

Como Operar um “andon”

Sergio Kamada*

Este artigo irá explicar uma das várias maneiras de como a Toyota utiliza o “Andon” para controlar visualmente as várias paradas de uma linha de produção devido aos problemas gerados pela instabilidade dos 4Ms.

Destacaremos ainda como a operação do sistema envolve todos os processos produtivos e de apoio, como o aviso é feito com antecedência antes da parada da linha e como os outros setores responsáveis interagem no momento da crise gerada por uma parada da produção.

1. O QUE É O ANDON?

O Andon é uma importante ferramenta de gestão visual quando as anormalidades ocorrem e está no pilar “Jidoka” da “Casa da Toyota” (Figura 1), pois ajuda na situação de “parar e notificar as anormalidades”.

Andon (ver “Léxico Lean”, páginas 4 e 5, versão 2.0 de Abril de 2007) é o termo do japonês para “lâmpada” e tipicamente é um luminoso com linhas de números que correspondem às estações de trabalho ou máquinas, e servem para detectar um problema nessas estações.

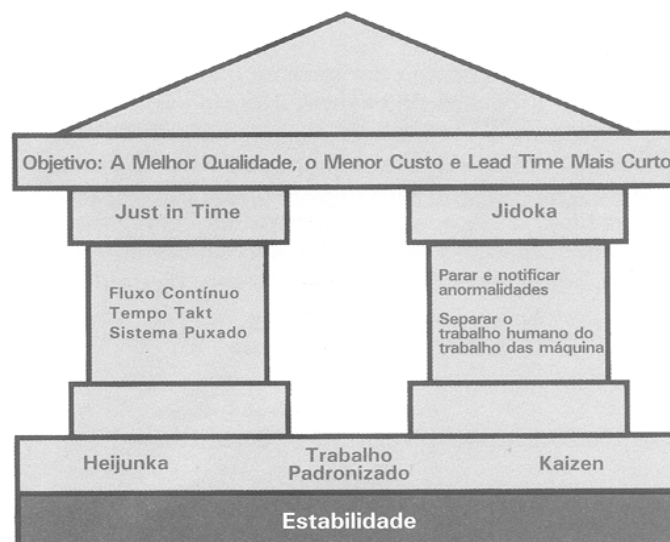


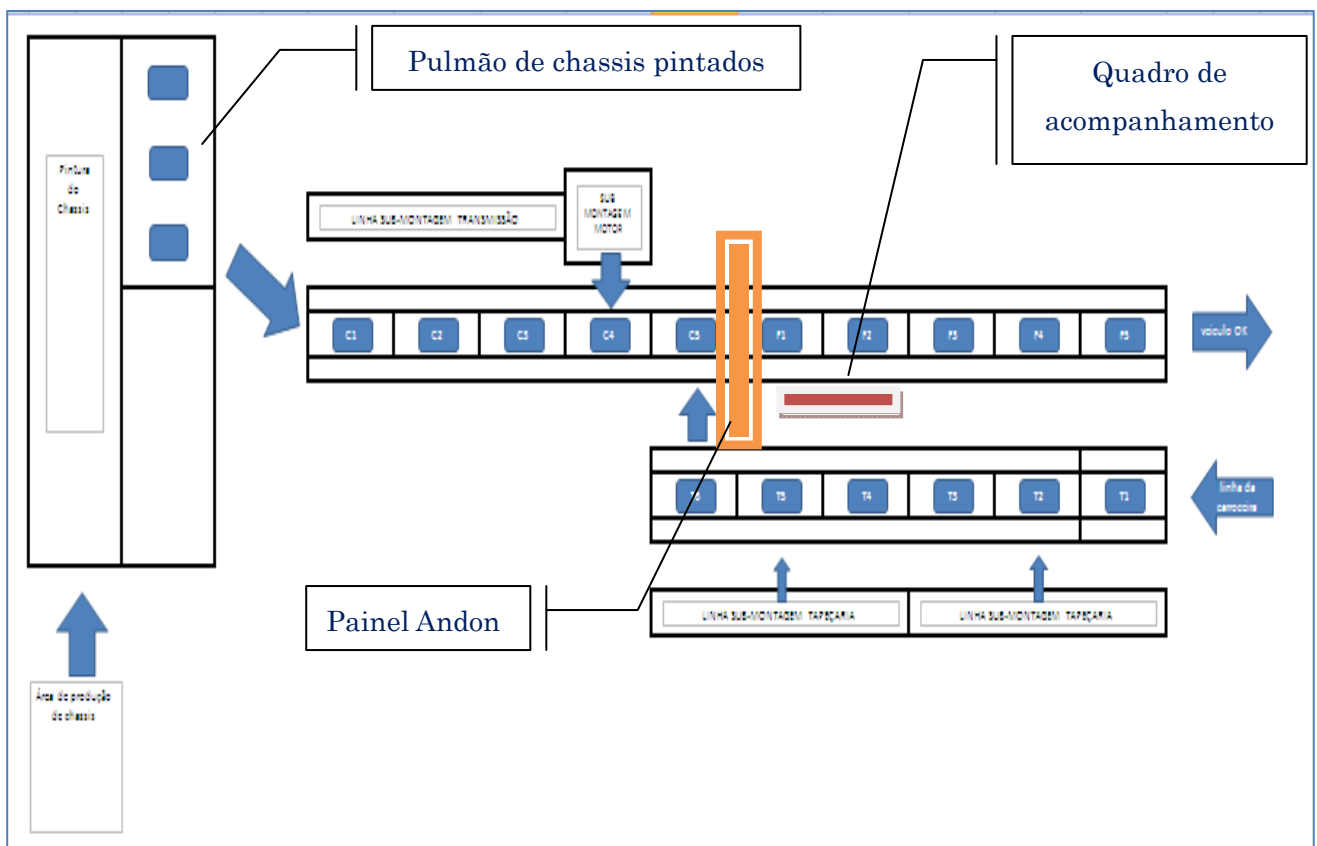
Figura 1: A Casa do Sistema Toyota de Produção (Fonte: “Léxico Lean”, página 83) /17

Em nosso artigo "*Estabilidade nas áreas produtivas na Toyota do Brasil*" (http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_44), para conseguirmos a estabilidade da produção é necessário resolver os problemas quando eles aparecem, o mais rápido possível, com método científico ou embasado no conhecimento e atitudes da equipe de apoio.

O Andon é de suma importância nesse processo de detecção e eliminação das anormalidades dentro do tempo Takt.

2. PRODUZINDO SEM ANORMALIDADES

O objetivo de toda operação produtiva é produzir conforme o planejado (Takt) utilizando os recursos com o mínimo desperdício possível. Se o dimensionamento foi correto, o produto passaria pelos diversos postos de trabalho dentro do lead time esperado, preservando assim o fluxo contínuo.



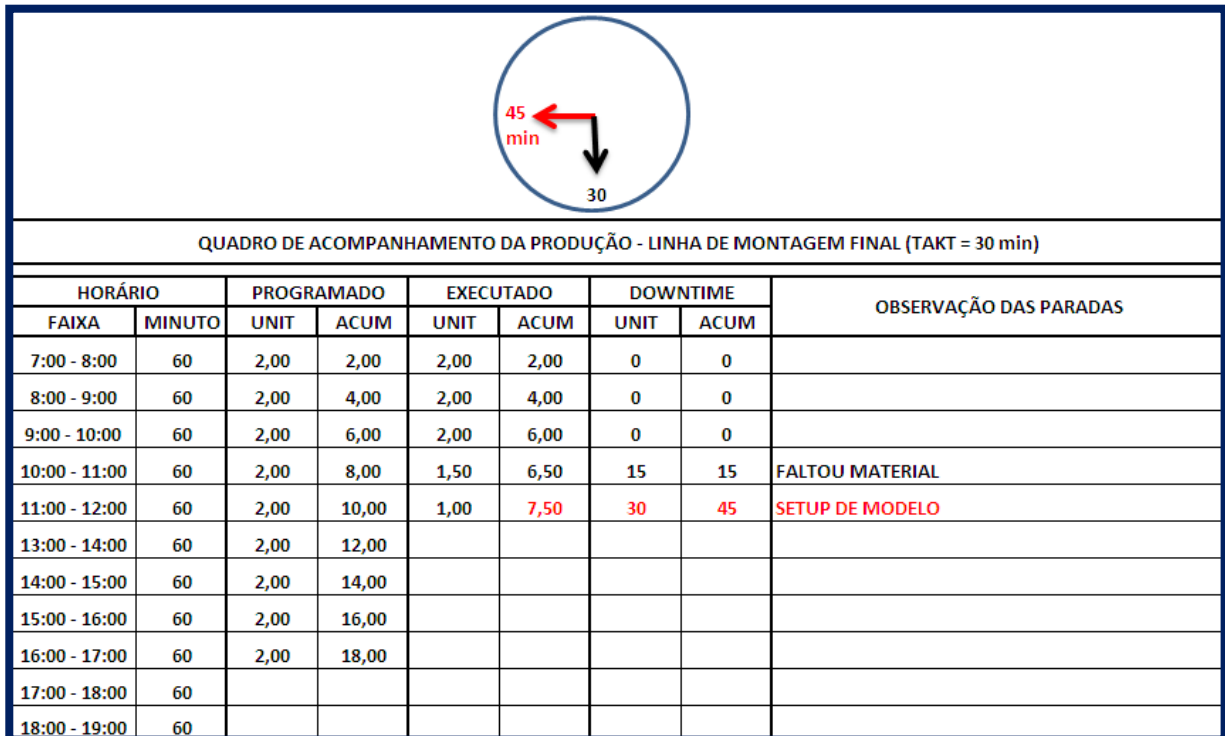


Figura 3: Quadro de acompanhamento da produção horária

Por exemplo, em uma linha de montagem onde um veículo a ser fabricado percorre vários postos, o produto é movimentado por esteiras e os operadores, através do Trabalho Padronizado, seguem o ritmo e seqüência estabelecidos, agregando peças e componentes ao conjunto.

3. ANORMALIDADES APARECENDO

O indicador utilizado para se medir a estabilidade é o *downtime* (Tempo perdido de produção devido à paradas planejadas ou não, ver "Léxico Lean", página 19). Não se atingindo a produção planejada, todo motivo de parada era quantificado (quanto tempo) e qualificado (o que aconteceu).

O monitoramento é feito pelo "Quadro de acompanhamento dos problemas" (ver "*Criando Fluxo Contínuo*" – Mike Rother & Rick Harris, p. 86) e geralmente anotado pelo líder da área, sendo que o supervisor

ou chefe da produção verificava durante os intervalos, e a gerência no final do dia. O objetivo era atingir eficiência de no mínimo 95% em relação ao planejado em quantidades ou tempo permissível de parada.

Mas antes de se parar a produção e anotar no quadro de acompanhamento da produção o *downtime*, um dispositivo era acionado para avisar a todos sobre o perigo iminente: um problema está aparecendo. Seja um defeito, um material ruim ou a falta dele (Material), seja um problema com o dispositivo ou máquina que causa atrasos (Máquina), a ausência de um funcionário (Mão-de-Obra), ou um setup prolongado (Método), o operador acionava uma botoeira ou corda (ver “Léxico Lean”, Sistema de parada com posição fixa, página 81) avisando que estava com problemas. A produção não parava imediatamente, mas registrava no “Andon” que o posto de trabalho estava em dificuldades, e se nada fosse feito depois de alguns minutos, a linha iria parar.

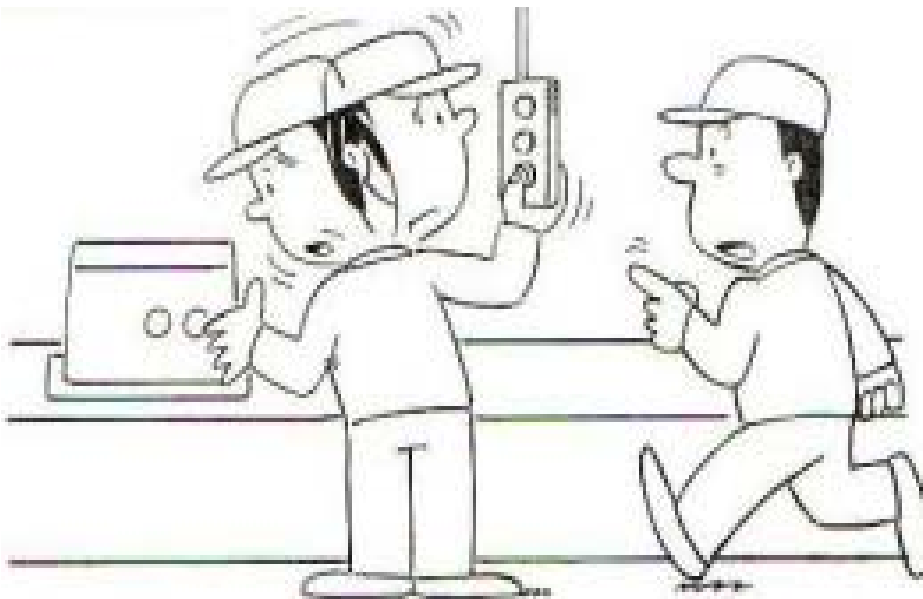


Figura 4: Botoeira de parada da linha no Estágio F-2

No painel Andon, após o acionamento do operador do Estágio F-2 (ver Figura 4) acende uma lâmpada amarela e a liderança tem um décimo do Takt para se resolver o problema. Se após esse tempo não houve a

contra-medida, acende uma lâmpada vermelha indicando que a linha parou até que se resolva a situação. Veremos a explicação desses acionamentos do Andon na seqüência desse artigo.

Se por exemplo a linha pára por problemas que ocorreram, um relógio que fica acima do quadro de acompanhamento da produção é acionado e começa a marcar quanto tempo a linha ficou parada por este motivo. Este relógio irá indicar o tempo total de parada da produção no dia.

Exemplificando, no período das 10:00~11:00h ocorreu uma falta de material devido a variação do modelo e a linha se atrasou. Assim se a linha ficou 15 minutos parada e o Takt é igual a 30 minutos, isto representa que este desperdício causou a perda de 0,5 veículos nesse período de 1 hora (ver Figura 3).

No Painel Andon, a situação estará mostrando que na Linha Final, Estágio F-2, posição 5 aconteceu um problema que parou a linha como um todo (Ver Figura 5).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T R A N S M I S S Ã O	E I X O S	M O T O R	P I N T U R A										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
C1	C2	C3	C4	C5	T1	T2	T3	T4	T5					T6	F1	F2	F3	F4	F5				
CHASSIS					TAPEÇARIA									FINAL									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Figura 5: Painel Andon da Linha de Montagem

Essa situação da “produção parada” e visualmente o Andon indicando onde estava o problema emergenciava a atuação da equipe de apoio dos outros setores, e como descrito no artigo “*Liderança e média chefia*”

na Toyota", todos se dirigiam ao gemba para a solução imediata (http://www.lean.org.br/bases.php?&interno=artigo_57).

Outro tipo de informação que o Andon da linha da produção gerava era que este painel se interligava a outros Andons dentro da fábrica e do escritório. No escritório da direção existia um Andon simples com uma lâmpada verde e outra vermelha. Quando a linha estava "trabalhando", a lâmpada verde ficava acesa, e se por ventura a linha parava, a lâmpada vermelha acendia indicando problema (ver Figura 6). Acontecendo isso, a direção também descia até a produção para ajudar na identificação e medidas corretivas.



Figura 6: Painel Andon no escritório

4. COMO FUNCIONA O ANDON

A primeira fileira de lâmpadas "brancas" (item "a" da Figura 7) indica a cadência de trabalho, mostrando para cada operador em que nível da seqüência do trabalho deve estar. Essas lâmpadas vão acendendo na seqüência de 1 até 10, e estão ligadas a velocidade do transportador.

A segunda fileira de lâmpadas (item "b" da Figura 7) indica se a linha se encontra em vias de parar quando alguma lâmpada amarela acende. Se a posição "5" estiver acesa, isso significa que em algum estágio na posição "5" (demarcado no piso). Se acender a lâmpada vermelha,

indica que houve a parada total da linha.

A terceira e quarta fileira de lâmpadas (item "c" da Figura 7) indica em qual estágio e em qual linha houve a parada, para facilitar a identificação de onde ocorreu o problema.

A quinta fileira de lâmpadas (item "d" da Figura 7) indica as prateleiras ponto de uso (ver PDU, "*Fazendo Fluir os Materiais*" de Harris, Harris e Wilson, página 48) ou os supermercados que abastecem a linha produtiva. A importância dessas lâmpadas é identificar em qual ponto poderá ocorrer a falta de material, já que atingiu-se o ponto mínimo de estoque.

O último grupo de lâmpadas destina-se a mostrar qual processo fornecedor esta com problemas ou quando algum tipo de defeito foi identificado. Explicando melhor, por exemplo, quando a área de montagem da Transmissão encontra um problema em uma peça usinada, o líder da área aciona um interruptor que acende a lâmpada "Transmissão" no Andon da linha de montagem e também na área da Usinagem que fornece a peça. Assim todos ficam sabendo imediatamente que temos problemas.

O painel Andon constituído por essas lâmpadas representa visualmente todos os postos de trabalho da linha de montagem e das sub-montagens. Para cada estágio de trabalho da linha principal existem 3 posições, branca (lâmpadas da cadencia), amarelo e vermelho. No momento que o operador aciona a botoeira, a lâmpada amarela acende e um som estridente ecoa pela fábrica, informando ao líder do setor e ao supervisor que aquele estágio está enfrentando uma dificuldade pois algum tipo de problema apareceu. Depois de certo tempo, se nada for feito para se eliminar o problema, a lâmpada vermelha acende e toda a linha da montagem pára, começando-se a tocar uma música que é ouvida por todo o setor. A linha de montagem parada significa que todos os processos anteriores também irão parar, sendo as que se encontram em fluxo contínuo ou puxados por kanban.

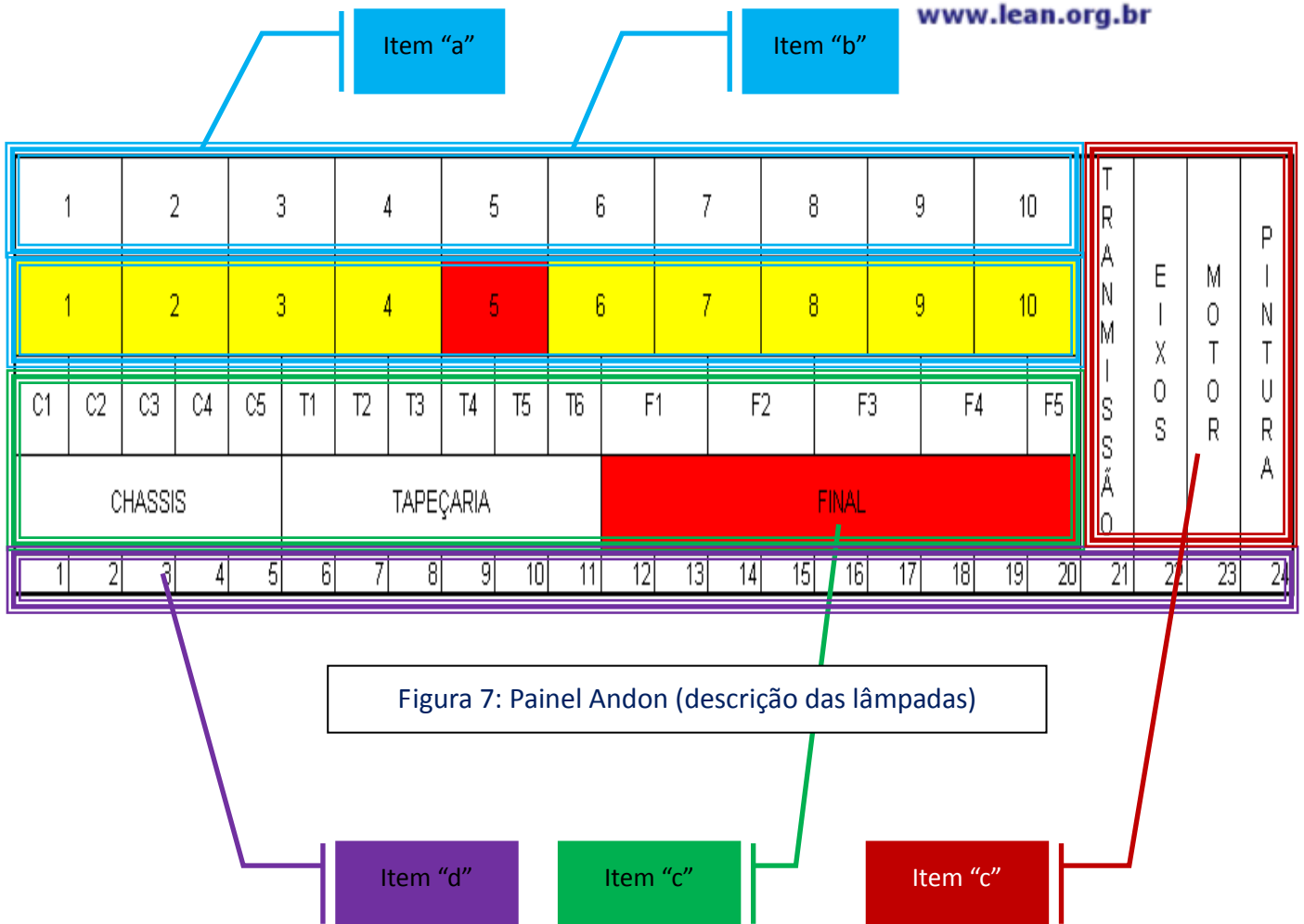


Figura 7: Painel Andon (descrição das lâmpadas)

A importância da lâmpada amarela (item "b" da Figura 7) é que a liderança tem um tempo finito para agir, seja uma contenção para que o problema não passe adiante ou com uma solução definitiva. Neste caso estamos falando de atitudes preventivas à parada da linha e o tempo de reação até a parada total é igual a um décimo do Takt. Ou seja, os apoios têm 3,5 minutos para resolver o problema antes da parada.

A lâmpada vermelha indica a todos que o problema não foi resolvido, e que o posto não deve passar o problema adiante. O Andon apontando o posto parado desencadeia a vinda de toda a equipe de apoio, das áreas de engenharia, manutenção, qualidade, suprimentos, gerência e diretoria, e o problema então é levado aos níveis superiores. Da mesma maneira este grupo tenta resolver paliativamente ou definitivamente,

com rapidez pois a linha e a fabrica como um todo está “parada”.

5. MARCAÇÕES NO PISO, A CADENCIA DO ANDON E O TRABALHO PADRONIZADO

Como mencionado na sessão anterior, a primeira fileira de lâmpadas do Andon (item “a” da figura 7) indica a cadencia de trabalho e deixa claro ao operador que trabalho ele deve estar realizando. Essas lâmpadas vão acendendo na seqüência de 1 até 10, e estão ligadas a velocidade do transportador.

Cada estágio de trabalho tem 10 divisões, conforme mostra a Figura 8 abaixo, e cada divisão esta correlacionado às lâmpadas de 1 até 10 (Ver Figura 8 Detalhe “a”). Logo se no Andon estiver acesa a lâmpada 5, isso indica que o eixo dianteiro (referência do veículo no estágio de trabalho versus Andon) está posicionado na divisão “5” do piso (ver Figura 9).

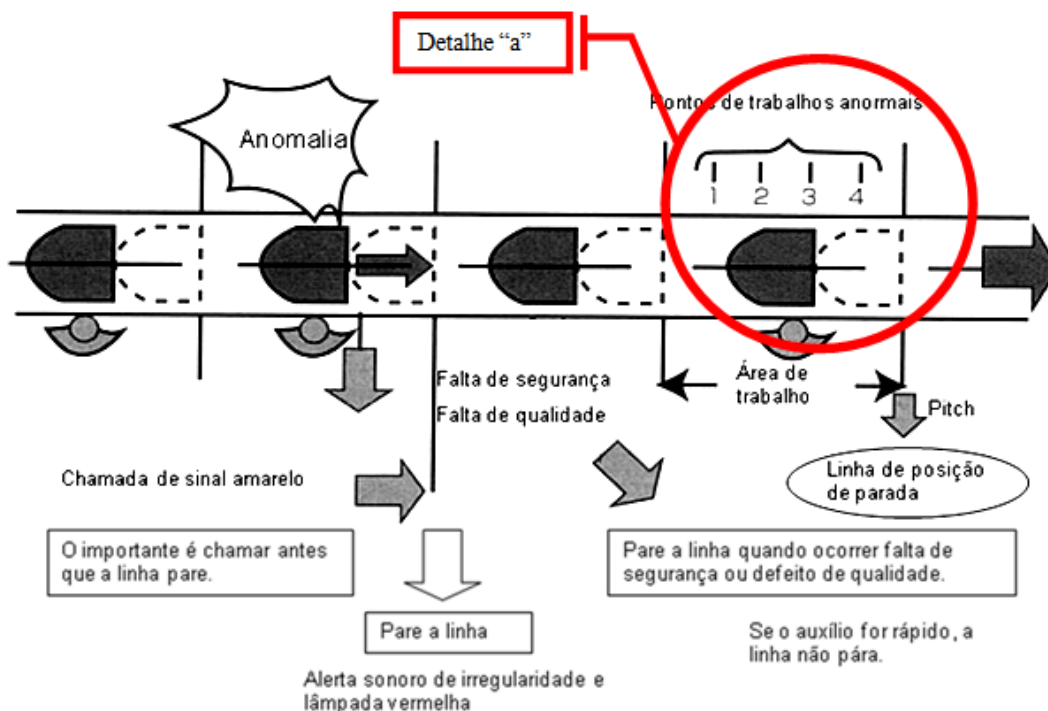


Figura 8: Marcações no piso de cada Estágio

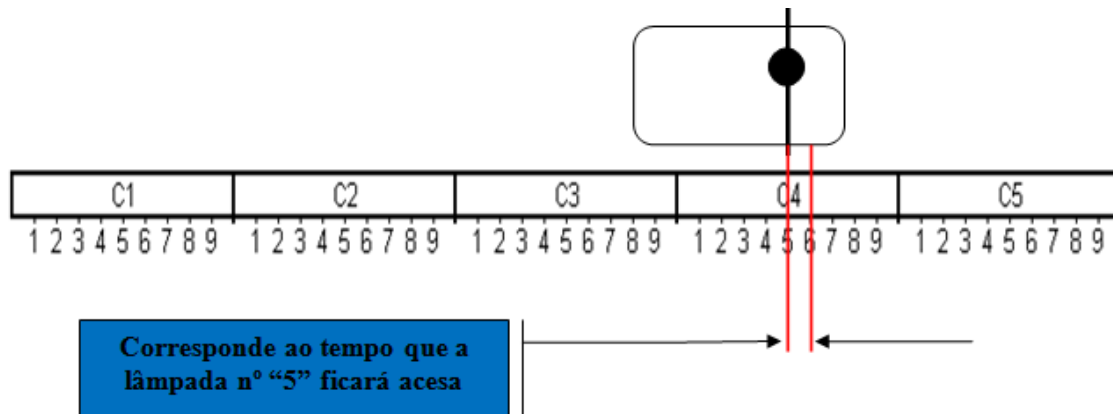


Figura 9: Marcações no piso de cada Estágio (Detalhe "a")

O operador a cada divisão de seu estágio deverá executar uma série de elementos de trabalho conforme a distribuição feita pela liderança (ver "*Criando Fluxo Contínuo*" – Mike Rother & Rick Harris, página 51~61). Assim deste modo poderemos ter um Trabalho Padronizado conforme mostra a Figura 10, onde cada elemento está "amarrado" com as divisões do piso e o Andon.

LINHA: CHASSIS		OPERADOR: ED CARLOS		ESTÁGIO: C4		TAKT: 35 minutos		
ESTÁGIO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TEMPO PADRÃO	ESTÁGIO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TEMPO PADRÃO	ESTÁGIO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TEMPO PADRÃO
1	montar suporte da bateria e chicote	14'21"	6	retirar pçs pretas, grampo, bandeja, e posicionar	33'10"	10	posicionar chicote + alternador	10'31"
	posicionar chicote na bateria e colocar reservatório	15'43"		ajudar no posicionamento da carroceria no chassi	34'00"		posicionar sensor pressão do motor	12'38"
	apertar suporte no chassi	16'48"		preparar pçs para estribo, levantar kanban pçs pretas	1'47"		montar sup. bateria no chassi	14'06"
2	montar reservatório DH e apertar braçadeiras	17'10"	7	preparar pçs sup. Bateria+Bandeja	2'50"			
	levantar kanban de pneu	19'18"		colocar calços na bandeja	3'00"			
3	preparar peças (bateria)	21'14"	8	montar estribo LD e aperto	4'46"			
	montar suporte Radiador	22'47"		preparação kit pçs	5'29"			
	montar estribo LE e apertar LE+LD	23'25"		colocar calços de madeira no transportador	5'53"			
4	colocar suporte	25'12"	9	colocar chave de roda, triangulo, opcionais	6'34"			
	retirar kanban do estrado de penu	26'49"		montar roda dt LD e retocar	7'47"			
	montar roda tr LD e retocar	27'27"		montar roda dt LE e retocar	8'54"			
5	montar mangueira suporte radiador	29'42"	10	preparar pçs reservatorio DH e montar	9'59"			
	montar roda tr LE e retocar	30'40"						
	enviar 2 rodas LD + LE	31'00"						
	colocar kanban no posto, retirar 2 pneus LD e enviar talha	32'10"						

Figura 10: Trabalho Padronizado, demarcação no piso e Andon

A demarcação no piso com as divisões conforme as Figuras 8, 9 e 10 facilitam a identificação do estágio de trabalho de cada funcionário quando temos a situação de Tempos Takt muito “longos”, acima de 1 a 2 minutos. Para Tempos Takt “curtos”, essas demarcações perdem sua eficiência.

6. COMO É REPRESENTADO O TEMPO TAKT NO ANDON

Como dito anteriormente cada estágio de trabalho é dividido em 10 partes, numeradas de 1 a 10, onde a referência é a linha do eixo dianteiro do veículo. Como temos 1 veículo posicionado para cada estágio de trabalho, teoricamente todos estão na mesma posição pois se trata de uma linha onde os veículos são colocados a partir do chassis pintado, e as lâmpadas brancas (item “a” da Figura 7) vão acendendo e apagando com relação a cadencia determinada pelo transportador.

Por exemplo, assim que o chassis pintado é colocado no posto C1, ele é posicionado de maneira que o eixo de simetria do eixo dianteiro fique posicionado na divisão 1, e assim o transportador vai “puxando” em frente. Entre a divisão 1 e 2 existem uma série de elementos de trabalho que devem ser feitos pelo operador que fica neste posto, e até atingir a divisão 2 as outras lâmpadas brancas estão apagadas, exceto a lâmpada da posição 1. Assim que o veículo alcança a posição 2, a lâmpada 1 apaga e a lâmpada 2 acende. E assim, todos os operadores olhando estas lâmpadas brancas sabem exatamente se estão atrasados ou adiantados, sempre observando o Trabalho Padronizado.

O “acende” e “apaga” das lâmpadas brancas é feito por “dispositivos” posicionados nas correntes do transportador em toda sua extensão, com a mesma distância das marcações do piso. Na Figura 11 podemos observar que estes dispositivos acionam uma chave elétrica (micro switch) que mandam os sinais elétricos para o Andon.

Para se calcular a cadência do transportador precisaremos “passar a

imagem do tempo Takt” e por isso determinamos o “Line Speed”, ou seja, a velocidade com o qual a linha deve ter para atender. Como visto anteriormente, se tivermos um Takt de 30 minutos, cada divisão dos estágios de trabalho devem levar 3,0 minutos para o chassi percorrer.

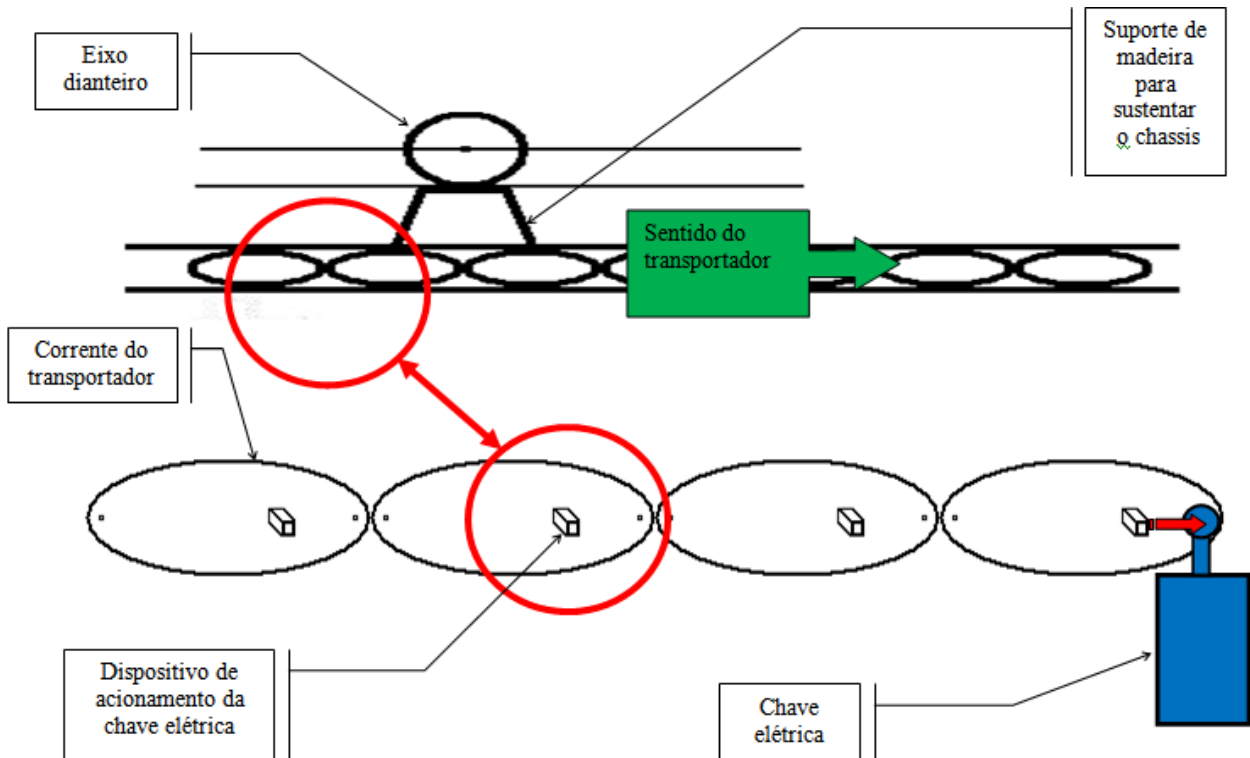


Figura 11: Sistema de acionamento das lâmpadas de cadência do Andon

No caso ilustrado nesse artigo cada estágio de trabalho tem 10 metros e ao dividirmos 10 metros por 30 minutos teremos a velocidade de 0,33 metros por minuto. É desta maneira que fazemos a equivalência entre o tempo Takt e o Line Speed, e assim podemos determinar uma faixa de velocidades que atenda vários Takt's, e assim teremos o tipo de equipamento (no caso o transportador) a ser adquirido ou projetado.

7. COMO SE ADAPTAR AS MUDANÇAS DA DEMANDA

Quando ocorre mudanças na demanda, ou seja, o Takt se altera, a velocidade da linha (Line speed) deve ser mudada. Normalmente as mudanças do tempo Takt eram previstas observando-se o

comportamento da demanda e suas tendências.

Assim, sempre com um mês de antecedência todo planejamento era elaborado com o cálculo o novo Takt, seguindo-se do Line speed, do trabalho padronizado de todas as pessoas (nova distribuição) e do lay-out. Com duas semanas de antecedência testávamos a nova configuração para que os problemas fossem detectados, antes de se oficializar a mudança. O objetivo desse procedimento era dar o tempo necessário para que a produção se “acomodasse” (eliminar todo desperdício) ao novo lay-out e distribuição do trabalho.

Quando não se tinha alteração da demanda (Takt) e o planejado era sempre alcançado (desperdícios identificados e eliminados), era oportuno para a direção aumentar um pouco mais o Line speed, com o objetivo de “deixar” aparecer mais desperdícios. Esse era o foco para a eliminação continua dos desperdícios.

Para o painel Andon, fisicamente nada se alterava. Com a mudança da demanda, a velocidade do transportador deveria ser modificado através de conjunto moto-variador, o qual transmite diversas velocidades (diversos Takt's) para a linha. Logicamente durante o projeto do transportador, a faixa de variação de velocidade deve ser levada em consideração para atender aos possíveis Takt's.

8. COMO OS OUTROS SETORES FICAM SABENDO DOS PROBLEMAS

No mesmo painel Andon, as sub-montagens principais tais como a tapeçaria, a transmissão, o chassis e os eixos tinham uma lâmpada vermelha que acendiam quando haviam problemas dessas peças na linha de montagem ou em seus próprios trabalhos. Se houvessem problemas eles eram oriundos da Pintura de carrocerias, Usinagem, Funilaria e Chassis.

Por exemplo, digamos que durante a montagem da transmissão

aparecia uma engrenagem defeituosa que iria parar a sub-montagem. Cabe ao líder desta área acionar um interruptor, o qual acendia um alarme no escritório da Usinagem informando que a chefia desta área deveria se dirigir ao setor de sub-montagem da Transmissão. Se por ventura não se resolvesse o problema, a linha de montagem parava e a lâmpada vermelha da área de transmissão no Andon acendia. Ao mesmo tempo, na sala da gerencia e diretoria acendiam também uma lâmpada vermelha, avisando que a produção toda tinha parado.

Imediatamente toda direção e equipe de apoio (Engenharia, Manutenção, Suprimentos, as chefias de outras áreas produtivas fornecedoras, etc) iam ao Gemba para se interar do problema e ajudar na resolução.

Na Figura 12 observamos que o painel Andon da Linha de Montagem indica que houve uma parada (problema) ocasionado pela sub-montagem da transmissão, o qual acionou a área da Usinagem responsável pela peça para que a liderança das áreas sejam deslocadas para resolverem o problema. Paralelamente, a direção e áreas administrativas também são avisadas “visualmente” para que auxiliem na resolução.

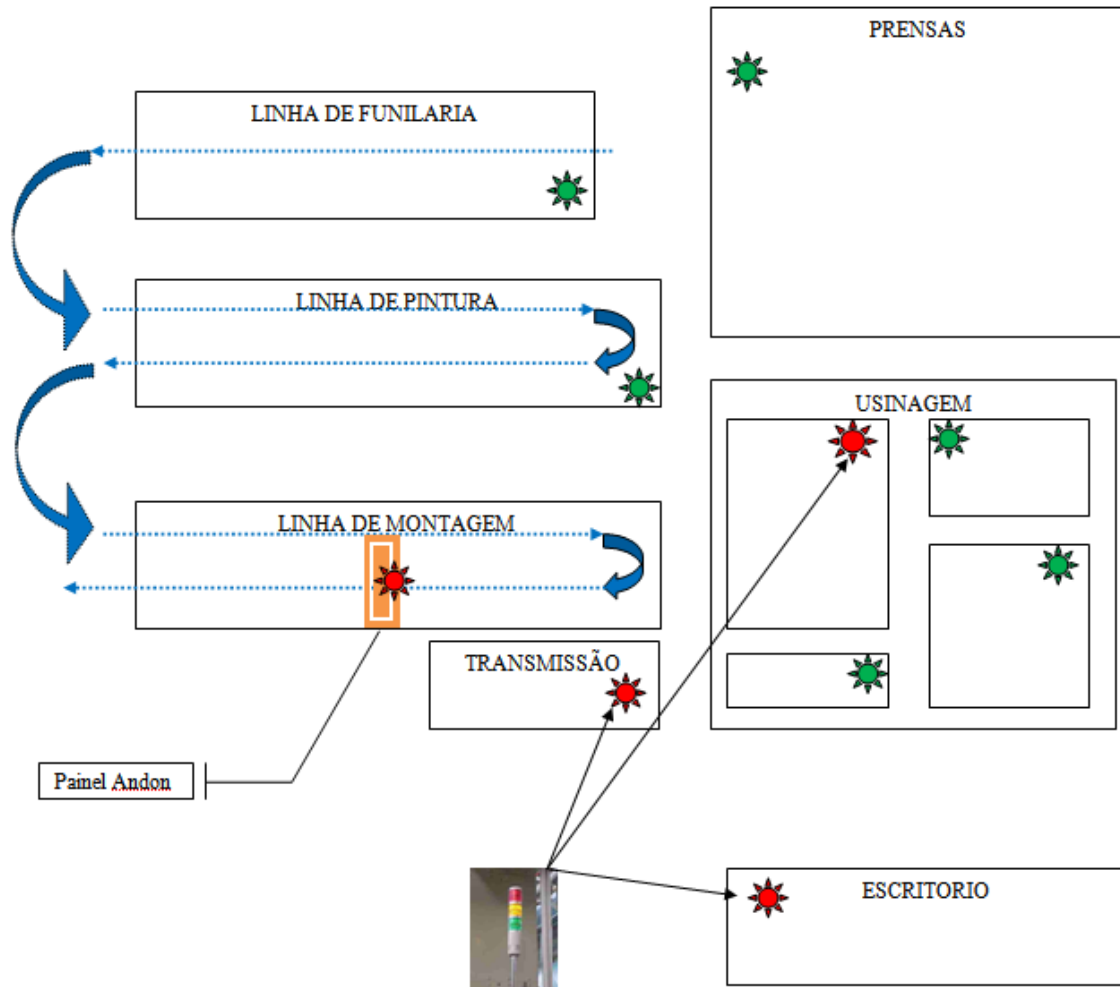


Figura 12: Sistema de informação entre áreas

9. EXEMPLOS DE ANDON



Figura 13: Andon para linha da Tapeçaria



Figura 14: Andon para linha de Chassis



Figura 15: Andon para linha da Pintura

10. CONCLUSÃO

Não basta construir “espaços nobres” e colocar vários painéis com os principais indicadores, quadros de acompanhamento, ou painéis luminosos mostrando o quanto se deve produzir e o quanto esta se produzindo, se não houver uma sistemática de exposição e resolução dos problemas.

Um importante diferencial do Sistema Toyota de Produção é o comprometimento e o envolvimento das pessoas quanto à resolução dos problemas, mas ainda mais importante é que os problemas fiquem visíveis para que o desperdício seja eliminado.

O Andon é uma importante ferramenta de gestão visual mas desde que bem administrada, pois ele mostra o ritmo do Takt para todas as estações de trabalho (padrão a ser seguido), regula o Trabalho padronizado dos operadores, identifica onde o problema esta ocorrendo ou aconteceu e aciona toda uma “Cadeia de Ajuda”, começando o ciclo pelo líder da área, passando pelo supervisor, gerentes, diretores e até chegando a um grupo multi-funcional composta de responsáveis de várias áreas de apoio.

O Andon é de suma importância nesse processo de detecção e eliminação das anormalidades dentro do tempo Takt mas ele não resolve sozinho os problemas, depende do comprometimento das pessoas.

Referências bibliográficas:

HARRIS, Rick, HARRIS Chris e WILSON Earl. Fazendo Fluir os Materiais. Lean Institute Brasil, Versão 1.0, Maio 2004.

ROTHER, Mike e HARRIS, Rick. Criando Fluxo Contínuo. Lean Institute Brasil. Versão 1.0, Janeiro 2002.

MARCHWINSKI, Chet e SHOOK John. Léxico Lean. Versão 2.0, Abril 2007.

** Sergio Kamada é Instrutor e Gerente de Projetos do Lean Institute Brasil. Trabalhou na Toyota do Brasil por 13 anos nas áreas da Engenharia, Montagem Final, Montagem de Câmbios, Eixos e Motores, Usinagem, Pintura, Chassis e outros. Teve experiência de 2 anos na Toyota Motors Corporation (Japão), onde aprimorou seus conhecimentos sobre o TPS.*