

Análise do processo produtivo: um estudo comparativo dos recursos esquemáticos

Gilmário Ricarte Batista (UFPB/PPGEP) cajagr@ig.com.br
Marina Carvalho Correia Lima (UFPB/PPGEP) marinaccl@yahoo.com.br
Valéria de Sá Barreto Gonçalves (UFPB/PPGEP) lelajp@terra.com.br
Maria do Socorro Márcia Lopes Souto (UFPB/PPGEP) masouto@producao.ct.ufpb.br

Resumo

A engenharia tem como função básica a aplicação de métodos analíticos, dos princípios das ciências físicas e sociais, como também de processos criativos no problema de transformação da matéria-prima e outros recursos, de forma a satisfazer as necessidades do ser humano, através de um planejamento. Os recursos esquemáticos têm uma importância significativa no Projeto de Métodos porque estudam globalmente o processo produtivo antes que se tente efetuar sua investigação detalhada. O objetivo deste trabalho é apresentar uma comparação entre os recursos esquemáticos utilizados para análise do processo produtivo. Os recursos têm aplicação variada e apresentam distintamente vantagens e desvantagens, contribuindo diferentemente na análise do processo produtivo.

Palavras-chave: Análise do processo, Engenharia de métodos, Recursos esquemáticos.

1. Introdução

Para se executar um determinado trabalho, deve-se efetuar uma investigação detalhada acerca de recursos, métodos e tecnologia. Para este fim, faz-se necessário utilizar recursos esquemáticos para a análise do processo produtivo. Frequentemente, é desejável ter uma subdivisão do processo em uma série de operações. Para tal são utilizados recursos esquemáticos para análise de operações, que não serão abordados neste artigo.

Este trabalho tem, portanto, o objetivo apresentar uma comparação entre os recursos esquemáticos para análise do processo produtivo. Estudar as especificidades da Engenharia de Métodos proporciona uma maior compreensão desta área da Engenharia de Produção, visto que sua importância é ressaltada no contexto produtivo, enfocando o fator humano e a produtividade na atual sociedade da informação e do conhecimento.

2. Aplicação dos recursos esquemáticos

Para a implantação de melhorias, é essencial que o sistema produtivo seja estudado globalmente antes que se tente efetuar uma busca de informações detalhada sobre uma operação específica no processo. Este tipo de estudo inclui, na maioria dos casos, uma análise de cada um dos passos que compõem o processo de fabricação (BARNES, 1977).

Segundo Souto (2004), a Engenharia de Métodos estuda e analisa o trabalho de forma sistemática, resultando desta análise, o desenvolvimento de métodos práticos e eficientes e o estabelecimento de padrões de realização. Assim o componente Engenharia de Métodos, que tem a função de estudar o trabalho com o intuito de garantir que a utilização dos recursos seja feita de modo mais efetivo possível, se reveste da maior importância para o bom desempenho do sistema de produção.

Os recursos esquemáticos têm uma importância significativa no Projeto de Métodos porque proporcionam o estudo global do processo produtivo antes que se tente efetuar uma

investigação detalhada do sistema de produção. A contribuição da utilização desses recursos está presente também nas fases de padronização e treinamento de métodos de trabalho.

Os recursos esquemáticos para análise do processo produtivo podem ser utilizados em qualquer tipo de organização. O objetivo da utilização desses recursos é registrar, analisar e auxiliar na melhoria dos processos. Isto se dá da seguinte forma: ao registrar o processo de forma compacta e de fácil compreensão, os recursos contribuem para análise e avaliação crítica que facilita a visualização de perdas e aspectos pouco eficientes no processo. É possível visualizar os problemas e falhas do sistema abrindo passagem para as melhorias. Após realizar a melhoria, recomenda-se repetir a utilização do recurso para fazer uma análise comparativa dos ganhos com a mudança.

Neste trabalho serão apresentados os seguintes recursos esquemáticos para análise do processo produtivo: Fluxograma, Mapofluxograma, Carta De Para, Diagrama de Frequência de Percurso e Tabela de Distribuição de Informações. Vale ressaltar que esses recursos apresentam nomenclaturas diferentes de acordo com cada autor.

2.1 Fluxograma

A técnica para se registrar um processo de forma compacta, conforme Barnes (1977), é denominada de Fluxograma. É utilizado com a finalidade de tornar possível sua compreensão e posterior melhoria. Seu objetivo é representar os diversos passos do processo produtivo.

Para Krick (1971), o fluxograma é uma técnica de análise tradicional e mais amplamente desenvolvida. Esta técnica descreve as etapas do processo produtivo utilizando os símbolos da *American Society Mechanical Engineers* (ASME).

A simbologia segue a ASME que a introduziu como padrão.

LEGENDA	
○	Operação (produz ou realiza)
□	Inspeção (verifica)
→	Transporte (movimenta)
D	Espera (interfere)
▽	Armazenamento (retém)
○ □	Combinação de operação e inspeção

Fonte: Adaptado de Krick (1971)

Tabela 1 – Simbologia da ASME

Dois símbolos podem ser combinados quando as atividades são executadas no mesmo local, ou então, simultaneamente como atividade única. O fluxograma pode ser usado para mostrar as seqüências das atividades de uma pessoa, ou então, as etapas, a que é submetido o material. O gráfico deve ser do tipo *homem* ou do tipo *produto* e os dois tipos não devem ser combinados (BARNES, 1977).

Para a construção do Fluxograma é necessário que exista uma seqüência lógica das atividades produtivas constituintes do processo. A seqüência do processo deve ser apresentada no fluxograma listando-se os símbolos identificadores segundo a ordem de ocorrência e ligando-os por segmentos de reta, que representam o fluxo do item. Este gráfico tem início com a entrada dos insumos na empresa e segue em cada passo como transportes, armazenamentos, inspeções, montagens, até que se tornem um produto acabado ou parte de um subconjunto, registrando o andamento do processo por um ou mais departamentos.

O Fluxograma permite o entendimento global e compacto do sistema de produção e informa as etapas do processo e a seqüência da execução como demonstra a figura 1. O Fluxograma é parte integrante do padrão técnico que é um documento da padronização. Esse documento também é utilizado durante o treinamento.

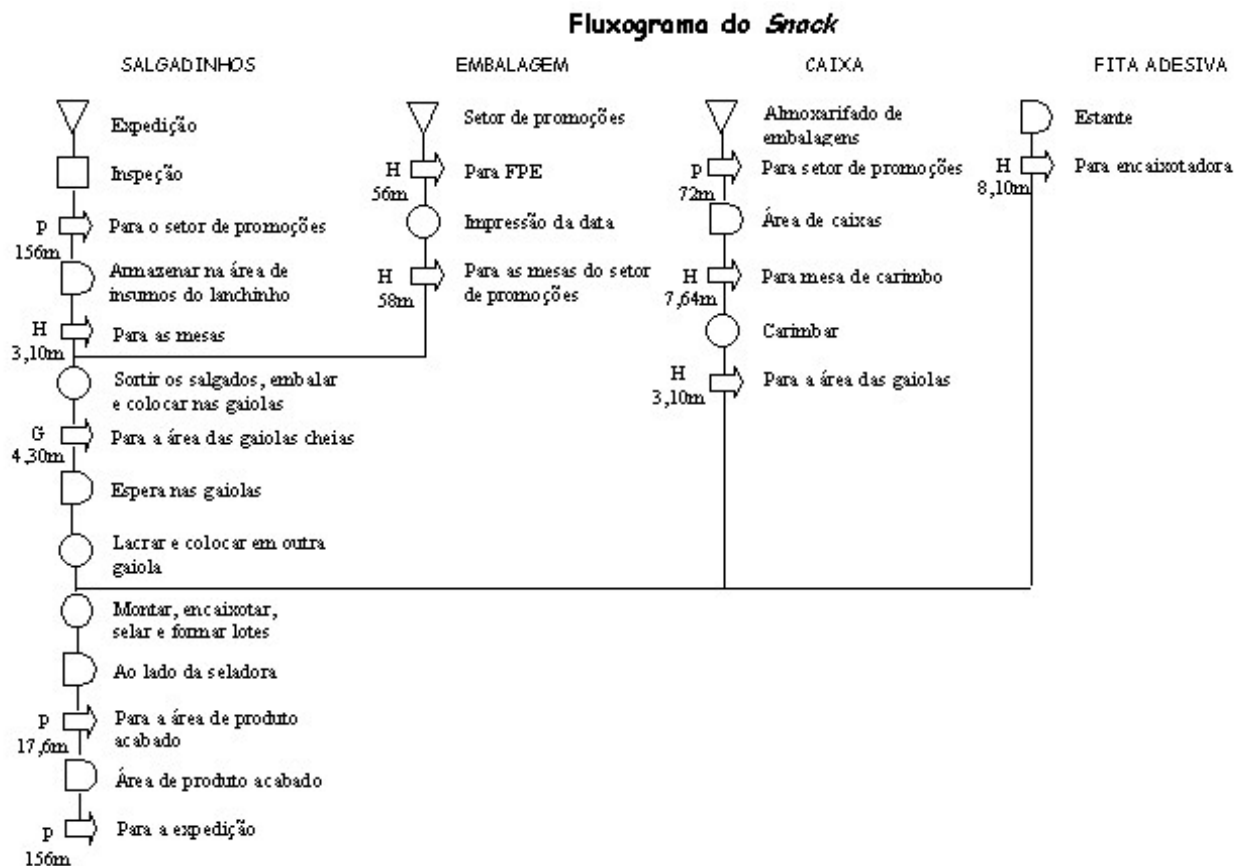


Figura 1 – Fluxograma da embalagem de snacks

As etapas para construção do Fluxograma são: definir o objeto de estudo; escolher os pontos de início e fim de cada atividade que está sendo realizada; fazer o levantamento do fluxo verificando as etapas do processo e a seqüência da execução; levantar os dados suplementares; e por último elaborar o quadro de resumo do processo que está sendo realizado.

2.2 Mapofluxograma

O objetivo deste recurso é permitir estudar, em conjunto com o fluxograma, as condições de movimentação física que se segue num determinado processo produtivo, bem como os espaços disponíveis ou necessários e as localizações relativas dos centros de trabalho. De acordo com Barnes (1977), o mapofluxograma representa a movimentação física de um item através dos centros de processamento disposto no arranjo físico de uma instalação produtiva, seguindo uma seqüência ou rotina fixa.

É usado quando existe interesse em analisar e destacar os tipos de atividades realizadas nos centros de trabalho por onde passam os itens em processamento; para isso, desenham-se, sobre as linhas, junto a cada centro de trabalho, símbolos gráficos da ASME, que definem as atividades ali executadas. Torna-se mais comumente usado no arranjo físico ou *layout*.

Acontece tanto na fase de projeto, como nas revisões das distribuições dos equipamentos existentes nas instalações (*relayout*).

O mapofluxograma permite uma visão espacial do processo produtivo, podendo ser bidimensional ou tridimensional. Conforme indica a figura 2, este recurso mostra – em conjunto com o fluxograma – as etapas do processo, a seqüência de execução, o posicionamento físico das atividades e a direção do movimento.

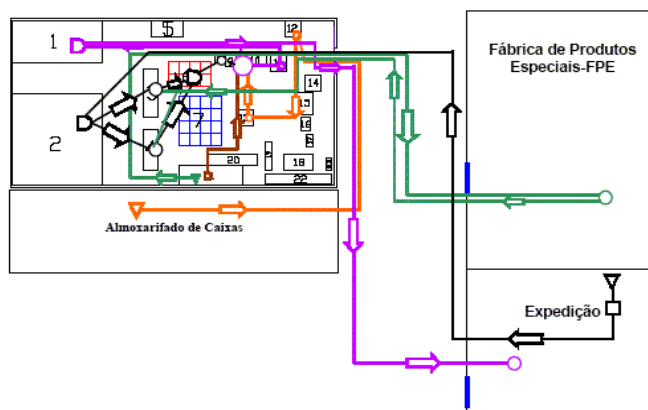


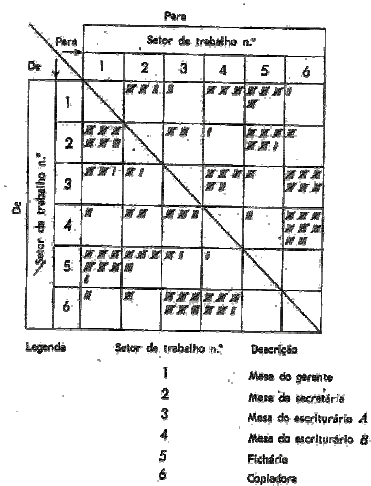
Figura 2 – Mapofluxograma da embalagem de snacks

Para se construir o mapofluxograma, a princípio, realiza-se a definição do processo e o desenho em planta do arranjo físico detalhado dos centros de trabalho envolvidos no processo em estudo. Adota-se uma convenção gráfica que identifica as atividades realizadas durante o processamento. Sobre a planta do arranjo físico é desenhado o fluxograma utilizando linhas para indicar o sentido do fluxo nos centros de trabalho correspondentes. Para tal, é necessário levantar as etapas do processo, a seqüência da execução e a planta baixa do edifício. Na planta deverão estar apresentadas: a localização das estações de trabalho envolvidas, as áreas de armazenamento e espera, máquinas, equipamentos, bancadas, mesas, corredores, portas, passagem e áreas de serviço.

Os problemas e defeitos típicos evidenciados com o uso do Mapofluxograma estão relacionados a: atividades desnecessárias ou dispensáveis; possibilidades de agrupar e combinar atividades; movimentos longos entre as atividades; mudanças de direção do fluxo; retornos; cruzamentos de fluxo; incompatibilidade da direção do fluxo em relação a sua grandeza ou freqüência; pontos de congestionamento de tráfego localização das áreas de estoque em relação às áreas de trabalho e expedição.

2.3 Carta de para

A definição está relacionada à representação tabular de dados quantitativos sobre o movimento de material, operadores e/ou equipamentos. É o documento básico comum a todos os tipos de arranjo físico. A figura 3 demonstra este recurso.



Fonte: Krick (1971)

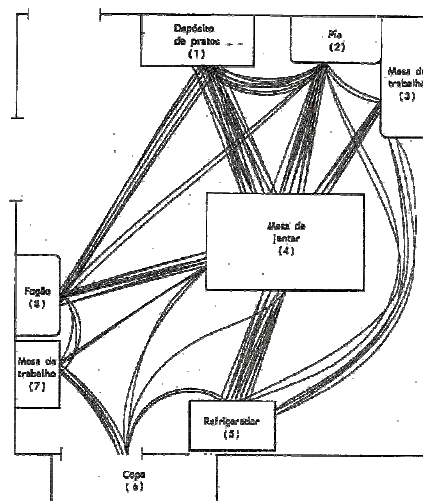
Figura 3 – Carta de para

Na simbologia, cada traço significa o volume de fluxo. Pode ser construído colocando na linha horizontal as varias sessões de trabalho, das quais os materiais saem e entram. Na coluna vertical colocam-se as várias sessões, na mesma ordem da horizontal de cima para baixo. Uma das vantagens desse recurso é o fato de auxiliar no estudo do *layout*. Uma desvantagem de sua utilização é a demora de todo o preenchimento da Carta De Para.

Este recurso esquemático pode ser usado no estudo do *layout* como um critério de ponderação para avaliação da intensidade do tráfego. É um recurso útil, pois quantifica e revela o fluxo de material e pessoas, constituindo-se de mais um elemento para análise do processo.

2.4 Diagrama de freqüência de percurso

O diagrama de freqüência de percurso também representa o fluxo ou tráfego de materiais, pessoas e ou equipamentos entre sessões, conforme figura 4.



Fonte: Krick (1971)

Figura 4 – Diagrama de freqüência de percurso

Segundo Krick (1971) não existe seqüência de eventos estabelecida. A disposição dos elementos varia, dependendo da tarefa que está sendo executada e da oportunidade de inter-relacionamento de atividades.

Constrói-se fazendo a planta do arranjo físico, onde são desenhadas linhas que representam a intensidade do tráfego ou do fluxo. A vantagem de sua utilização é que permite a visualização na intensidade do tráfego. A desvantagem deste recurso é que para grandes intensidades de fluxo o recurso fica visualmente confuso.

O Diagrama de Frequência de Percurso determina que a distribuição das sessões, que apresentam fluxo intenso, devem estar próximas entre si, e as sessões que apresentam baixo fluxo, ou nenhum fluxo, podem estar distantes uma das outras.

2.5 Tabela de distribuição de informações

A tabela de distribuição de informações é utilizada para se registrar um grupo de informações. Tem o objetivo de tornar mais simples a visualização e manipulação de formulários ou documentos, evitando informações desnecessárias e a duplicação excessiva de registro de informações em vários formulários (MUROLO FILHO, 1979).

O recurso é elaborado para identificar as fontes de fornecimento das informações, determinar todas as informações requeridas a cada fonte pelo sistema burocrático e/ou de informação em estudo e, organizar a distribuição racional dessas informações dentre os vários formulários.

Esse modelo esquemático é constituído através de uma tabela de dupla entrada, listando nas colunas os vários formulários do sistema burocrático ou e/ou de informações em estudo e nas linhas as informações requeridas a uma certa fonte (figura 5). A tabela de distribuição de informações se assemelha a listas de verificação (*check list*).

	Admissão	Demissão	Mudança de função
Diploma	√		
Título de eleitor	√		
Carteira profissional	√	√	√
Carga horária	√		√
Exame médico	√	√	√

Fonte: Adaptado de Murolo Filho (1979)

Figura 5 – Tabela de Distribuição de Informações

A simbologia usada é uma marca de verificação \checkmark ou um par binário (0 ou 1) para indicar as interseções comuns. A vantagem de sua utilização é que a tabela fornece um entendimento visual de quais informações são requeridas nos vários formulários.

3. Comparativo dos recursos esquemáticos

A utilização dos recursos esquemáticos constitui uma técnica da Engenharia de Métodos para descrever o processo produtivo. Cada recurso esquemático tem suas vantagens e desvantagens, e possui um critério individual de acordo com o objetivo de sua aplicação.

Uma das vantagens da combinação de recursos, segundo Barnes (1977), é que em conjunto formado pelo Fluxograma e Mapofluxograma, por exemplo, mostra a seqüência, o posicionamento físico das atividades e a direção do movimento dos estágios da tarefa produtiva. O Mapofluxograma ajuda a explicar as atividades e sua seqüência registradas no Fluxograma, e a destacar mais claramente a importância e as dificuldades inerentes à realização de cada atividade ou à movimentação do item, em relação à disposição física e dimensões da instalação e equipamentos.

Krick (1971) aborda duas desvantagens do Fluxograma: não dá idéia física de arranjo e não apresenta uma perspectiva global. Com a utilização do Mapofluxograma estas desvantagens são anuladas. Souto (2004) concorda que, quando usados em conjunto, o Fluxograma e o Mapofluxograma fornecem uma visão espacial do processo, em termos de sua ocupação e movimentação física na instalação produtiva.

Segundo Barnes (1977), os passos a serem seguidos na execução de um Fluxograma e de um Mapofluxograma são semelhantes e devem seguir a seqüência: determinar a atividade a ser estudada; a escolha dos pontos definidos para o início e o término do gráfico, a fim de que se garanta a cobertura da atividade que se deseja estudar; obter plantas do departamento; desenhar nas plantas o fluxo do objeto através da fábrica, inserindo nas linhas os símbolos da ASME. O Fluxograma deverá conter uma tabela-resumo com uma coluna para a distância percorrida, uma para o símbolo e outra para a descrição da atividade.

Tanto a Carta De Para quanto o Diagrama de Frequência de Percurso representam quantitativamente a movimentação de material e pessoas. Em ambos os recursos, os segmentos de reta simbolizam o volume do fluxo entre setores. No Diagrama de Frequência de Percurso desenha-se o fluxo de materiais ou pessoas sobre a planta baixa dos departamentos a serem estudados pela organização. Este recurso, portanto, oferece uma visualização mais clara do que a Carta De Para cuja configuração é semelhante a uma tabela.

Os dois recursos acima citados têm uma grande aplicação nos estudos de *layout*. Esses recursos evidenciam o fluxo entre os setores, permitindo uma análise crítica determinando que os departamentos com maior intensidade de fluxo devem ser re-locados, tornando-os mais próximos um do outro.

A Tabela de Distribuição de Informações tem enfoque diferenciado dos outros recursos apresentados, apesar de também ter o objetivo de analisar o processo produtivo. Por ser um quadro burocrático informativo, facilita o acesso a um grupo de informações, permitindo economia de tempo e evitando falhas ou erros na operação. A aplicação deste recurso é útil não só no setor administrativo da manufatura, mas também no setor de serviços.

A utilização de recursos esquemáticos da Engenharia de Métodos para análise do processo produtivo é importante também, pois estes evidenciam as atividades que não agregam valor ao processo – tais como transporte, inspeção, espera – e que portanto, são passíveis de melhoria e consequentemente possibilitam um aumento da produtividade.

Um comparativo das características gerais de cada recurso esquemático para a análise do processo produtivo é apresentado em anexo.

4. Conclusão

Apesar de serem utilizados há bastante tempo, esses recursos esquemáticos ainda apresentam relevante contribuição na análise do processo produtivo inclusive nas novas formas de organização e gestão. Os recursos são utilizados como método para registro, análise crítica e comparação entre um estado posterior e anterior a uma melhoria do processo produtivo. Além

dessa aplicação relacionada ao Projeto de Métodos, os recursos estão presentes nas etapas de padronização e treinamento.

O Fluxograma e o Mapofluxograma representam o processo produtivo indicando através de símbolos a ocorrência de transportes, esperas, armazenamentos, inspeções e processamento em si. A Carta De Para e o Diagrama de Freqüência de Percurso registram a intensidade do fluxo de materiais e pessoas entre departamentos ou setores da organização. O Diagrama de Informações diferencia-se dos demais por relacionar informações burocráticas necessárias a um grupo de pessoas ou à execução de determinado grupo de tarefas.

A utilização conjunta de dois ou mais recursos permite ganhos superiores à utilização individual, ao passo que compensa as desvantagens de uns recursos com as vantagens de outros. Os recursos esquemáticos para análise do processo produtivo são, também, auxiliares na eliminação de atividades que não agregam valor e na melhoria contínua das organizações.

Referências

BARNES, R. M. *Estudos de Movimentos e Tempos*. São Paulo: Blucher, 1977.

KRICK, E.V. *Métodos e Sistemas*. Vol. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1971.

MUROLO FILHO, R. *Estudo de Tempos e Métodos*. São Carlos, 1979.

SOUTO, M. S. M .L. *Engenharia de Métodos*. Curso de especialização em Engenharia de Produção. PPGEP/UFPB, 2004.

ANEXO

	<i>Definição</i>	<i>Simbologia</i>	<i>Construção</i>	<i>Vantagem</i>	<i>Desvantagem</i>	<i>Análise</i>
Fluxograma	Representa a seqüência lógica das etapas do processo produtivo	ASME	Listam-se os símbolos identificadores segundo a ordem de ocorrência, ligando-os por segmentos de reta	Visualização de operações que devam ser excluídas ou submetidas à análise; permite uma perspectiva global	Não permite uma perspectiva espacial	Atividades não valorativas; perspectiva de agrupar e combinar atividades
Mapofluxograma	Representa a movimentação física de um item no <i>layout</i>	ASME	Sobre a planta do arranjo físico é desenhado o fluxograma utilizando linhas para indicar o sentido do fluxo	Fornecer uma visão compacta, global e espacial do processo e da movimentação física	Confuso, dependendo da escala da planta baixa	Cruzamento de fluxo, retornos, congestionamento de tráfego

Carta De Para	Representação tabular de dados quantitativos sobre o fluxo de material e pessoas	Cada segmento de reta simboliza o volume de fluxo	Preenche-se nas linhas e colunas as seções de trabalho das quais os materiais/pessoas saem e entram	Auxilia no estudo do <i>layout</i>	Demora no preenchimento da Carta	Quantifica e revela o fluxo de material e pessoas; re- <i>layout</i>
Diagrama de Frequência de Percorso	Representa o fluxo de material e pessoas entre seções	Cada segmento de reta simboliza o volume de fluxo	Sobre a planta do arranjo físico são desenhadas linhas que representam a intensidade do fluxo entre seções	Visualização clara da intensidade do fluxo entre as áreas	Confuso, dependendo da escala da planta baixa e da intensidade de fluxo entre seções	Proximidade entre seções de fluxo intenso entre elas; re- <i>layout</i>
Tabela de Distribuição de Informações	Tabela que registra um grupo de informações burocráticas e suas distribuições	Marca de verificação \checkmark ou um par binário (0 ou 1) para indicar interseções	Listar em colunas os formulários do sistema burocrático ou de informações e em linhas as informações solicitadas	Economia de tempo, redução de erros, resumo de informações	Eficácia ligada à atualização das informações	Visualização de informações desnecessárias e de registros duplicados

Quadro 1 – Comparativo dos recursos esquemáticos para análise do processo produtivo