

Otimização de linha de produção de quadros de distribuição

- O que motivou?

Otimizar processos significa realizar auditorias nos fluxos de atividades de trabalho, sejam elas automatizadas ou não, visando encontrar gargalos de produção, erros ou desperdício de tempo. O objetivo é alcançar o resultado traçado pela empresa, porém, com menos recursos e mais eficácia.

O desafio proposto era montar uma linha de produção para quadros de distribuição que alimentam câmeras de vigilância de um circuito de televisão fechada (CFTV). O modelo de produção inicialmente aplicado foi cada colaborador munido de todas as ferramentas montar um quadro por completo, do início ao fim.

Os resultados desse modelo estão expostos na figura 1:

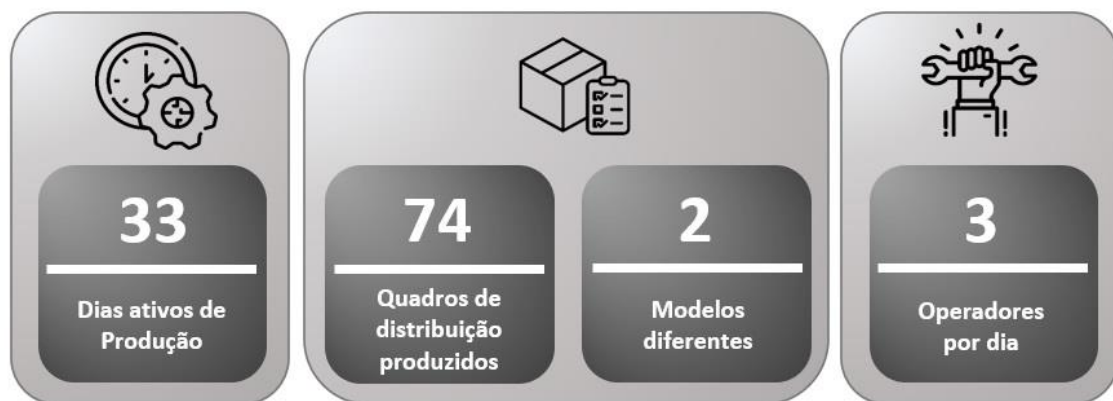


Figura 1 - Resultados da produção anterior.

Alguns problemas também foram levantados dentro desse modelo, tais como:

- ❖ Despadronização – Como cada operador era responsável por seu quadro de distribuição, era normal que existissem padrões diferentes entre unidades do mesmo modelo;
- ❖ Ineficiência na demanda do tempo – Parte do tempo era perdido na transição de atividades, ou em conflito de atividades entre os operadores, onde os mesmos teriam que usar a mesma ferramenta;
- ❖ Ineficiência no controle do espaço – Não havia uma organização do espaço de trabalho que era definido pelos próprios operadores e mudava constantemente.
- Objetivo;

Dividir todas as atividades, separar grupos principalmente pelos insumos e pelas ferramentas aplicadas em cada ação, a fim de que operadores diferentes possam atuar simultaneamente, sem interrupções por uso do mesmo espaço ou do mesmo equipamento.

Otimizar o espaço de maneira que as áreas de trabalho sejam amplas, para pelo menos duas pessoas atuarem ao mesmo tempo e afastados de um possível trânsito de outras pessoas, e garantir um fluxo de produção livre de obstáculos.

Estimar tempo de cada atividade para controle de prazos e produtividade, e elaborar uma planilha para controle de produção com um Dashboard para acompanhamento e apresentação de resultados.

- Metodologia;

O volume do novo projeto seria de 124 unidades, os espaços para armazenamento dos quadros foram calculados e reservados. Assim como os espaços para atuação dos operadores, procurando sempre acomodar mais de um no mesmo ambiente, para interação e cooperação entre eles. Além de deixar sempre o espaço de trânsito afastado desse espaço de produção, sendo tudo isso organizado de forma que o fluxo do processo seguisse de forma fluída e regular no ambiente.

Em seguida foram divididas as etapas no processo de confecção dos quadros de distribuição, definidas em 4 macro etapas de diferentes abordagens:

- ❖ Confecção mecânica – Contava com todo o trabalho mecânico feito nos quadros, dividido em 5 ações: furação dos quadros, furação da chapa interna, cortes do trilho DIN e da canaleta e por fim, montagem mecânica;
- ❖ Confecção elétrica – Conexão elétrica interna do quadro, contando com 2 ações, a primeira onde os cabos eram preparados e identificados e a segunda onde esses cabos eram instalados;
- ❖ Testes – Eram realizados inspeções e testes em cada unidade para corrigir possíveis defeitos gerados nas etapas anteriores;
- ❖ Expedição – Empacotamento das unidades para transporte.

Com todo o processo estruturado, restou elaborar a planilha para acompanhar todo o processo. O intuito é sempre minimizar ao máximo o trabalho do usuário para a entrada de dados e apresentar de forma dinâmica o maior número de resultados relevantes para o acompanhamento detalhado do projeto.

Observando isso a aba da planilha para a inserção dos dados ficou com linhas separando os dias ativos de produção e colunas definidas por etapas. Cada etapa com as informações de quantitativo de repetições realizadas e o fator de trabalho, que representa o somatório das porcentagens de horas por dia dos operadores que atuaram na produção do quantitativo descrito, considerando as 8h diárias, 480 minutos, como o 100%. Ou seja, num exemplo prático, para furação de 24 caixas foram despendidas as 8h de 1 operador, onde esse operador utilizou de 100% das suas horas de trabalho para tal ação, logo o quantitativo de caixas foi 24 e o fator de trabalho foi 100%.

Inseriu-se na última coluna um espaço para observações diárias, informações como justificativas de resultados e anotações para melhorias de performance poderiam ser descritas e aplicadas. O resultado final é o que mostra a figura 2, que teve uma aba para um planejamento prévio, com a finalidade de estimar um cronograma para a produção, e outra para acompanhamento real da produção cujo os dados eram computados e processados nas demais planilhas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
		Caixa		Chapa laranja		Trilho DIN		Calha		Montagem		Confeção cabos		Cabeamento		Testes		Embalagem	
	Dia	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho	Quantidade	Fator de trabalho
3	Dia 1	24	1					24	1										
4	Dia 2	24	1					24	1										
5	Dia 3	24	1					24	1										
6	Dia 4	24	1					24	1										
7	Dia 5	24	1					24	1										
8	Dia 6	8	0,333	16	0,667	32	0,667	8	0,333										
9	Dia 7			24	1	48	1												
10	Dia 8			24	1	48	1												
11	Dia 9			24	1					16	1								
12	Dia 10			24	1							6	1						
13	Dia 11			16	0,667							2	0,333	6	1				
14	Dia 12									8	0,5	6	1	3	0,5	6	0,188		
15	Dia 13											9	1,5	3	0,5				
16	Dia 14											6	1	6	1	6	0,188		
17	Dia 15									16	1			6	1	6	0,188		
18	Dia 16											6	1	6	1	6	0,188		
19	Dia 17											6	1	6	1	6	0,188		
20	Dia 18									8	0,5	3	0,5	6	1	6	0,188		
21	Dia 19											6	1	6	1	6	0,188		
22	Dia 20									16	1	6	1			6	0,188		
23	Dia 21											6	1	6	1				
24	Dia 22											6	1	6	1	6	0,188		
25	Dia 23									8	0,5	3	0,5	6	1	6	0,188		
26	Dia 24											6	1	6	1	6	0,188		

Figura 2 – Aba para inserção de dados diários.

A princípio os dados principais eram processados e apresentados na mesma aba, onde mais algumas variáveis eram determinadas, de forma que o espaço se tornou pequeno para tanta informação. A tabela principal, exposta na figura 3, que tratava todos os números, tempos estimados, custos de mão de obra e tempo, previsões e porcentagens, a partir dessa tabela que era gerado o gráfico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Atividade	Tempo Estimado [min]	Tempo despendido [min]	Custo do insumo [R\$ por unidade]	Dias úteis previstos para conclusão	Dias úteis estimados para conclusão	Custo da parte no produto final [R\$ por unidade] (previsão)	Custo da parte no produto final [R\$ por unidade] (real)	Trabalho concluído	Trabalho a realizar	
1											
2	Caixa	20	26,496	0,00	2,6	0	4,16	5,52	100,00%	0,00%	
3	Chapa laranja	20	22,08	0,00	2,6	0	4,16	4,60	100,00%	0,00%	
4	Trilho DIN	10	5,952	0,00	1,3	0	2,08	1,24	100,00%	0,00%	
5	Calha	20	22,464	0,00	2,6	0	4,16	4,68	100,00%	0,00%	
6	Montagem	30	30,31296	0,00	3,9	0	6,24	6,32	100,00%	0,00%	
7	Confeção cabos	80	58,512	0,00	10,4	0	16,64	12,19	100,00%	0,00%	
8	Cabeamento	80	91,9872	0,00	10,4	2,4	16,64	19,16	80,00%	20,00%	
9	Testes	15	12,906	0,00	2	0,3	3,20	2,69	80,00%	20,00%	
10	Embalagem	15	5,85344	0,00	2	0	3,20	1,05	100,00%	0,00%	
11	Produção								92,39%	7,61%	
12											
13	Número de feriados		0								
14											
15	Tipo do Quadro		Quantidade								
16	1		38								
17	2		47								
18	3		15								
19	4		25								
20											
21	Lotes de		9								
22											
23											
24	Quantidade de quadros		125								
25	Quantidade de colaboradores		2								
26	Custo diário de 1 colaborador		100								

Figura 3 – Aba para inserção de dados do projeto, processamento dos dados e apresentação.

Na lateral esquerda, detalhada na figura 4, eram inseridas todas as variáveis de entrada da produção, dados como quantidade de quadros que iriam ser produzidos, lotes de produção, quantidade de operadores atuando, custo por operador e data inicial eram inseridos para em seguida gerar as estimativas de conclusão e de custos.

	A	B	C	D
10	Embalagem	15	5,05344	0,0
11	Produção			
12				
13	Número de feriados	0		
14				
15	Tipo do Quadro	Quantidade		
16	1	38		
17	2	47		
18	3	15		
19	4	25		
20				
21	Lotes de	9		
22				
23				
24	Quantidade de quadros	125		
25	Quantidade de colaboradores	2		
26	Custo diário de 1 colaborador	100		
27	Data de início	17/01/2019		
28				
29		Data de conclusão	Valor unitário do quadro (R\$)	
30	Estimativa	11/03/2019	60,48	
31	Real	05/03/2019	57,45	
32				
33	Produção	92,39%		
34				

Figura 4 – Parte da aba dedicada a inserção das variáveis de entrada.

Na lateral direita o gráfico pizza dinâmico que engloba todas as 9 etapas de confecção dos quadros e o processo global de produção. O dinamismo do gráfico foi implementado através de VBA, o que permitia uma apresentação simples do andamento das etapas.

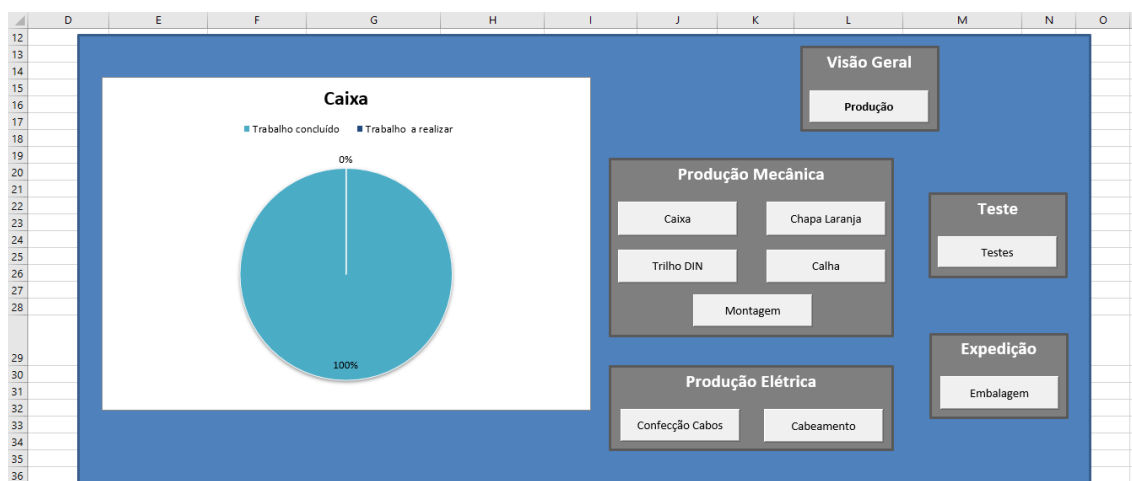


Figura 5 – Parte da aba dedicada anteriormente dedicada a apresentação dos resultados.

Visando melhorar o modo de apresentação dos resultados e organizar melhor os espaços da planilha, foi criado um dashboard em uma aba nova, com o intuito de ter uma visão completa dos principais dados e um acompanhamento mais detalhado e completo do processo. O dashboard conta com nove displays analógicos VU indicam o progresso de cada uma das etapas, e o décimo é o indicador geral da produção. Contendo também um letreiro com informações atualizadas de atendimento de prazo, previsão de conclusão e taxa de produção.

Além de contar com diferentes perspectivas selecionáveis, para uma análise mais detalhada, com opções de visualização da produção do dia anterior na seleção de "Ontem", a produtividade no último dia em que cada etapa foi realizada na seleção de "Último dia" e a perspectiva geral da produção em "Total".

O letreiro e as seleções foram programados com funções do próprio Excel, mas os gráficos não contam com modelos disponíveis para serem aplicados e para implementação tiveram que ser desenhados com as ferramentas disponíveis e funcionam por meio de programação feita em VBA.

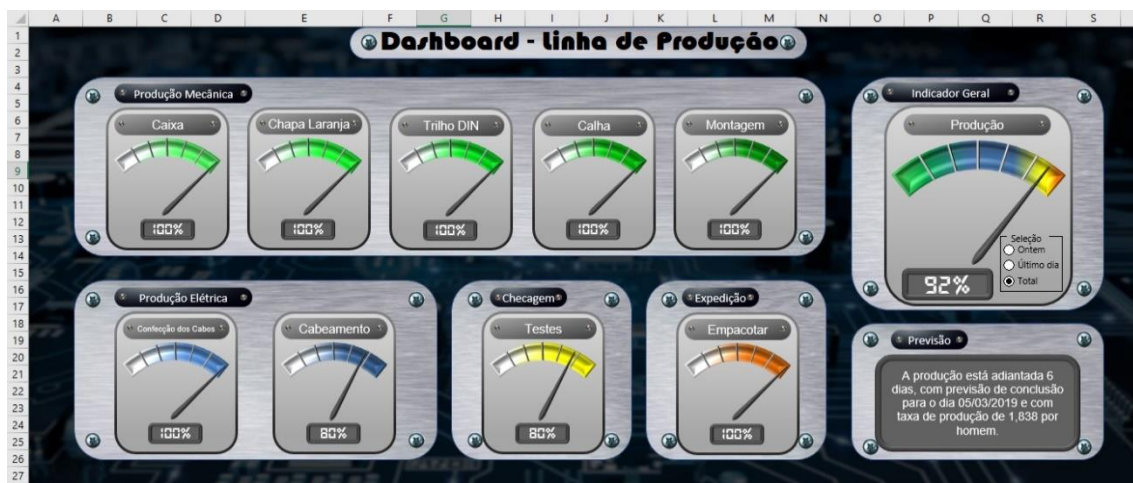


Figura 6 – Aba dedicada a apresentação dos resultados.

- Aplicação;

Os princípios do uso dos espaços e de uma ação única e repetida por dia foram passados aos operadores, com isso e a chegada de todos os insumos a produção teve seu início. O tempo de adaptação dos operadores ao novo sistema de produção foi rápido, mérito da qualidade e empenho da equipe, no terceiro dia os resultados se mostraram promissores e com uma semana os operadores já estavam habituados e conseguiram aplicar um ritmo muito bom ao processo. Resultados em processos de otimização nunca são alcançados sozinhos.

Os resultados se tornaram visíveis quando no oitavo dia de produção todas as unidades do primeiro modelo, que contava com 38 exemplares, já estavam prontas. Dentre as melhorias, além de maior produtividade, estavam todos os pontos discutidos nos objetivos, tais como, padronização da qualidade estética e funcional do produto e organização dos setores de trabalho.

A produção seguiu e foram tomadas notas de pontos que serviriam para melhoramento das próximas produções e alguns outros que chegaram a ser testados ainda nessa. Como por exemplo a criação de um gabarito em tamanho real no AutoCAD das chapas laranjas, onde foram desenhados todos os componentes internos do quadro para marcação e furação, o que eliminava o tempo e as imprecisões de um gabarito feito à mão, além do fato de que sem muito trabalho poderiam ser impressas mais de uma cópia.

Desenvolvimento esse que também leva a outras vantagens como gerar estimativas precisas de tamanhos de cabos para o cabeamento interno, que antes era feito a partir de um modelo físico. O que se tornaria um peso enorme para o aumento da produtividade em projetos futuros, pois a confecção dos cabos é uma das etapas que mais demandam tempo e todos seus insumos são de fácil acesso.

Como é possível ver na figura 7, a produção não chegou a ser totalmente concluída, pois a estrutura do processo ainda abriu espaço a possibilidade de confeccionar kits de instalação. Com todos os cabos internos e com as demais etapas concluídas, o trabalho seria o cabeamento dos quadros, ação que tinha como ferramentas duas chaves de fenda para cada operador. No entanto, foi decidido internamente que a produção seria concluída em campo para antecipação de atendimento ao cliente. Então o último modelo, com 25 unidades, saiu com todos os kits de instalação para cabeamento em campo.

De qualquer modo os resultados já estavam concretos e são apresentados na FIGURA. Com uma participação média de menos operadores e 4 dias a mais de produção, foram feitos 71,6% quadros a mais que a produção anterior. E um número muito importante que reflete é a produtividade por operador onde na primeira produção ficou em 0,74 quadros produzidos por dia por 1 operador, na atual esse número subiu para 1,37, ou seja, uma melhora de 83%. Além de fatores que apresentaram ganhos, mas não são quantificáveis, como padronização dos produtos do mesmo modelo e qualidade estética do produto.

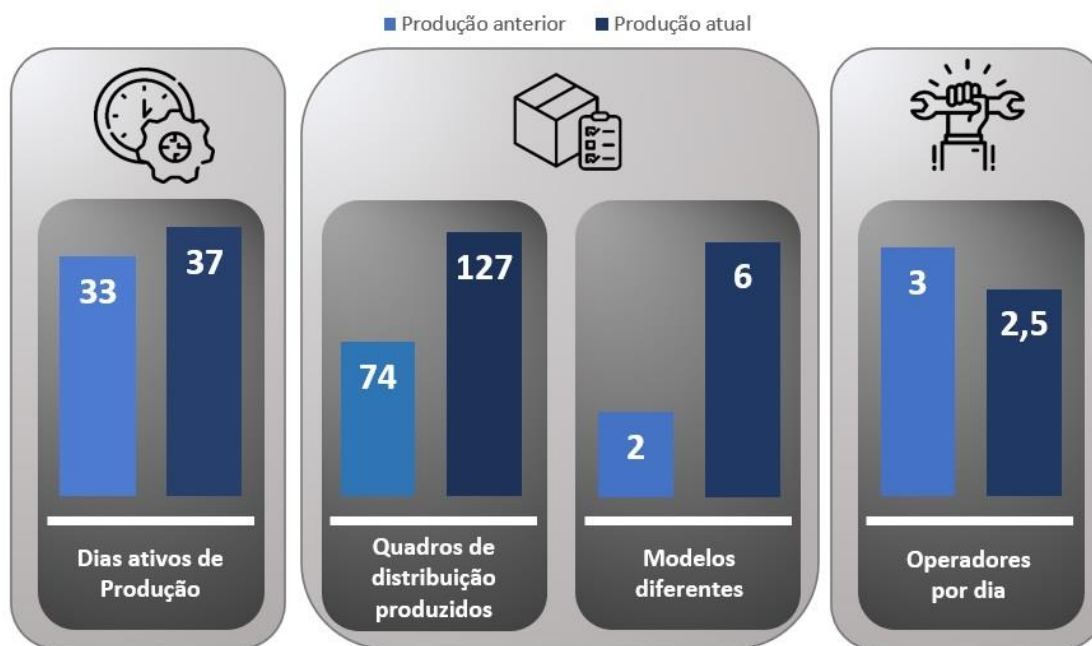


Figura 7 – Comparação dos resultados dos dois modelos de produção.

- Conclusão.

Com toda a metodologia aplicada na prática, e com o empenho da equipe foi possível atingir os objetivos de ter uma linha de produção simples, com controle de prazo e qualidade e resultados expressivos em comparação com a primeira produção.

Ainda foram abertos espaços para mais melhorias, como os arquivos em AutoCAD em tamanho real, que poupariam o tempo de construir modelos, produzir gabaritos de furação e estimar tamanhos de cabos. Sendo que só nesse último ponto, com a antecipação da confecção dos cabos e consequentemente uma possível retirada do fluxo de produção, que é a segunda etapa que mais consome tempo no geral, acarretaria numa redução no tempo de produção de aproximadamente 30%.

Além da estrutura do processo ter se mostrado eficiente e flexível, o acompanhamento das ações através da planilha também deu um controle maior do processo. Com uma simples entrada de dados de quantidade de ações e tempo efetivo demandado, foi possível projetar previsões precisas já no oitavo dia e adaptar os planejamentos diários com mais tranquilidade.