

MAPEAMENTO DE PROCESSOS NA PRODUÇÃO DE SEMICONDUTORES

BIANCA RISERIO DIAS¹
MAGDA APARECIDA BATISTA²
VÂNIA GAYER³
RODRIGO OTÁVIO ROCHA CARDOSO⁴

RESUMO

Na linha de produção de cartão de memória micro SD de uma empresa de semicondutores identificou-se, por meio da análise de falhas, que a maior parte do número de unidades rejeitadas é causada pelo *die crack* (trinca na memória ou controlador). Por ser esse o tipo de falha que mais contribui para um *yield* baixo de produção, o objetivo deste estudo consistiu em aplicar a ferramenta mapeamento de processos para um estudo mais detalhado do *die crack*, identificar os fatores a serem ajustados visando diminuir a ocorrência do *die crack* e, conseqüentemente, aumentar o *yield* desta linha. A ferramenta mapeamento de processos é indicada para a identificação das causas de um problema em processos que envolvem grande fluxos de atividades, já que os processos e subprocessos são estudados de forma detalhada. A produção de semicondutores envolve vários processos complexos, portanto, a escolha e utilização da ferramenta mostrou-se adequada, permitindo, no caso estudado, detectar e então atuar na causa do problema. Como resultado, houve a diminuição do número de unidades de micro SD rejeitadas e conseqüente aumento do *yield* de produção que atingiu, com folga, o objetivo de 98,5% estabelecido para esta linha.

Palavras-chave: Mapeamento de Processos, Semicondutores, Ferramenta de qualidade.

³ Graduanda do curso de Engenharia de Produção - FAEX e Pós-graduanda em Gestão de Sistemas Automatizados – FAEX, e-mail: biancariserio@hotmail.com

⁴ Graduanda do curso de Engenharia de Produção - FAEX e Pós-graduanda em Gestão de Sistemas Automatizados – FAEX, e-mail: magda_mg75@hotmail.com

³ Professora orientadora, Mestre em Educação pela USF, pós-graduada em Engenharia Elétrica pela Unicamp e Licenciada em Matemática pela PUCCamp, e-mail: vania.gayer@faex.edu.br

² Professor coordenador, Mestre em Telecomunicações e Bacharel em Engenharia Elétrica modalidade eletrônica com ênfase em Telecomunicações, ambos pelo Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL, e-mail: engenharia2@faex.edu.br

PROCESS MAPPING IN SEMICONDUCTOR PRODUCTION

ABSTRACT

In the micro SD memory card production line of a semiconductor company, identify, through fault analysis, which is a larger part of the number of units rejected and caused by die crack (memory crack or controller). Because this is the type of failure that most contributes to a low production yield, the objective of this study is to apply a process mapping tool for a more detailed study of die crack, to identify the factors to be adjusted in order to reduce the occurrence of die crack and, consequently, increase the yield of this line. The tool mapping processes and indications for the identification of the causes of a problem in processes involving large flows of activities, since processes and subprocesses are studied in detail. A semiconductor production involves complex processes, therefore, a choice and an application of information shown, is a product that does not have a case studied. As a result, there was a decrease in the number of micro SD units discarded and consequent increase in production yield, which operates, on a slack, the 98.5% target set for this line.

Keywords: Process mapping, Semiconductor, Quality tool.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente faz-se necessário que as empresas invistam em gestão, tecnologia e qualidade para atender às exigências de clientes e se manter competitiva em relação à concorrência. Com o objetivo de melhorar seu desempenho continuamente, deve haver uma intensa interação da engenharia com a manufatura visando a melhoria contínua dos processos produtivos.

A análise de falhas (*failure analysis*) é muito presente na indústria de semicondutores, pois através dela é possível identificar qual é a causa da falha no dispositivo. Conseqüentemente, é possível fazer os ajustes necessários e que asseguram uma melhoria contínua dos processos envolvidos e dos resultados como um todo.

Em uma empresa de semicondutores, na linha de produção de cartão de memória micro SD, identificou-se através da análise de falhas que a causa da maior parte do número de unidades rejeitadas é o *die crack* (trinca na memória ou controlador). Já que esse tipo de falha é o que mais contribui para um *yield*⁵ baixo de produção, optou-se pela ferramenta mapeamento de processos para um estudo mais detalhado do *die crack*.

O objetivo deste estudo é aplicar o mapeamento de processos para a identificação dos fatores a serem ajustados, visando diminuir a ocorrência do *die crack* e, conseqüentemente, diminuir o número de unidades de micro SD rejeitadas, aumentando assim o *yield* de produção desta linha.

O mapeamento de processos é uma técnica utilizada para a compreensão da forma como um trabalho flui dentro de uma organização ou sistema. Esta técnica utiliza-se de diagramas de fluxo do processo que fornecem detalhes sequenciais de como uma tarefa é executada. Ele cria um vocabulário que permite um estudo de como o atual processo funciona, identificando problemas, limitações e oportunidades de melhoria através de diagramas de fluxo de processo (O'BRIEN et al, 1994 *apud* ALVARENGA, 2013, p.02).

O embasamento teórico apresentado é fruto de pesquisa em livros, artigos científicos e sites relacionados a mapeamento de processos.

⁵ indicador de qualidade definido pela razão de unidades aprovadas pela quantidade inicial do lote

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Ao aplicar a metodologia de mapeamento de processos, faz-se necessário abordar de forma clara alguns conceitos básicos. Eles são de suma importância para se obterem resultados eficazes, pois evitam a interpretação equivocada sobre os principais termos desse estudo.

Segundo Hunt 1996, *apud* Vilella, 2000, o mapeamento de processos é uma grande ferramenta que deve ser utilizada a fim de melhorar o desempenho da organização. Com a utilização dessa ferramenta é possível obter melhor entendimento dos processos atuais, análise dos mesmos e identificação das alterações viáveis. Vale ressaltar que os benefícios de aplicação dessa ferramenta de análise estruturada são principalmente redução de falhas, melhoria nos fluxos de produção que resultam em diminuição de custo.

Desta forma, se faz importante conhecer os KPIs (*Key Performance Indicators*) dos processos a serem estudados. Através desses indicadores de desempenho é possível fazer uma análise do estado atual (onde estou) e com as metas bem definidas (onde quero chegar) se faz possível definir os meios (como e o que fazer para chegar lá).

Segundo Slack et al. (2009 p. 563), “medição de desempenho é o processo de quantificar ação, no qual medição significa o processo de quantificação, e o desempenho da produção é presumido como derivado de ações tomadas por sua administração”. A comparação entre os KPIs atuais de uma organização e suas metas estipuladas nos permitem entender a sua real situação e a relevância da medição de desempenho no controle dos processos e na identificação e realização de melhorias.

Alguns conceitos que se destacam são processo, atividade e tarefa. Segundo definição de Júnior e Scucuglia (2011) nesse contexto tarefa seria a parte mais específica (como fazer) enquanto a atividade é mais ampla e pode conter várias tarefas, ou seja, a atividade é “o que fazer” que pode ser composta por vários “como fazer”.

Para Harrington (1997), *apud* Pinho (2007), processo é a transformação de entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*). Essa transformação se dá através do uso dos recursos disponíveis e que agreguem valor ao seu cliente interno ou externo. Já para

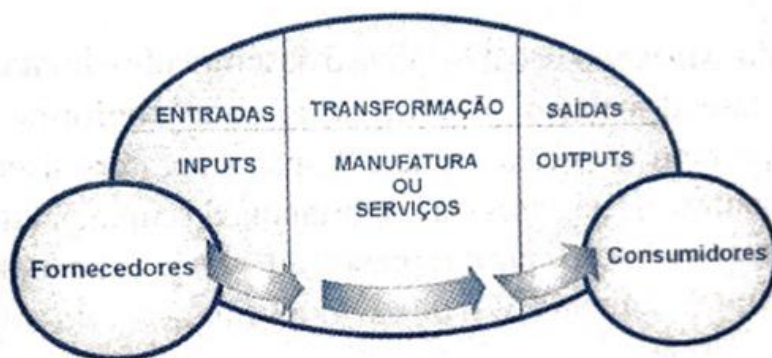
Soliman (1999), *apud* Pinho (2007, p.2), um processo integra pessoas, ferramentas e métodos para executar uma sequência de passos com o objetivo definido de transformar determinadas entradas em determinadas saídas.

Segundo Rasis et al. (2002-03), *apud* Andrade et al. (2014) a ferramenta SIPOC tem bastante ligação nesse contexto e é também uma ferramenta para solução de problemas, pois através dela é possível melhor visualização da sequência das etapas. Cada letra da sigla em inglês *SIPOC* tem um significado, são eles Fornecedores (*Suppliers*), Entradas (*Inputs*), Processo (*Process*), Saídas (*Outputs*), Clientes (*Customers*).

Para isso será necessário levantar os seguintes dados de cada processo: as entradas, as saídas, as especificações de cada etapa e o fluxo de cada um. Com uma visão mais clara do fluxo dos processos é possível realizar melhorias nestes, de modo que, por meio de futuras ações, seja obtido um nível de qualidade ainda maior, de acordo com as informações obtidas, tais como: Fronteira do projeto (onde inicia e onde termina o campo de atuação); Lista de entradas e saídas do processo e seus respectivos fornecedores e cliente (informação fundamental na definição da equipe de trabalho); Especificações atuais para as entradas e saídas do processo (ponto em que, normalmente, são detectadas falhas ou falta de especificações).

A figura 1, a seguir, mostra a relação entre as etapas, desde o fornecedor até o consumidor.

Figura 1 - Matriz organizacional (Entradas/ Transformação/ Saídas)



Fonte: Araújo (2004, p.03)

A sequência de passos citada anteriormente pode ser modelada e representada através de fluxogramas que irão facilitar o entendimento e a melhor

otimização durante a aplicação do mapeamento de processos. Modelar (ato de representar graficamente a sequência de atividades que compõe um processo) é diferente de desenhar (ato de definir novas características ao processo), segundo Júnior e Scucuglia (2011, p. 48). Já Fluxograma é uma representação gráfica formalizada de uma sequência lógica programada, trabalho, processo de manufatura, ou estrutura em geral (AGUILAR-SAVÉN, 2004, *apud*, ANDRADE, et al., 2014).

Segundo Davenport (1994) *apud* Alvarenga (2013), a organização deve se preocupar com as melhorias relacionadas à produção de bens (produtos e serviços) de qualidade, através de processos cada vez mais eficientes e eficazes para, conseqüentemente, estar apta a competir no mercado. E qualidade, na visão de Slack et al. (2009, p.40) é “fazer certo as coisas”, é a conformidade, coerente com as expectativas do consumidor. Esse conceito também é abordado por Greene e Stellman (2016, p. 437) para os quais o processo de realizar a garantia da qualidade trata-se de sempre acompanhar e melhorar a maneira de trabalho.

2.2 MODELAGEM E MAPEAMENTO

Apesar de existir várias técnicas conhecidas e efetivas para o levantamento de dados dentro de um processo, na maior parte das vezes se busca um meio informal e sem uma metodologia aplicada.

É nesse estágio que a modelagem de processos deve ser inserida, pois é nesse momento que o desenvolvedor tem um contato mais efetivo com as rotinas do usuário. Aprofundar a análise de requisitos para possibilitar um conhecimento mais amplo dos processos a serem atendidos pelo sistema a ser desenvolvido é uma maneira de auxiliar a instituição a atingir seus objetivos, permitindo uma revisão das suas rotinas. (Santos, 2010, p. 25).

Para maior eficiência durante a aplicação da ferramenta mapeamento de processos se faz necessário o conhecimento detalhado dos processos, atividades e tarefas que serão englobadas durante o estudo e, para isso, na fase inicial da aplicação da ferramenta, são definidas as áreas que serão estudadas e, em seguida, a modelagem de seus processos, atividades e tarefas através de fluxogramas detalhados. A ideia é basicamente selecionar o(s) processo(s) maior(es) e, na sequência, desmembrá-los em subprocessos, atividades e tarefas, ou seja, fazer a análise do geral para o específico, para que seja possível identificar os pontos de

melhoria a serem feitos. Em outras palavras, consideram-se atividades, informações e restrições do processo de forma simultânea, com sua representação tendo início a partir do sistema inteiro do processo, como uma única unidade que será dividida em diversas outras unidades mais detalhadas (os subprocessos) que por sua vez, serão decompostas em maiores detalhes e assim sucessivamente. Segundo Villela (2000), esta decomposição é que garantirá a validade dos mapas finais.

A ferramenta mapeamento de processos tem como objetivo a melhoria do desempenho da organização que engloba um bom entendimento do estado atual da empresa e a otimização de processos presentes ou futuros e recursos disponíveis. Para isso é necessário implementar algum tipo de priorização de processos a serem analisados, com o objetivo de concentrar esforços nos pontos mais críticos, que requeiram maior atenção e que possam trazer resultados mais importantes à empresa em questão. (JÚNIOR e SCUCUGLIA, 2011, p.162).

Inicialmente, no mapeamento de processos, é necessário ter a absoluta visão do processo que será mapeado e o porquê desse mapeamento. Segundo Biazzo (2000) *apud* Correia (2002), independente da técnica de modelagem adotada, o mapeamento de processo vai seguir as seguintes etapas:

1. Identificação e definição das principais entradas (*inputs*), processo e saídas (*outputs*), bem como os responsáveis pelas atividades e tarefas;
2. *Brainstorming*⁶ com os envolvidos na cadeia *SIPOC* definida na etapa anterior e também estudo dos documentos que façam parte do processo;
3. Criação do modelo com base nas informações adquiridas e revisão passo a passo seguindo a lógica *author-reader* (onde o *reader* pode ser tanto aqueles que participam do processo como potenciais usuários do modelo).

Em complemento a abordagem anterior, Júnior e Scucuglia (2011), colocam que, uma vez que a visão dos limites, entradas e saídas está clara, é preciso determinar qual o nível de detalhes do mapa de processo. Muitas vezes um nível de detalhamento excessivo pode atrapalhar o entendimento do estudo. Já na etapa final, deve-se fazer a verificação do mapeamento que se baseia na garantia de que nenhum erro nos passos anteriores foi cometido e que o mapa representa fielmente o processo estudado. Esta é a parte mais difícil, pois em geral, existem três versões de um

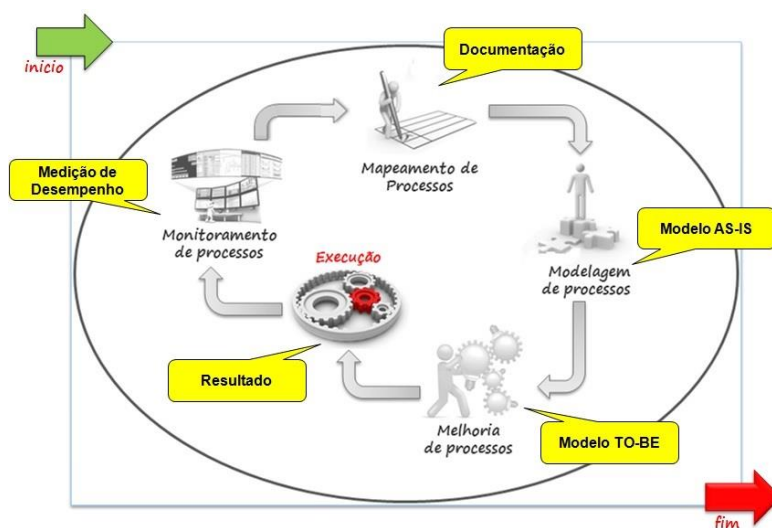
⁶ O *brainstorming* é uma ferramenta simples que pode ser utilizada em qualquer situação. Podemos dizer que é uma ferramenta para o surgimento de ideias ou para evidencição de problemas. (BEHR, Ariel; MORO, Eliane LS; ESTABEL, Lizandra B. 2008, p.34)

processo: o que se pensa que ocorre, o que realmente ocorre e o que deveria ocorrer. O que se pensa que ocorre é algo que deveria ser colocado em prática, mas ainda não está claro a todos os envolvidos, o que realmente ocorre é possível identificar durante o mapeamento e o que deveria ocorrer são os objetivos.

Nessa linha de pensamento, Júnior e Scucuglia (2011) discorrem sobre a abordagem de situação atual e proposta. No primeiro momento quem está realizando o mapeamento é preciso se concentrar apenas no que realmente ocorre, ou seja, conhecer a situação atual para ao longo do estudo identificar o que deveria ocorrer. É possível definir os pontos a serem melhorados e como poderão ser melhorados através da aplicação das ferramentas de qualidade e gestão que auxiliam a alcançar os objetivos propostos.

Já para Santos (2011), Mapeamento de Processo é uma atividade do Ciclo de Gerenciamento do Processo de Negócio, que é composto por Mapeamento, Modelagem, Análise, Melhoria e Monitoramento de Processos.

Figura 2 –Etapas realizadas no Mapeamento de processo.



Fonte: Santos (2011)

O mapeamento pode também ajudar a organização a ver de forma mais ampla e clara os seus pontos positivos e negativos (pontos a serem melhorados, como por exemplo: processos complexos demais, altos custos, falhas nas integrações, atividades desnecessárias, atividades que agregam pouco ou nenhum valor, retrabalhos, documentações em excesso e/ou desnecessárias etc.), além de facilitar

e aprimorar o entendimento sobre os processos e alavancar de forma significativa a desempenho do negócio.

Pode-se constatar que o mapeamento de processos tem um papel de desafiar processos existente, apresentando novas oportunidades de melhorar de forma estruturada o desempenho organizacional ao identificar interfaces críticas e ainda criar bases para a implementação de novas e modernas tecnologias de informação e de integração empresarial.

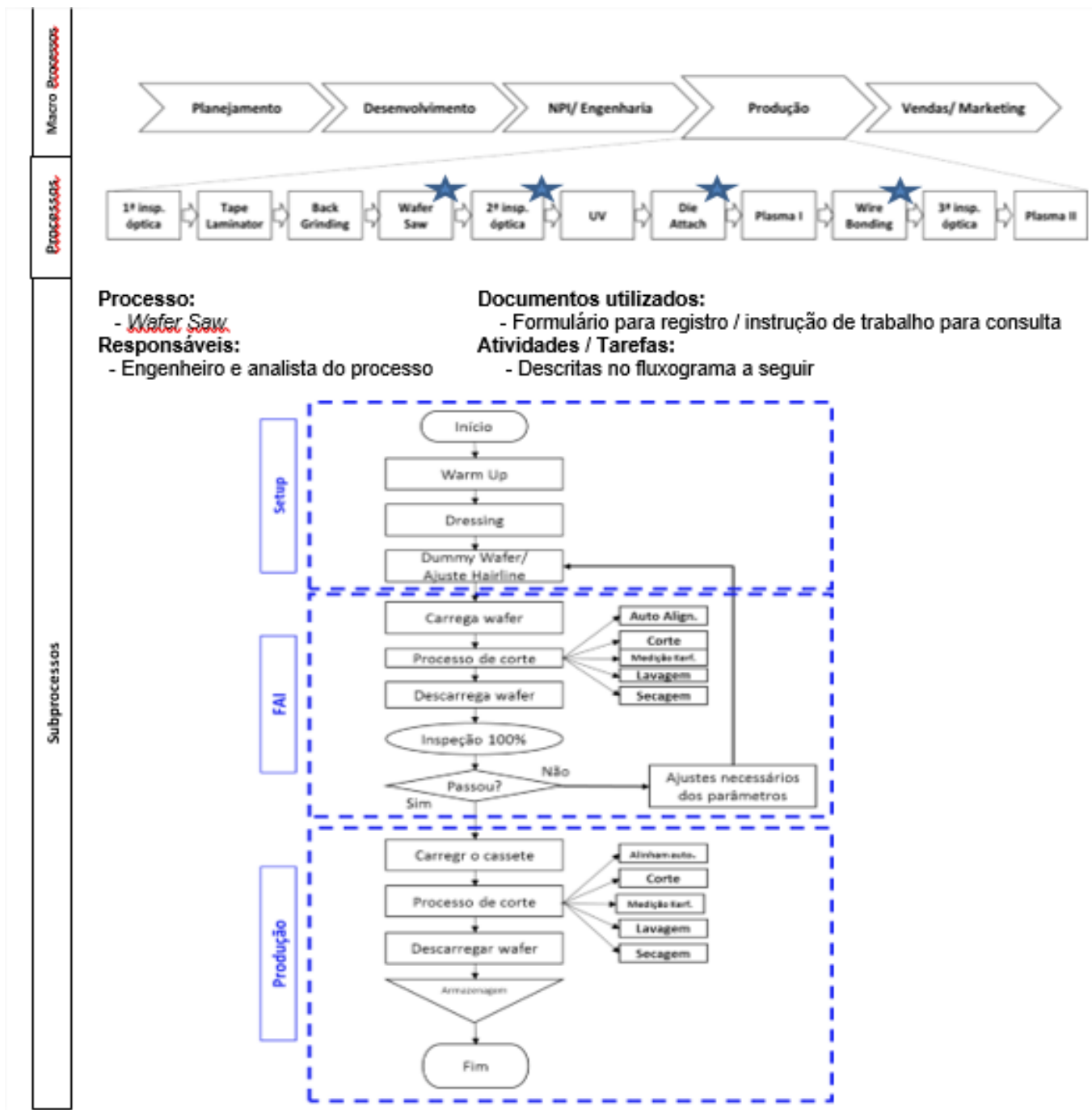
3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

Os dados e informações apresentadas nesse estudo são provenientes de uma pesquisa aplicada à linha de produção de cartão micro SD em uma fábrica de semicondutores. Foi identificada a necessidade da aplicação da ferramenta mapeamento de processos no mês de dezembro de 2016, quando a média do *yield* de produção foi muito baixa. A aplicação da ferramenta teve início em dezembro de 2016, na sala de Frente de Linha (*FOL – Front of Line*), onde estão localizados os principais processos iniciais de produção de micro SD. Durante o andamento das análises e após cada etapa de ajustes feitos nos processos, foi feita uma análise comparativa entre o *yield* dos lotes fabricados antes e após os ajustes. Foi feita também análise de falhas para verificar se ainda há ocorrência de *die crack* (trinca da memória ou controlador) e, caso ainda persista, avaliada a necessidade de continuar o mapeamento dos processos seguintes.

A aplicação da ferramenta de mapeamento de processos seguiu os passos propostos por Biazzo (2000) *apud* Correia (2002):

1. Identificação e definição das principais entradas (*inputs*), processo e saídas (*outputs*), bem como os responsáveis pelas atividades e tarefas.

Figura 3 – Macro processo, processo e subprocessos estudados



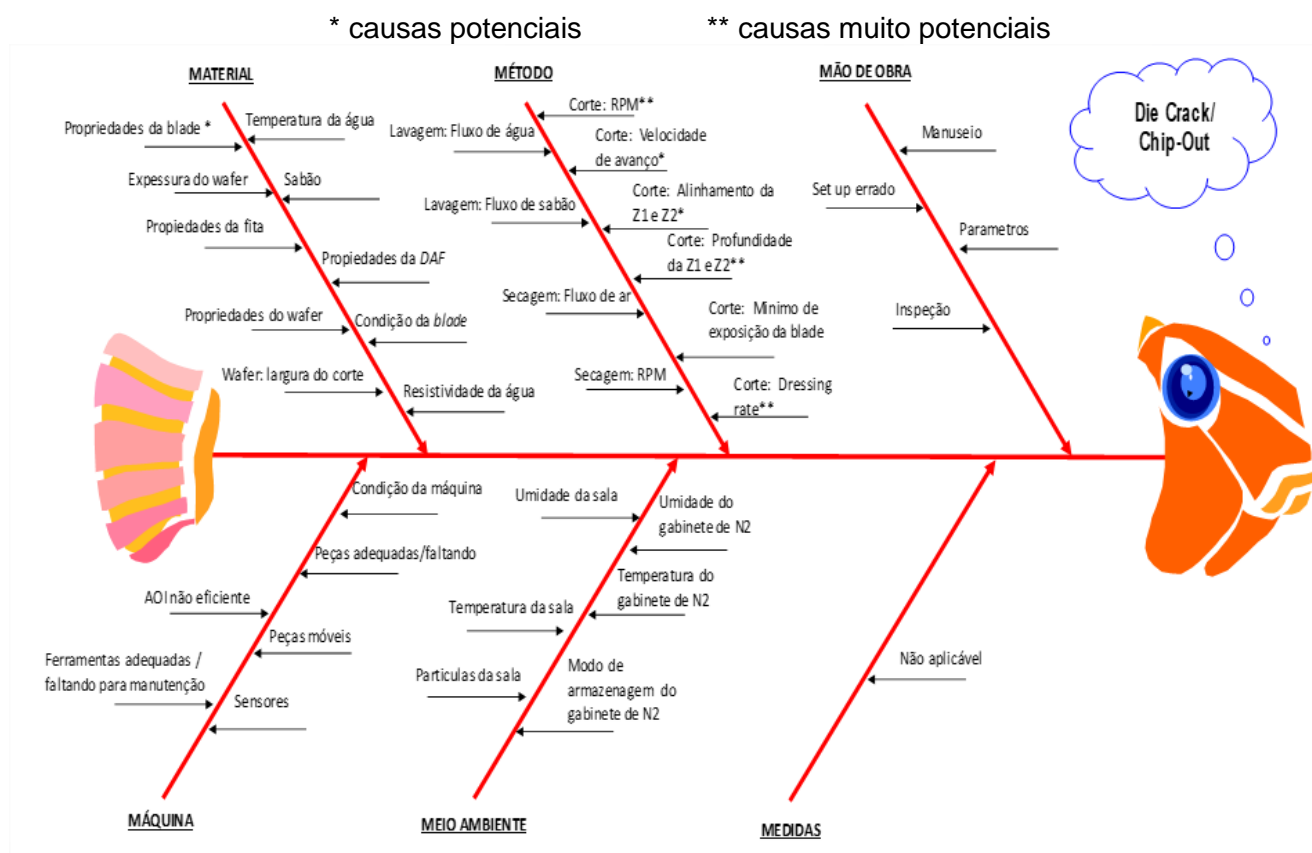
Fonte: Pesquisa aplicada à linha de produção de cartão micro SD.

Segundo o proposto por Júnior e Scucuglia (2011) houve uma priorização dos processos a fim de concentrar nos pontos mais críticos. Os processos que não foram selecionados não apresentam causas potenciais para o problema em questão.

2. *Brainstorming*⁷ com os envolvidos na cadeia SIPOC definida na etapa anterior e também estudo dos documentos que fazem parte do processo;

O diagrama de Ishikawa utilizado durante o *brainstorming* permite visualizar todos os fatores que influenciam no processo para então definir as causas do problema de forma assertiva.

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa utilizado durante o *brainstorming* do processo estudado



Die crack: trica no *die* (placa de silício – memória ou controlador)

Chip out: danificação nas bordas que tem grande potencial de se propagar a um *die crack*.

Fonte: Pesquisa aplicada à linha de produção de cartão micro SD.

⁷ O *brainstorming* é uma ferramenta simples que pode ser utilizada em qualquer situação. Podemos dizer que é uma ferramenta para o surgimento de ideias ou para evidenciação de problemas. (BEHR, Ariel; MORO, Eliane LS; ESTABEL, Lizandra B. 2008, p.34)

3. Criação do modelo com base nas informações adquiridas e revisão passo a passo, seguindo a lógica *author-reader* (onde o *reader* pode ser tanto aqueles que participam do processo como potenciais usuários do modelo).

Figura 5 –Mapeamento do Processo estudado

Mapeamento de Processos							
Processo	Fonte	4M+E	Hipótese	Controle Atual	Possibilidade de ser causa potencial do problema		Avaliação / Definição do modelo
					Sim	Não	
Wafer Saw	Propriedades da <i>Blade</i> (lâmina de corte)	Materia	Propriedade diferente de <i>blade</i> pode causar <i>chip out</i> devido ao <i>stress</i> durante o corte.	Controle de Qualidade Incoming através do CoC (Certificado de Conformidade).		x	Não é considerada causa potencial. Há somente um tipo de <i>blade</i> para cortar todos os tipos de <i>wafer</i> . Se estivesse relacionado a esse fato esse tipo de defeito afetaria quase 100% da produção.
	RPM	Método	Se a RPM estiver baixa demais pode causar <i>die crack</i> ou <i>chip out</i> .	FAI / Atual: 55k RPM, max: 60k RPM		x	Não é considerada causa potencial. RPM usada está dentro do critério máximo estipulado.
	Dressing Rate	Método	<i>Blade</i> antes do processo de dressing poderá aumentar o <i>stress</i> do corte causando <i>chip out</i> . Também pode causar separação das diferentes camadas do <i>die</i> devido ao <i>stress</i> .	FAI: Dress cada começo de turno	x		É considerada causa potencial. Alta frequência de dressing pode <i>stress</i> o <i>wafer</i> . Resultado melhorado após mudança de uma vez a cada troca de <i>blade</i> para uma a cada turno. Recomendado aumentar o <i>dressing rate</i> .
	Velocidade de avanço	Método	Se a velocidade de avanço estiver rápida demais pode causar <i>die crack</i> ou <i>chip out</i> .	FAI / Actual: 15 mm/sec, max: 50 mm/sec		x	Não é considerada causa potencial. A velocidade atual é somente 30% do máximo permitido.
	Alinhamento das lâminas Z1/ Z2	Método	Z1/ Z2 fora de alinhamento pode causar <i>die crack</i> nas bordas do <i>wafer</i> .	FAI: alinhamento manual <i>hairline</i> na primeira linha / Alinhamento automático <i>hairline</i> durante a verificação do <i>kerf</i> .		x	Não é considerada causa potencial. Alinhamento automático com alta acuracidade de alinhamento da <i>blade</i> após corte de cada 5 linhas.
Profundidade das lâminas Z1/ Z2	Método	Profundidade da Z1/Z2 não otimizados pode causar <i>die crack</i> nas bordas devido a espessura dos <i>blades</i> Z1/Z2.	FAI / Actual: 50% usando Z1	x		É considerada causa potencial. Recomendada alteração da altura da Z1 de 25% do <i>wafer</i> para 50% do <i>wafer</i> .	

Fonte: Pesquisa aplicada à linha de produção de cartão micro SD.

As etapas 1 e 2 propostas por Biazzo (2000) *apud* Correia (2002) têm grande semelhança com as etapas iniciais propostas por Santos (2011): Documentação, Modelo AS IS, que nada mais é que modelo atual (modelagem) e a etapa 3 proposta por Biazzo (2000) *apud* Correia (2002), também tem ligação com a fase do Modelo TO BE de Santos (2011), que representa a fase de elaboração do modelo ideal e melhorias a serem feitas.

Santos ainda cita duas fases fundamentais para a validação da eficácia que são “resultados” e “medição de desempenho”. Através das duas fases finais é possível determinar se deve continuar o mapeamento dos próximos processos ou se as ações foram eficazes e obtiveram a melhoria esperada.

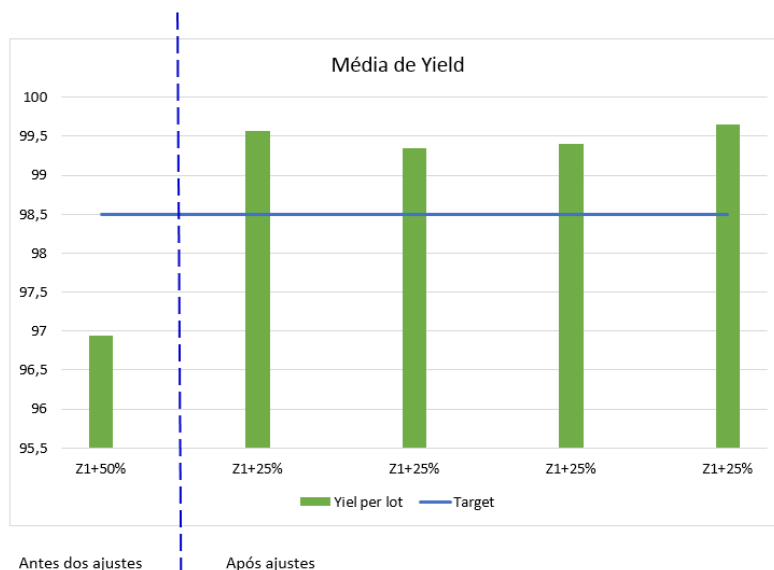
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na figura 5, a avaliação das fontes considerou o *dressing rate* e a profundidade de corte da lâmina Z1/Z2 como potenciais causas do *die cracking*. Seguindo as recomendações da avaliação, o *dressing rate* foi aumentado e a altura da lâmina Z1 alterada de 50% para 25% do *wafer*. Após a realização dos ajustes relacionados foram analisados quatro grupos de lotes fabricados.

A figura 6, a seguir, apresenta a comparação do *yield* médio do lote fabricado antes dos ajustes com o *yield* médio dos quatro lotes fabricados após os ajustes. Além de visível melhoria, vê-se ainda que os ajustes realizados permitiram atingir com folga o objetivo de 98,5% (*target*), estabelecido para o *yield* médio.

Para as unidades rejeitadas dos lotes produzidos após os ajustes foi realizada a análise de falhas e detectado um índice muito próximo de zero de ocorrência de *die crack*. Dessa forma, o mapeamento foi considerado bem-sucedido não sendo necessária continuação do mapeamento nos demais processos.

Figura 6 – Yield médio dos lotes fabricados antes e depois dos ajustes realizados



Fonte: Pesquisa aplicada à linha de produção de cartão micro SD.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma empresa de semicondutores, na linha de produção de cartão de memória micro SD, identificou-se através da análise de falhas que a causa da maior parte do número de unidades rejeitadas é o *die crack* (trinca na memória ou controlador). Por ser esse o tipo de falha que mais contribui para um *yield* baixo de produção, o objetivo deste estudo consistiu em aplicar a ferramenta mapeamento de processos para um estudo mais detalhado do *die crack*, identificando os fatores a serem ajustados visando diminuir a ocorrência do *die crack* e, conseqüentemente, aumentar o *yield* desta linha de produção.

A ferramenta mapeamento de processos mostra-se adequada para a identificação das causas de um problema em processos que envolvem grande fluxos de atividades, já que os processos e subprocessos são estudados de forma detalhada. No caso estudado, ao aplicar a ferramenta foi possível detectar e então atuar na causa do problema. Como resultado, houve a diminuição do número de unidades de micro SD rejeitadas, o que permitiu aumentar o *yield* de produção desta linha, atingindo, com folga, o objetivo de 98,5% estabelecido.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Tiago Henrique de Paula et al. Aspectos relevantes sobre mapeamento de processos. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. Páginas 87-98, 2013. Disponível em: <<http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/view/165>>. Acesso em: 18 abr. 2017.

ANDRADE, Gabriela Exupery Virga de, et al. **Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte**. 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012TNWIC1579202081.pdf>. > Acesso em: 20 maio 2017.

ARAUJO, Marco Antônio de. **Gestores, gurus e gênios: suas estratégias administrativas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

BEHR, Ariel; MORO, Eliane LS; ESTABEL, Lizandra B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ci/v37n2/a03v37n2>>. Acesso em: 22 maio 2017.

CORREIA, Kwami Samora Alfama; LEAL, Fabiano; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Mapeamento de processo: uma abordagem para análise de processo de negócio**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 22, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2002_TR10_0451.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

JÚNIOR, PAVANI. Orlando e SCUCUGLIA, Rafael. **Mapeamento e Gestão por Processos–BPM**. Gestão orientada à entrega por meio de objetos. São Paulo: Metodologia GAUSS, 2011.

PINHO, Alexandre Ferreira de et al. **Combinação entre as técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo**. 2007. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr570434_9458.pdf >. Acesso em: 24 abr. 2017.

SANTOS, Denise Cristiane dos. **Mapeamento de processos: Estudo sobre a sua aplicação como ferramenta estratégica para a análise de requisitos no desenvolvimento de sistemas**. 2010. 26 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Pública, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34826/DENISECRISTIANEDOSSANTOS.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

SANTOS, Rildo. **O que é o mapeamento de processos?** 2011. Disponível em: <[http://www.rildosan.com/search/label/Mapeamento de Processo](http://www.rildosan.com/search/label/Mapeamento%20de%20Processo)>. Acesso em: 10 jun. 2017.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

VILLELA, Cristiane da Silva Santos. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. 2000. 33 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/78638/171890.pdf?sequence=>>. Acesso em: 10 jun. 2017.