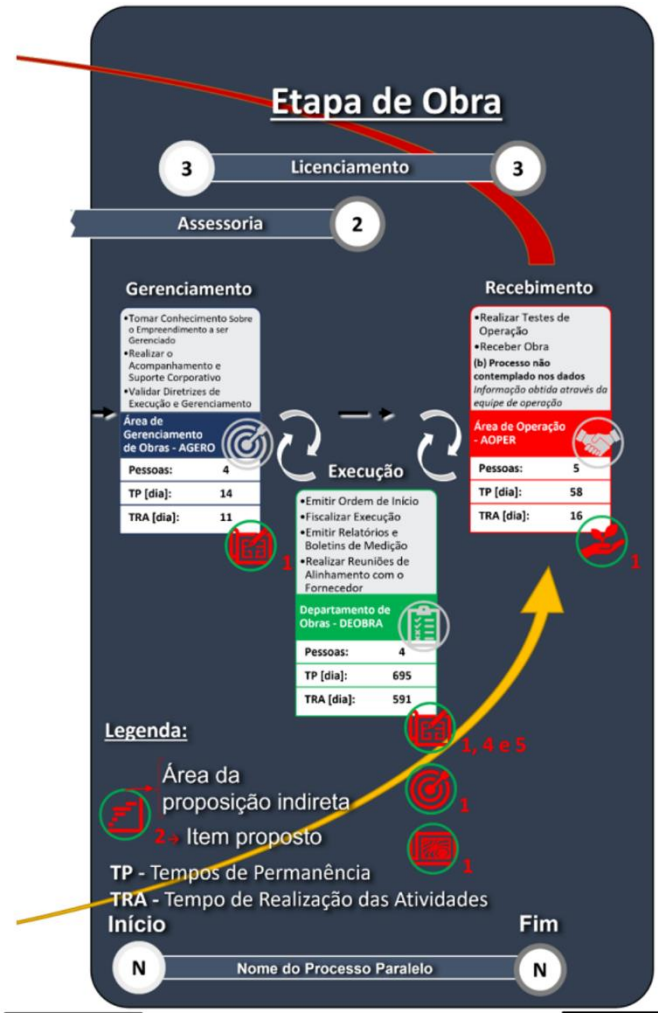
[1]indireta – oriunda de outra etapa ou de macroprocesso paralelo.

SOBRE A ETAPA:	
Macro processos - CC:	6
Macro processos - Paralelos:	2
Principais atividades constatadas-CC:	11
Quadro de funcionários:	11 +Dir
$TRA / TP_{Estado\ Atual}$ =	16%
$TRA / TP_{Estado\ Futuro}$ =	21%
$TP - TRA_{Estado\ Atual}$ [dias] =	127
$TP - TRA_{Estado\ Futuro}$ [dias] =	95

CC – Caminho crítico.

Fonte: os autores.

Figura 11: MFV Futuro - Etapa de Obras



TP [dias]:	14	695	58	TP = 766 dias
TRA [dias]:	11	591	16	TRA = 618 dias

PROPOSTA (S) DE MELHORIA (S):	
Originadas na etapa:	3
Repercussão Direta:	3
Repercussão Indireta[1]:	6

[1]indireta – oriunda de outra etapa ou de macroprocesso paralelo.

SOBRE A ETAPA:	
Macro processos - CC:	3
Macro processos - Paralelos:	2
Principais atividades constatadas - CC:	9
Quadro de funcionários:	13
TRA / $TP_{Estado\ Atual}$ =	77%
TRA / $TP_{Estado\ Futuro}$ =	81%
TP – $TRA_{Estado\ Atual}$ [dias] =	313
TP – $TRA_{Estado\ Futuro}$ [dias] =	148

CC – Caminho crítico.

Fonte: os autores.

No MFV do estado futuro (Figura 8) estão apresentadas as mesmas atividades do MFV do estado atual, porém as interfaces entre as mesmas foram melhores organizadas e otimizações. Nas propostas buscou-se alternativas de forma que algumas atividades pudessem ocorrer de forma paralela, além da mitigação do retrabalho medido pelo número de “idas” demonstradas na Figura 7.

Um dos aspectos considerados no MFV do estado futuro, para que se evite o retrabalho – atrelado diretamente às atividades operacionais e administrativas do

fluxo investigado – foi na atuação direta nas causas-raízes da alteração de planejamento na etapa de obra.

Uma outra proposta apresentada no MFV do estado futuro é a retroalimentação entre projeto, execução e operação, através de alinhamentos multidisciplinares entre as áreas relacionadas, para que se busquem soluções e melhorias logo que constatado algum tipo de inconformidade durante o recebimento ou execução das obras.

Considerando que a etapa de projeto corresponde cerca de 5% do tempo TRA do fluxo de valor analisado, e que segundo as análises realizadas aproximadamente 80% das alterações de planejamento na etapa de obra – das 23 obras analisadas – estava associada a etapa de projeto, no MFV do estado futuro foi proposto um aumento de 15 dias para alteração e melhorias de suas práticas.

Como um exemplo de melhoria proposta à etapa de projeto, propôs-se a padronização de ativos a serem projetados (dimensões, soluções e layouts), viabilizando a antecipação das atividades de custos; a capacitação continuada das equipes de execução; e o adequado recebimento do ativo pelo setor de operações. Esta sugestão visa, também, proporcionar maior celeridade das próximas etapas atreladas às cotações, suprimentos, definição da fonte de recurso financeiro, entre outros pontos os quais também impactam no caso de implementação de pacotes de alterações/aditivos em obras em andamento.

No MFV do estado futuro foram propostas outras 25 ações diretas e indiretas relacionados ao fluxo de empreendimento de saneamento, levando como base as obras e processos administrativos analisados e sua categorização entre as seis causas-raízes apresentadas no Diagrama de Ishikawa e as 21 subcausas (Figura 1)

A partir da readequação das proporções entre as etapas existentes no fluxo de valor, espera-se que a etapa de obra passe a equivaler a 70% do tempo total de fluxo e o processo de elaboração (atividade realizada pela equipe da empresa X), e fiscalização de projetos (equipe terceirizada) passa a corresponder 9% do total de tempo empregado no fluxo de valor da execução de empreendimentos de saneamento.

Embora essas diferenças percentuais não pareçam representar grandes impactos ao fluxo como um todo, elas geram uma otimização de 41% na relação entre o TP e TRA, considerando o MFV do estado atual, em relação ao projetado MFV do estado futuro. Somando aos resultados apresentados acima, tornou possível a visualização da redução de desperdícios na ordem de 26% do tempo nas duas primeiras etapas do fluxo de valor (projeto e contratação), proporcionando uma otimização de 52% na etapa de obra. A partir da aplicação das recomendações mencionadas e das adequações à cultura da instituição, a estimativa de aumento de produtividade pode resultar na redução do tempo de fluxo em 661 dias, partindo do TP médio de 1.761 dias para 1.100 dias.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados constatou-se que é possível utilizar a ferramenta do MFV, para representação e proposição de melhorias acerca do fluxo de geração de empreendimentos de saneamento. Para a utilização da ferramenta, foi necessária a adaptação das atividades existentes no fluxo mapeado para macroprocessos, viabilizando um olhar gerencial sobre os principais processos relacionados aos atuantes constatados na investigação.

Destaca-se que diversas obras investigadas tiveram início nos anos de 2015 e 2016 e ainda seguiam em andamento no período de observação, possuindo diversas alterações anteriores ao ano de 2020, deste modo sinalizando que parte considerável

das alterações de planejamento ocorreram de maneira independente à situação de saúde global da época (pandemia do coronavírus).

Para proposição das melhorias foram utilizados quadros analíticos e o Diagrama de Ishikawa, para atuação direta e indireta nas causas-raízes dos desvios de planejamento existentes. O uso dessas ferramentas, possibilitou a quantificação das melhorias propostas no MFV do estado futuro.

Vale enfatizar que o detalhamento de cada macroprocesso tende a mudar conforme a cultura organizacional e necessidades locais da empresa, além de que o setor de saneamento no Brasil vem passando por um considerável aquecimento, em decorrência do Novo Marco Legal do Saneamento.

Cabe destacar que o setor vem apresentando forte atuação privada, a qual também possibilita grande diferenciação entre as etapas mapeadas, principalmente na etapa de contratação, que apesar de terem sido propostas melhorias no MFV do estado futuro, existem limitações de redução de prazos em decorrência dos ritos públicos.

Ao longo da realização deste estudo algumas das melhorias propostas foram testadas e implantadas na organização investigada, obtendo resultados positivos para a Companhia de Saneamento, validando a aplicação do mapeamento.

AGRADECIMENTOS

À Empresa X, Universidade Federal do Rio Grande do Sul e empresa Planeja & Realiza, pela disponibilidade, interesse e suporte ao longo do desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] BRASIL. (2020). **Lei no 14.026 de 15 de julho de 2020.** Brasília.

[2] SNIS. (2023). **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento.** Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel. Acesso em: 05 de janeiro de 2023.

[3] CARVALHO, M. (2021). **Consumo e perdas no sistema de abastecimento de água de Guaratuba, Pontal do Paraná e Matinhos (Litoral do Paraná).** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária, Campus avançado Pontal do Paraná. Pontal do Paraná.

[4] SCARATTI, D.; STRÖEHER, A. (2014). **Avaliação da universalização do saneamento básico em municípios brasileiros prestados por sistemas municipais comparativamente ao IDHM utilizando Data Envelopment Analysis (DEA).** Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, [S. l.], p. 7. Disponível em: https://unoesc.emnuvens.com.br/siepe/article/view/5235. Acesso em: 02 julho de 2022.

[5] COSTA, M.; ALMEIDA, F. (2021). **Análise de aditivos contratuais em obras públicas no estado de Minas Gerais.** The Journal of Engineering and Exact Sciences – jCEC, Vol. 07 n. 01, p. 2.

[6] BULHÕES, I.; PICCHI, F. (2013). **Redução do tamanho do lote em projetos como estratégia de implementação do fluxo contínuo em sistemas pré-fabricados.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 161-175.

[7] WOMACK, J.; JONES, D. (1996). **A Mentalidade Enxuta das Empresas.** Rio de Janeiro: Elsevier.

[8] KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. (2009). **Administração de produção e operações.** 8. Ed. São Paulo: Prentice Hall.

[9] TAPPING, D.; SHUKER, T. (2010). **Lean Office: Gerenciamento do Fluxo de Valor para Áreas Administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas.** São Paulo: Leopardo Editora.

[10] OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997. 149p.

[11] CARDOSO, A.; CRUZ, W. (2021). **Lean Office: Uma Vida Sem Desperdício no Escritório.** Valinhos: Ed. dos Autores.

[12] ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999). **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil.

[13] REIS, T. (2004). **Aplicação da Mentalidade Enxuta no Fluxo de Negócios da Construção Civil a Partir do Mapeamento do Fluxo de Valor.** Campinas, SP, 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

[14] PICCHI, F. (2002). **Lean Prnciples and the construction mains flows.** In: ANNUAL CONF. INT. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8º, 2000, UK. Brighton, UK, July 17-19.

[15] YIN, R. (1994). **Pesquisa Estudo de Caso – Desenho Métodos (2 ed.).** Porto Alegre: Bookman.