

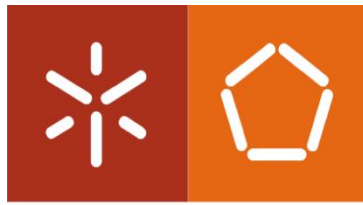


Alberto António Bumba

**Fomentar a implementação de
KPI tree nos projetos de melhoria contínua
numa empresa de componentes eletrónicos**

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Alberto António Bumba

**Fomentar a implementação de KPI *tree* nos
projetos de melhoria contínua numa
empresa de componentes eletrónicos**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de

Professor Rui Manuel Sá Pereira Lima

Professor Cristiano de Jesus

Novembro de 2020

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do Repositório UM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram direta, ou indiretamente, para a concretização desta dissertação, os meus mais sinceros agradecimentos.

Quero agradecer à equipa do BPS por me ter acolhido, em especial ao Manuel José e ao Francisco Vieira pela orientação e ensinamento, à Sofia Reis e à Catarina Cardoso pela força e motivação. Ao Sr. Jorge Pereira pelo suporte e ensinamentos.

Aos orientadores da universidade, professor Rui Lima e Professor Cristiano de Jesus, pela atenção e disponibilidade durante esta fase.

À Marta Barbosa pela amizade, carinho, suporte, pelos pequenos almoços, almoços e pelas trocas de ideias no estacionamento.

Ao Igor Ribeiro e à Irina Raquel pelas jornadas Guimarães - Braga.

Aos meus companheiros e companheiras de luta, MVALbino, Faraday, Tailer, Esdras, Marcio, Divaldo, Dinobre, Costa, Zenilda, Yara, Mimila, Munar, Fidel, Nucho e Capalo pelas trincheiras que nós construímos.

À minha família, especialmente aos meus pais José Alberto e Conceição António, pelo amor e confiança depositada, e à Ce pelo amor e carinho.

Ao Jesse N'bati pela força, motivação e por ter sido o meu mentor durante estes últimos 6 anos.

À família Gonçalves pelo acolhimento, especialmente à Laurinda Sabalo e Irina Gonçalves pelo amor e carinho.

A todos o meu Ngasakidila (muito obrigado)!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Fomentar a implementação de KPI *tree* nos projetos de melhoria contínua numa empresa de componentes eletrónicos

O presente projeto de dissertação foi realizado no âmbito de conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. O estudo foi desenvolvido no departamento *Bosch Production System* (BPS) na *Bosch Car Multimedia* Portugal, SA, tendo como objetivo principal o fomento à implementação de *Key Performance Indicator tree* nos projetos de melhoria contínua.

A realização deste objetivo foi possível por intermédio da aplicação de ferramentas e princípios BPS fundamentados na filosofia *Lean*. O BPS é responsável pelo sistema de melhoria contínua da empresa, cujo objetivo é alcançar a perfeição por meio da aplicação de várias abordagens. Uma dessas abordagens são os projetos de melhoria contínua. Esses são definidos com vários *inputs*, em que uma ferramenta que reúne os indicadores de desempenho desde o nível estratégico até ao nível operacional, denominada KPI *tree*, deve estar incluída. Contudo, constatou-se uma fraca aplicação desta ferramenta, tanto na definição como na execução dos projetos, resultando em problemas como, tempo elevado na derivação dos projetos, incumprimento da regra do BPS relativo à definição dos projetos e apenas 38% dos projetos com KPI *tree*, sendo que a maioria apresentava falta de *standard*, dados e estrutura. Por intermédio da análise dos cinco porquês, foram feitos os estudos das causas raiz dos problemas encontrados. Para solucionar os problemas, foi proposto um novo *standard* visual para KPI *tree*, uma ferramenta de criação automática da KPI *tree*, KPI *trees* para os oito indicadores das cadeias de valor da fábrica, base de dados para os KPIs e um mapeamento de processos de derivação e entrega dos projetos com foco na KPI *tree*.

Com as medidas implementadas, a KPI *tree* passou a ser incluída na derivação dos projetos de forma rápida e eficiente, o número de projetos com KPI *tree* aumentou para 77%, o tempo na derivação dos projetos reduziu 18%. Verificou-se também, um aumento de uma unidade no nível de maturidade do BPS, no ponto relativo à definição dos projetos. Por intermédio de inquéritos de satisfação, verificou-se que o *feedback* das entidades envolvidas nos projetos de melhoria contínua, relativo às propostas implementadas, foi positivo, sendo espectável o uso das KPI *tree* durante a execução dos projetos, que poderá, eventualmente, levar à redução do tempo na execução dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão de desempenho dos projetos, KPI *tree*, *Lean*, Projeto de melhoria contínua

ABSTRACT

Encourage the implementation of KPI tree in continuous improvement projects in an electronic components company

This dissertation project was carried out within the scope of the conclusion of the Integrated Master in Engineering and Industrial Management. The study was developed in the Bosch Production System (BPS) department at Bosch Car Multimedia Portugal, SA, with the main objective of promoting the implementation of the Key Performance Indicator tree in continuous improvement projects.

The achievement of this objective was made possible through the application of BPS tools and principles based on Lean philosophy. BPS is responsible for the company's continuous improvement system, whose objective is to achieve perfection through the application of various approaches. One of these approaches is continuous improvement projects. These are defined with various inputs, in which a tool that gathers performance indicators from the strategic to the operational level, called KPI tree, must be included. However, there was a weak application of this tool, both in the definition and in the execution of the projects, resulting in problems such as, long time in the derivation of the projects, non-compliance with the BPS rule regarding the definition of the projects and only 38% of the projects with KPI tree, most of which lacked standard, data and structure. Through the analysis of the five whys, studies were made of the root causes of the problems found. To solve the problems, a new visual standard for KPI tree was proposed, a KPI tree automatic creation tool, KPI trees for the eight indicators of the factory's value chains, database for KPIs and a process mapping of derivation and delivery of projects focused on the KPI tree.

With the implemented measures, the KPI tree started to be included in the derivation of the projects quickly and efficiently, the number of projects with KPI tree increased to 77%, the time in the derivation of the projects reduced 18%. There was also an increase of one unit in the maturity level of the BPS, in terms of project definition. Through satisfaction surveys, it was found that the feedback from the entities involved in continuous improvement projects, regarding the implemented proposals, was positive, and the use of KPI trees during the execution of the projects is expected, which may eventually lead to reduction of time in their execution.

KEYWORDS

Continuous improvement projects, KPI tree, Lean, Project performance management

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tabelas	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xviii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão bibliográfica	5
2.1 Lean production	5
2.1.1 História do Lean Production.....	6
2.1.2 Conceitos básicos do Toyota Producton System	6
2.1.3 Conceito de desperdício.....	7
2.1.4 Princípios Lean.....	8
2.1.5 Técnicas e Ferramentas Lean	9
2.2 Melhoria contínua	10
2.2.1 Princípios de melhoria contínua	11
2.2.2 Ferramentas da melhoria contínua.....	12
2.2.2.1 Ciclo PDCA	12
2.2.2.2 Gestão Visual	13
2.2.2.3 Metodologia 5S's	14
2.2.2.4 Matriz RASIC.....	15
2.2.2.5 Diagrama de causa e efeito e os 5 porquês	15
2.2.2.6 A3	16

2.3	Gestão de Projetos de melhoria contínua	17
2.3.1	Gestão do desempenho dos projetos.....	17
2.3.2	Fatores críticos de sucesso dos projetos	18
2.3.3	Medição e monitorização do desempenho dos projetos	20
2.4	Métricas de desempenho	21
2.4.1	Caraterísticas das métricas.....	21
2.4.2	Tipos de métricas	21
2.5	Indicador Chave de Desempenho	22
2.5.1	Características dos KPIs	22
2.5.2	Categorias dos KPIs.....	24
2.5.3	Seleção dos KPIs.....	24
2.5.4	Relação entre os KPIs.....	24
2.6	<i>Performance Measurement System</i>	26
2.6.1	Modelos de PMS.....	28
2.6.2	Caraterísticas do PMS.....	29
2.6.3	Medidas de desempenho do PMS	30
2.6.4	Potenciais PMS's.....	31
2.6.4.1	<i>Balanced Scorecard</i>	31
2.6.4.2	<i>Strategic Management And Reporting Technique</i>	33
2.6.4.3	<i>Performance Measurement Matrix</i>	34
2.6.4.4	<i>Key Performance Indicator Tree</i>	35
2.6.5	Considerações finais sobre os PMS's	36
3.	Apresentação da empresa – contexto de estudo	38
3.1	Grupo Bosch	38
3.2	Produtos e principais clientes	39
3.3	Missão e valores	40
3.4	<i>Bosch Production System</i>	41
3.4.1	Princípios BPS.....	41
3.4.2	Elementos BPS.....	43

3.4.3	BPS Maturity Assessment	43
4.	Descrição e análise crítica da situação atual	44
4.1	BPS <i>System Approach</i>	44
4.1.1	Entidades envolvidas	45
4.1.2	Value Stream Organization.....	46
4.1.3	System CIP Projects and Point CIP.....	47
4.1.4	KPIs usados pela organização.....	48
4.1.5	Standard atual da KPI tree	49
4.1.6	Utilização de KPI trees em diferentes projetos	50
4.1.7	Utilização de KPI tree na derivação dos System CIP Projects	53
4.1.8	KPI tree no seguimento dos projetos	54
4.2	Análise crítica e identificação dos problemas	54
4.2.1	Inexistência de um Standard visual para as KPI trees	54
4.2.2	Inexistência de um standard para criação da KPI tree.....	55
4.2.3	Dificuldades de acesso à documentação sobre KPI tree	55
4.2.4	Inexistência de base dados para alimentar os KPIs.....	56
4.2.5	Projetos derivados sem recurso à KPI tree	56
4.2.6	Longo tempo na análise dos KPIs durante a derivação dos projetos.....	57
4.2.7	Número reduzido de projetos com KPI tree	58
4.2.8	As KPI trees não simulam resultados dos indicadores	59
4.2.9	Dificuldades na criação e uso da KPI tree.....	59
4.3	Síntese dos problemas identificados	61
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria	62
5.1	Standard para a KPI tree	62
5.1.1	Standard visual da KPI tree.....	62
5.1.2	Ferramenta para criação da KPI tree.....	64
5.2	Organização e centralização das informações sobre KPI <i>tree</i>	66
5.2.1	KPI trees para os 8 KPRs.....	67
5.2.2	Standard com definições e instruções da KPI tree e da KPI -Tree Tool	70

5.2.3	Lista de indicadores com fórmulas e suas respectivas normas	71
5.2.4	Aplicação das fórmulas dos indicadores às KPI trees.....	71
5.2.4.1	Relação entre os indicadores.....	72
5.2.4.2	Demonstração da relação entre os indicadores da produtividade direta (WPD)	72
5.3	Criação de base de dados para as KPI <i>trees</i>	79
5.3.1	Base de dados criadas e adaptadas	79
5.3.2	Ligação das KPI trees às bases de dados.....	80
5.4	Mapeamento dos System CIP Projects, foco: KPI tree	80
6.	Discussão e análise dos resultados	82
6.1	Novo <i>standard</i> visual da KPI <i>tree</i>	82
6.2	Ferramenta de criação das KPI <i>trees</i> : KPI TreE Tool	83
6.3	Uso da KPI <i>tree</i> na terceira revisão dos <i>System CIP Projects 2020</i>	84
6.3.1	Derivação dos Projetos com recurso à KPI tree	84
6.3.2	Redução do tempo na derivação dos projetos.....	85
6.3.3	Aumento do número de projetos com KPI tree	86
6.3.4	Uso da KPI Tree na terceira revisão dos System CIP Projects	86
6.4	Benefícios do mapa de processos dos <i>System CIP Projects</i>	88
6.5	Fácil acesso aos novos e antigos documentos sobre KPI <i>tree</i>	88
7.	Conclusões e trabalho futuro.....	89
7.1	Conclusões	89
7.2	Trabalho futuro	90
	Referências Bibliográficas	92
Apêndice 1.	Exemplo de KPI <i>Trees</i> para os 8 KPRs	97
Apêndice 2.	KPI-Tree tool - instruções	102
Apêndice 3.	KPI tree Mini Teach	105
Apêndice 4.	Lista de indicadores prontas para KPI <i>tree</i>	108
Apêndice 5.	Lista de indicadores com fórmulas.....	111
Apêndice 6.	Ex: Importação de dados e cálculo dos indicadores	114
Apêndice 7.	Bases de dados (VS exemplos)	116

Apêndice 8.	Instruções de recolha de dados.....	119
Apêndice 9.	Inquérito de satisfação: <i>Standard</i> visual da KPI <i>tree</i>	120
Apêndice 10.	Inquérito de satisfação: KPI-TreE Tool	120
Apêndice 11.	Inquérito de satisfação KPI <i>tree</i> na derivação dos projetos	121
Apêndice 12.	Inquérito de satisfação KPI <i>tree</i> na execução dos projetos	121
Apêndice 13.	Inquérito sobre a pertinência <i>das</i> KPI <i>Trees</i> nos projetos de CIP	122
Apêndice 14.	Inquérito sobre a pertinência das KPI <i>Trees</i> nos projetos de CIP	124
Apêndice 15.	System CIP workshop implementação das KPI <i>trees</i>	126
Apêndice 16.	árvore e tabela com formulas dos KPIs para KPI tree do WPD	128
Anexo 1.	BPS <i>Maturity picture</i>	129
Anexo 2.	Modelos usados para criar KPI <i>trees</i>	130
Anexo 3.	<i>KPI Tree standard</i> central bosch	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2004).	7
Figura 2 - Práticas que originam desperdícios (adaptado de Southworth, 2010).	8
Figura 3 - Princípios <i>Lean</i> (adaptado de Womack & Jones, 1996).	9
Figura 4 - Ciclo PDCA (adaptado de Suzaki, 2017).	13
Figura 5 - Passos do 5S's (adaptado de Randhawa & Ahuja, 2017).	14
Figura 6 - Diagrama de Ishikawa (adpatado de Mach & Guáqueta, 2001).	15
Figura 7 - Etapas do método A3 (adaptado de Bosch Group, 2019)	16
Figura 8 - PDCA implícito no relatório A3 adaptado de Bosch Group (2019) e <i>Da Silva (2011)</i>	16
Figura 9 - Estratégia do projeto (adpatado Kerzner, 2011).	19
Figura 10 - Morfologia KPI (adaptado de Kerzner, 2011).	22
Figura 11 - Regra SMART (adapato de Kerzner, 2011).	23
Figura 12 - Desdobramento e resposta do PMS (adaptadomde Bititci et al. 1997).	27
Figura 13 - Caraterísticas do PMS (adaptadi de De Toni & Tonchia, 2011).	29
Figura 14 - Medidas de desempenho (adpatado De Toni & Tonchia, 2011).	30
Figura 15 - Perspetivas do BSC (adaptado Kaplan & Norton, 1992).	31
Figura 16 - Elementos essenciais do BSC (adaptado de Morisawa, 2002).	32
Figura 17 - SMART (adaptado de Cross & Lynch, 1988)	33
Figura 18 - <i>Performance Measurement matrix</i> (adaptado de Khurram, 2011).	34
Figura 19 - KPI <i>tree</i> adaptado de (adaptado de Ante et al. 2018).	36
Figura 20 - Síntese relação BSC e KPI tree (adaptado de Geada, Silva e Cruz , 2012).	37
Figura 21 - Bosch no mundo (Bosch, 2020)	38
Figura 22 - Localizações das fábricas do grupo Bosch em Portugal (adaptado de Bosch Group, 2019).	39
Figura 23 - <i>Bosch Car Multimedia</i> Braga (BrgP) (Bosch, 2020).	39
Figura 24 - Portefólio de produtos da divisão (Bosch, 2020).	40
Figura 25 - Clientes Bosch Braga (Bosch, 2020).	40
Figura 26 - Princípios BPS usados (adaptado de Bosch Group, 2019).	42
Figura 27 - Alguns elementos BPS (adatptado de Bosch Group, 2019).	43
Figura 28 - <i>BPS System Approach</i>	44
Figura 29 - Relação entre as fases do <i>System CIP Approach</i> (adaptado de Bosch, 2020).	45

Figura 30 - Entidades envolvidas (adaptado de Bosch Group, 2019)	46
Figura 31 - Pilares do VSO (adaptado de Bosch Group, 2019)	46
Figura 32 - Esquema do VS <i>Organization</i> (adaptado de Bosch Group, 2019).....	47
Figura 33 – Modelo de KPI <i>tree</i> (produtividade direta).	48
Figura 34 - Oito principais KPRs escolhidos para o ano 2020	48
Figura 35 - Exemplo 1: <i>Standard</i> KPI <i>tree</i>	49
Figura 36 - Exemplo 2: Árvore de perdas.....	49
Figura 37 - KPI <i>tree</i> projeto M - Q1-19 - P2.....	50
Figura 38 - KPI <i>tree</i> projeto M - Q3-19 - P3.....	50
Figura 39 - KPI <i>tree</i> projeto Rev1.19_P07	51
Figura 40 - KPI <i>tree</i> projeto M-Q2-19-P2.....	51
Figura 41 - KPI <i>tree</i> projeto M-Q1-19-P3.....	52
Figura 42 - KPI <i>tree</i> projeto Rev2.19_P1.....	52
Figura 43 - Árvore de perdas apresentada como KPI <i>tree</i> do projeto M-Q1-19 - P17	53
Figura 44 - Exemplos de KPI <i>tree</i> expostas no <i>System CIP Workshop</i>	53
Figura 45 - <i>Standards</i> KPI <i>tree</i>	54
Figura 46 - Respostas dos VS <i>Managers</i> relativas às dificuldades na criação <i>da</i> KPI <i>tree</i>	55
Figura 47 - Recursos utilizados como substitutos da KPI <i>tree</i> no <i>System CIP Workshop</i>	56
Figura 48 - Respostas dos <i>Projects owners</i> relativa à utilização da KPI <i>tree</i>	57
Figura 49 - Respostas dos <i>Project owners</i> relativa ao envolvimento da KPI <i>tree</i> nos projetos.	59
Figura 50 - Respostas dos VS <i>Managers</i> relativa à qualidade das KPI <i>trees</i> que criavam.	60
Figura 51 - <i>Standard</i> Gráfico KPI <i>tree</i>	63
Figura 52 - <i>Software</i> para criar KPI <i>tree</i>	64
Figura 53 - Função <i>Format Sheet</i>	64
Figura 54 - Função <i>Design</i> KPI <i>tree</i>	65
Figura 55 - KPI <i>tree</i> desenhada ex: OEE.	65
Figura 56 - Função <i>Design Pools</i> e KPI <i>height</i>	66
Figura 57- Informações sobre KPIs e KPI <i>tree</i>	67
Figura 58 - Destaque à KPI <i>tree</i> da produtividade a ser utilizada.....	67
Figura 59 - Eliminação dos indicadores, 1º e 2º sessão.....	68
Figura 60 - Confirmação e adição dos indicadores do BPS.	68
Figura 61 - Exemplo: documento único com as KPI <i>trees</i> do VS CLA.	69

Figura 62 - Lista de KPI <i>tree</i> base para os 8 KPRs (OKm).	69
Figura 63 - Instruções para o uso da KPI-TreE Tool.	70
Figura 64 - Documento com instruções e definições sobre KPI e KPI <i>tree</i> .	70
Figura 65 - Parte da lista de indicadores com fórmulas.	71
Figura 66 - Simulação para chegar ao <i>target</i> da WPI CLA	71
Figura 67 - Produtividade da linha da KPI <i>tree</i> .	73
Figura 68 - <i>Output</i> da linha	73
Figura 69 - Estrutura do POT	74
Figura 70 - Estrutura das paragens planeadas.	74
Figura 71 - Estrutura do tempo de ciclo	75
Figura 72 - Estrutura do OEE com perdas de qualidade e disponibilidade	75
Figura 73 - Estrutura da disponibilidade no OEE	76
Figura 74 - Estrutura das perdas técnicas no OEE	77
Figura 75 - Estrutura do tempo de observação	78
Figura 76 - Estrutura do tempo de execução (tempo de ciclo)	78
Figura 77 - Exemplo: Base de dados Okm para VS CLA.	79
Figura 78 - <i>Standard</i> para coleta de dados para base de dados Okm.	80
Figura 79 - <i>Standard</i> de derivação, foco: KPI <i>tree</i> .	81
Figura 80 - Respostas relativas à satisfação com o <i>standard</i> visual	83
Figura 81 - Respostas relativas à satisfação com a KPI-TreE Tool	83
Figura 82 - Análise das KPI <i>trees</i> a) Nuabs e b) LIWAKS.	84
Figura 83 - Respostas relativas à satisfação com uso das KPI <i>trees</i> nos System CIP Workshop	87
Figura 84 - Respostas relativas à satisfação com uso das KPI <i>trees</i> nos System CIP Workshop	88
Figura 85 - KPI <i>tree</i> dos Okm	97
Figura 86 - KPI <i>tree</i> dos IDCs (<i>Internal Defect Costs</i>)	97
Figura 87 - KPI <i>tree</i> dos IDCs (continuação)	98
Figura 88 - KPI <i>tree</i> Nuabs (<i>Relative Utilization</i>)	98
Figura 89 - KPI <i>Tree</i> WPI (<i>Work Productivity indirect</i>)	99
Figura 90 - KPI <i>tree</i> DIO (<i>Days Inventory on Hand</i>)	99
Figura 91 - KPI <i>tree</i> MOC (<i>Machine Operating Costs</i>)	100
Figura 92 - KPI <i>tree</i> MOC, continuação.	100
Figura 93 - KPI <i>tree</i> WPD (<i>Work Productivity direct</i>)	101

Figura 94 - 3U14 WPD.	101
Figura 95 - KPI <i>tree</i> LIWAKs.....	101
Figura 96 - KPI-TreE-Tool <i>Instructions</i>	102
Figura 97 - TreE Tool <i>Instructions</i> (continuação).....	103
Figura 98 - KPI-TreE Tool <i>Instructions</i> (continuação).....	104
Figura 99 - KPI <i>tree Mini Teach</i>	105
Figura 100 - KPI <i>tree Mini Teach</i> (continuação).....	106
Figura 101 - KPI <i>tree Mini Teach</i> (continuação).....	107
Figura 102 - Lista de Indicadores <i>Quality Okm</i>	108
Figura 103 - Lista de Indicadores <i>Quality</i> (IDC).....	108
Figura 104 - Lista de Indicadores <i>Costs</i> (WPD).....	109
Figura 105 - Lista de Indicadores <i>Costs</i> (WPI).....	110
Figura 106 - Lista de Indicadores <i>Delivery</i> (Liwaks).....	110
Figura 107 - Lista de Indicadores <i>Delivery</i> (TCT).....	110
Figura 108 - Lista de Indicadores com fórmulas <i>Costs</i>	111
Figura 109 - Lista de Indicadores com fórmulas <i>Delivery</i>	112
Figura 110 - Lista de Indicadores com fórmulas <i>Quality</i>	113
Figura 111 - Exemplo de Importação de dados VS CLA.....	114
Figura 112 - Exemplo de Importação de dados VS CLA, Continuação.....	115
Figura 113 - Excerto da Base de dados Okm (Exemplo).....	116
Figura 114 - Excerto da Base de dados IDC (exemplo).....	117
Figura 115 - Excerto da Base de dados <i>Direct productivity</i> e <i>Indirect productivity</i>	118
Figura 116 - Instruções de recolha de dados.....	119
Figura 117 Inquérito de satisfação: <i>Standard</i> visual da KPI <i>tree</i>	120
Figura 118 - Inquérito de satisfação: KPI-TreE Tool.....	120
Figura 119 - Inquérito de satisfação KPI <i>tree</i> na derivação dos projetos.....	121
Figura 120 - Inquérito de satisfação KPI <i>tree</i> na execução dos projetos.....	121
Figura 121 - Fotografias elucidativas da terceira revisão do <i>System CIP workshop</i>	127
Figura - 122 KPI tree completa.....	128
Figura 123 - BPS <i>Maturity picture</i>	129
Figura 124 - Exemplo 1: <i>Standard</i> KPI <i>tree</i>	130
Figura 125 - Exemplo 2: <i>Standard</i> KPI <i>tree</i>	130

Figura 126 - Exemplo 3: <i>Standard KPI tree</i>	130
Figura 127 - Exemplo 4: <i>Standard KPI tree</i>	131
Figura 128 - Exemplo 4: Árvore de perdas.....	131
Figura 129 - <i>Standard KPI trees</i> da central Bosch	132

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Técnicas e ferramentas <i>Lean</i> (Kilpatrick, 2003).	10
Tabela 2 - Fatores críticos de sucesso do projeto (Kerzner, 2011).	19
Tabela 3 - Categorias de métricas (Kerzner, 2011).	21
Tabela 4 - Tipos de medidas de desempenhos (Parmenter, 2014).	22
Tabela 5 - Características dos KPIs (adaptado de Eckerson 2009).	23
Tabela 6 - Categorias dos Indicadores de desempenho (Kerzner 2011).	24
Tabela 7 – Categoria multinível dos Indicadores (adaptado de Kang et al., 2016).	25
Tabela 8 - Evolução dos estágios da medição do desempenho (Shahin & Mahbod, 2007).	26
Tabela 9 - Arquitetura dos PMS's (De Toni & Tonchia, 2011).	28
Tabela 10 - Pontos fortes e fracos do BSC (adaptado de Striteska & Spickova, 2012).	32
Tabela 11 - Pontos fortes e fracos do SMART (adaptado de Striteska & Spickova, 2012)	34
Tabela 12 - Pontos fortes e fracos do PMM (adaptado de Striteska & Spickova, 2012).	35
Tabela 13 - Níveis da KPI <i>tree</i> (adaptado de Ante et al., 2018).	35
Tabela 14 - Pontos fortes e fracos da KPI <i>tree</i> (adaptado de Ante et al., 2018)	36
Tabela 15 - <i>BPS Assessment</i> tópico <i>System CIP Projects</i> , definição dos projetos.	47
Tabela 16. Estimativa do tempo na derivação dos projetos.....	58
Tabela 17 - Levantamento dos projetos com e sem KPI <i>tree</i> do ano 2019.	58
Tabela 18 - Síntese dos problemas encontrados na análise crítica da situação atual.	61
Tabela 19 - Problemas VS Propostas de melhoria.....	62
Tabela 20 - Unidades de alguns indicadores da KPI <i>tree</i> da produtividade	72
Tabela 21 - Matriz de responsabilidades.	81
Tabela 22 - <i>BPS Assessment</i> tópico <i>System CIP Projects</i> , definição dos projetos.	84
Tabela 23 - Tempo na derivação dos projetos sem a KPI-TreE Tool.....	85
Tabela 24 - Tempo na derivação dos projetos com a KPI-TreE Tool.....	85
Tabela 25 - Aumento do número de projetos com KPI <i>tree</i>	86
Tabela 26 - Fórmulas para a KPI <i>tree</i> da produtividade	128

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

- OKm – Defeitos detetado no cliente
- BPS - *Bosch Production System*
- BrgP - Divisão *Bosch Car Multimedia* – Braga, Portugal
- BSC - *Balanced Scorecard*
- CIP - *Continuous Improvement Process*
- CM - *Car Multimedia*
- CC - *Chassis system Control*
- DI - *Drive information*
- DIO – *Days Inventory on Hand*
- DLR - *Daily Leadership routine*
- EVA - *Earned Value Analysis*
- EC - Engenharia Concorrente
- FPY – *First Pass Yield*
- FCS - Fatores Críticos de Sucesso
- ISO - *International standard Organization*
- IDC – *Internal Defect Cost*
- I KPI – *Improvement KPI*
- IS - *Instrumental System*
- JIT - *Just in Time*
- KPI - *Key Performance Indicator*
- KPR - *Key Performance Results*
- KPI Tree – *Key Performance Indicator Tree*
- LP - *Lean Production*
- LIWAKS – *Delivery performance*
- M KPI - *Monitoring KPI*
- MS - *Manufacturing Service*
- MOC – *Machine Operating Cost*
- Nuabs – *Absolute Utilization Ratio*
- OEE - *Overall Equipment Effectiveness*
- P Owners – *Project Owners*

PI - *Performance Indicator*

PCA - *Principal Component Analysis*

PA - *Parallel Analysis*

PS - *Professional System*

PMS - *Performance Measurement System*

PDCA - *Plan, Do, Check and Act*

QCD - *Quality, Cost, Delivery*

RASIC *Matrix* - Responsável, Aprova, Suporta, Informa, Coopera

RI - *Result Indicator*

System CIP – System Continuous Improvements Process

TPS – *Toyota Production System*

TPM - Total Productive Maintenance

TQM - *Total Quality Management*

VS – *Value Stream*

VSO – *Value Stream Organization*

VS *Manager – Value Stream Manager*

VC - *Values Contribution*

VSM - *Value Stream Mapping*

VSD - *Value Stream Design*

WPD – *Work productivity Direct*

WPI – *Work Productivity Indirect*

WS – *Workshop*

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o enquadramento e a motivação para o desenvolvimento do tema da dissertação, assim como os objetivos pretendidos, a metodologia de investigação e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Desde os meados do século XX que as empresas enfrentam o fenómeno da rápida mudança do meio envolvente de acordo com as suas áreas de atuação. Essas mudanças são caracterizadas pelo crescimento do mercado, em que numa primeira fase a procura de bens era superior à oferta e as empresas se sentiam confortáveis em produzir para vender. Na segunda fase um equilíbrio entre a procura e a oferta foi identificado e o cliente passou a ter o poder de escolha entre os diversos fornecedores, as empresas passaram a produzir o que podia ser vendido. A terceira fase surgiu imediatamente caracterizada pela oferta excessiva por parte das empresas, elevando a concorrência entre elas tendo em vista a satisfação do cliente, que por sua vez se tornou mais exigente (Courtois, Pillet, e Bonnefous-Martin, 2011).

Hoje em dia, com o aumento da competitividade e da exigência do mercado as empresas são obrigadas a adotarem práticas como otimização de custos, aumento da qualidade, renovação dos seus produtos e da vida útil dos mesmos (Suzaki, 2017). Ademais, com o surgimento da filosofia *Lean Production*, cujo objetivo é a criação de valor por meio da eliminação de desperdícios, as empresas ganharam mais conceitos e ferramentas para fazer face aos novos desafios (Womack, Jones, e Roos, 1990).

O *Lean production* é a denominação ocidental mais comum para o *Toyota Production System* (TPS), introduzido e designado inicialmente desta forma por Womack, Jones, e Roos, (1990) no livro "*The Machine that Changed the World*". Nesse estudo, concluiu-se que as empresas japonesas tinham melhores resultados que as americanas devido às boas práticas baseadas nos conceitos do *Lean Production* (Womack et al., 1990).

Foi com base no TPS e nos seus princípios que surgiu a filosofia *Bosch Production System* (BPS), com o objetivo principal de tornar a empresa *Lean*, livre de desperdícios e com um fluxo contínuo de material (Bosch GroEup, 2019).

Tal como no TPS, o princípio central do BPS é a melhoria contínua. Este processo é levado a cabo por intermédio de vários projetos de médio e logo prazo. Estes projetos surgem em sede do BPS *System approach*, uma metodologia que consiste na melhoria da cadeia de valor a vários níveis da organização.

O BPS *System approach* é composto pelas seguintes fases (Bosch Group, 2019):

1) *System CIP (System Continuous Improvement Process)* – em que por meio da visão de fábrica, análise da cadeia de valor e dos requisitos internos e externos da fábrica no mercado, são definidas áreas para implementação de melhorias e respectivas metas de implementação. Para atingir as metas definidas, são derivados projetos de melhoria contínua. Quando as metas definidas são atingidas por meio da implementação de *standards*, o projeto passa para segunda fase.

2) *Point CIP*, esta fase consiste na estabilização dos *standards* desenvolvidos. Quando a estabilização é garantida o projeto passa para terceira fase.

3) *Daily Leadership Routine*, nesta fase continua-se a medir os indicadores de desempenho para certificar-se que eles continuem dentro dos limites definidos

Durantes as diversas fases do BPS *System Approach*, desde a análise da situação atual até ao DLR (*Daily Leadership Routine*), são feitas análises aos indicadores das cadeias de valor, estes indicadores podem ser analisados de forma isolada, o que pode levar à exaustão na análise e à dificuldade na percepção da relação entre eles (Ante, Facchini, Mossa e Digiesi, 2018). O BPS propõe para esta situação uma *KPI tree (Key Performance Indicator Tree)*, um sistema de gestão de desempenho em uma estrutura multinível que desdobra os indicadores do nível estratégico até ao nível operacional (Ante et al., 2018; Bosch Group, 2019).

Um sistema de medição de desempenho pode ser estruturado de forma conveniente e de modo a ser adaptado à realidade da organização (Ante et al., 2018). Deste modo, o BPS define três níveis fundamentais para a *KPI tree*: topo, intermédio e básico. A nível de topo, *Value Stream KPR (Key Performance Result)*, que reúne os indicadores da cadeia de valor como produtividade, qualidade e performance de entrega, centrados nos resultados. A nível intermédio de monitorização, *Monitoring KPI*, reúne os indicadores de execução do sistema de produção como OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e nível de *Stock*. Ao nível básico, *Improvement KPI*, reúne os indicadores medidos diretamente no processo como peças rejeitadas e número de paragens (Bosch Group, 2019; Neely, Gregory, e Platts, 2005).

A *KPI tree* é uma ferramenta que ajuda na monitorização dos indicadores de desempenho do sistema de produção, por meio dela, podem ser derivados projetos de melhoria contínua, uma vez que ela assinala a sequência de indicadores fora do objetivo. Permite análises de causa e efeito entre os indicadores do problema e serve como *input* para o BPS *System Approach*, sendo normativo o uso da mesma durante a derivação dos projetos de melhoria. Contudo esta ferramenta não tem sido explorada devidamente no âmbito dos projetos de melhoria, no contexto do *System CIP Projects* do BPS. Os projetos

são derivados sem a ferramenta, levando à definição incorreta da causa raiz dos mesmos, do impacto em outros fatores do sistema, ao aumento do tempo de derivação dos projetos e ao incumprimento da norma relativa a definição de projetos *System CIP* do BPS.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo fomentar a implementação de *KPI tree* nos projetos de melhoria contínua, considerando os seguintes indicadores: aumento do número de projetos com *KPI tree* de 38% para 68% ou mais; redução de 15% ou mais do tempo de derivação dos projetos; passar do nível 2 para o nível 3 de avaliação do BPS (*Bosch Production System*) *Assessment* no ponto *Definition of System CIP Projects* do tópico *System CIP Projects and Point CIP*.

Este objetivo é suportado pelas seguintes atividades específicas:

- Criação do novo *standard* visual da *KPI tree*;
- Desenvolvimento de uma ferramenta de criação e visualização das *KPI trees*;
- Garantir a derivação dos projetos de melhoria contínua com *KPI tree*;
- Garantir o uso da *KPI trees* durante a execução dos projetos de melhoria contínua.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia de investigação utilizada nesta dissertação foi a “*Action Research*”, também conhecida por “aprender fazendo”, uma estratégia interativa caracterizada pelo envolvimento ativo não só do investigador, mas também da equipa da organização no projeto (O'Brien, 1998). Esta estratégia é virada para resolução de problemas, sendo caracterizada por um ciclo de fases composta por diagnóstico, planeamento de ações, implementação de ações, análise dos resultados e especificação da aprendizagem.

Na fase de diagnóstico, foi feita uma análise à situação atual, em que estudou-se o porquê do número reduzido de projetos com *KPI tree*. Foram usadas ferramentas como 5 porquês e inquéritos para a análise das causas.

Na fase de planeamento de ações, foram definidas as ações de melhoria a levar a cabo para resolver os problemas identificados, e identificadas acima na secção de objetivos. Foram utilizadas ferramentas informáticas e fluxogramas que ajudaram na criação das soluções.

A fase de implementação de ações de melhoria, consistiu na aplicação das medidas planeadas para atingir os objetivos preconizados. Foi necessário a participação em *workshops* para poder implementar as ações.

Na fase de avaliação foi comparada a situação inicial com a situação proposta de modo a estudar o impacto da mudança causada pelas novas práticas.

Na última fase, fase de especificação dos resultados, foi feita uma síntese dos principais resultados atingidos, verificado se os objetivos foram cumpridos, os problemas resolvidos e as lições aprendidas.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo apresenta o enquadramento ao tema, os objetivos e a metodologia adotada para realização do projeto.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, em que são apresentados os conceitos e teorias que serviram de suporte para a realização do projeto de dissertação.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde foi realizada a dissertação, é apresentada a sua história e seus os marcos, e de seguida o departamento em específico onde foi realizado o projeto de dissertação.

No quarto capítulo é feita a descrição e análise crítica da situação atual da empresa, em que são apresentadas as sistemáticas e o funcionamento das mesmas, é reunido um conjunto de informações e feita uma análise crítica para identificação dos problemas.

No capítulo cinco são apresentadas as propostas de melhoria para fazer face aos problemas identificados. No sexto capítulo, é feita a análise dos resultados das melhorias implementadas, estes resultados são quantificados e comparados com a situação inicial.

No sétimo capítulo são apresentadas as conclusões do projeto de dissertação, e as propostas de trabalho futuros para manutenção da filosofia de melhoria contínua existente na empresa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo apresenta a revisão bibliográfica de vários conceitos e teorias que suportam a investigação realizada ao longo da dissertação. Deste modo, serão abordados conceitos sobre a filosofia *Lean Production* e a sua história, *Toyota Production System* (TPS), melhoria contínua, assim como algumas ferramentas e técnicas *Lean*. Este capítulo apresenta também secções sobre Gestão de projetos de melhoria contínua, Métricas de desempenho e Sistemas de monitorização de desempenho (PMS).

2.1 Lean production

No cenário global atual, as organizações enfrentam essencialmente dois desafios, o primeiro tem que ver com as filosofias de gestão emergentes que tornam os métodos existentes obsoletos, o segundo com a mudança da natureza de pensamento do cliente. Os clientes tornaram-se mais exigentes tanto na inovação de produtos e serviços, como no custo e qualidade de entrega dos mesmos (Tersine e Wacker, 2000). Logo, para enfrentar esses desafios, as empresas precisam de agir rapidamente para sobreviverem diante da concorrência. Segundo Bhasin e Burcher (2005), *Lean Production* como filosofia tem sido muito utilizada para enfrentar os desafios acima mencionados.

Lean Production é definida como a filosofia de fazer mais com menos, “*Doing more with less*”, ou seja, menos esforço humano na fábrica, menos espaço, menos investimentos em ferramentas, menos tempo para desenvolvimento de novos produtos e menos inventário, resultando numa maior produtividade, com qualidade e dentro dos requisitos do cliente (Womack et al., 1990).

O termo *Lean* foi inicialmente introduzido por Womack et al. (1990) no livro “*The Machine that Changed The World*”, em que faziam à análise de desempenho entre as empresas norte americanas do ramo automóvel e a empresa japonesa do mesmo ramo Toyota Motor Company, em que concluíram que a empresa japonesa tinha melhores desempenhos que as empresas americanas, desde então esta filosofia tem sido usada como base para o crescimento e bom funcionamento de várias organizações (Vamsi, Jasti, e Kodali, 2015).

O *Lean Production* foca essencialmente na redução de custos por meio da eliminação de desperdícios, isto traduz-se em dar ao cliente o que ele quer, quando ele quer, onde ele quer, na quantidade e variedade que ele quer a um preço competitivo.

2.1.1 História do *Lean Production*

Depois da segunda guerra mundial, em que o Japão participou e teve o seu território destruído, a economia do país entrou em recessão e a indústria automóvel foi prejudicada. Eiji Toyoda primo de Kiichiro Toyoda, fundador da Toyota Motor Company promoveu várias vezes, para ele e seus engenheiros, visitas *benchmarking* à Ford e à General Motors, empresas americanas de Automóveis, com objetivo de observar, estudar e aprender as boas práticas empregadas nas mesmas para contornar a situação da empresa na época. Esses senhores estudaram também o livro escrito por Henry Ford "*Today and tomorrow*" 1926 (Liker, 2004).

Eles descobriram que a Ford com o tipo de produção em massa que empregava, era nove vezes mais produtiva que a Toyota. Deste modo, apesar da situação conjuntural no Japão Eiji Toyoda deu a Taiichi Ohno, administrador da empresa na altura, a tarefa de aumentar a produtividade da empresa, torná-la maior ou igual à da Ford aperfeiçoando o processo de produção. Uma tarefa difícil sendo que as condições socioeconómicas dos Estados Unidos eram bem melhores que as condições do Japão. O sistema de produção em massa da Ford fora criado para produzir grandes quantidades e um número limitado de modelos, por outro lado, a Toyota precisava produzir pequenas quantidades de modelos diferentes usando a mesma linha de montagem dedicada a um só veículo. Logo, a Toyota precisava adaptar-se ao modelo que produção da Ford para alcançar simultaneamente alta qualidade, flexibilidade, baixo custo e *lead time* (Liker, 2004). Em 1950, Eiji Toyoda e a sua equipa fizeram novamente uma visita de estudo de 12 dias às empresas americanas. Ficaram surpresos pelas coisas não terem mudado desde a última visita. Sendo que notaram muitas falhas no sistema, nomeadamente, os desperdícios de esperas, sobreprodução, *stocks*, movimentos, resultando em alto custo de produção. Desde então, Ohno percebeu que a resposta para o desafio dado para o seu chefe seria criar fluxo contínuo, padronizar processos e eliminar desperdícios, algo que Ford já havia mencionado no seu livro (Liker, 2004; Womack et al., 1990). Apesar de não deter muitos recursos, Ohno decidiu aplicar as práticas citadas acima. E com visitas adicionais, Ohno idealizou mais alguns conceitos como o Supermercado, *Just In Time* e *pull*, tornando o sistema Toyota mais produtivo e robusto (Liker, 2004).

2.1.2 Conceitos básicos do *Toyota Production System*

Segundo Sugimori, Kusunoki, Cho, e Uchikawa (2007), o primeiro ponto de partida para o *Toyota Production System* (TPS) foi o reconhecimento da situação socio económica do país. O Japão importava muita matéria prima por falta de recursos naturais em comparação com os países da Europa e América.

Portanto, para contornar isso foi necessário direcionar os esforços para produzir com qualidade, adicionar apenas valor ao produto, e com baixo custo. O segundo ponto de partida foi o conceito de trabalho dos japoneses que era diferente dos países ocidentais.

Os japoneses tinham consciência de grupo, senso de qualidade, desejo de melhoria e centravam a vida diária por meio do trabalho. Deste modo, o TPS funciona com dois princípios básicos: A redução de custo por meio da eliminação de desperdícios e tratar as pessoas como seres humanos e com consideração. A Figura 1 representa a casa TPS, um sistema estruturado constituído essencialmente por uma base, dois pilares, e um telhado. Os pilares representam dois conceitos técnicos importante nomeadamente, o *Just In Time* (produzir apenas o necessário, na quantidade necessária e no tempo necessário), e o *Jidoka* (automação com um toque humano). Na base estão representados os conceitos *Heinjunka* (produção nivelada), trabalho uniformizado, gestão visual processos estáveis e *standardizados*. No telhado da casa contemplam os objetivos do TPS, e no centro o conceito condutor que é a melhoria contínua (Liker e Morgan, 2006).

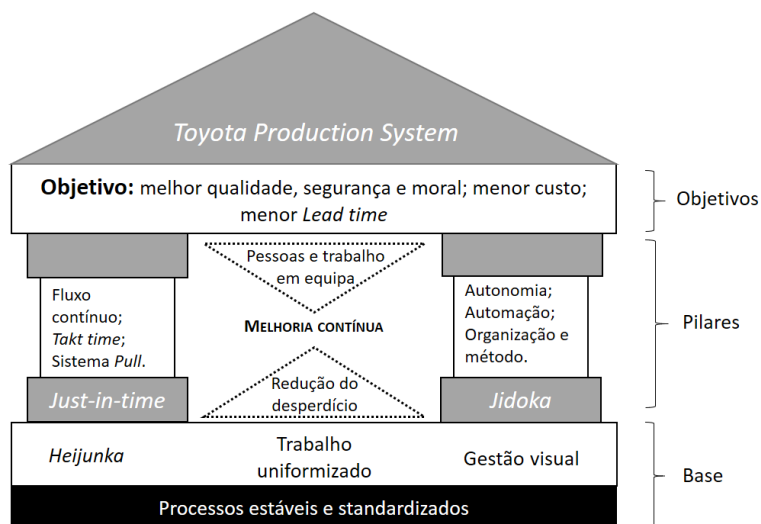


Figura 1 - Casa TPS (adaptado de Liker, 2004).

2.1.3 Conceito de desperdício

Quando não são tidos em consideração os dois principais conceitos do TPS anteriormente mencionados, o fenómeno dos desperdícios acontece. Ohno (1988) identificou 7 desperdícios nomeadamente:

- 1) Sobreprodução: Quando se produz mais cedo, mais rápido ou mais que o necessário para satisfazer o cliente (Southworth, 2010);
- 2) Esperas: São referentes aos tempos de inatividade seja da máquina, operador ou produto parado a espera do processo seguinte (Southworth, 2010);

- 3) Transportes: A movimentação ou deslocação de material sem acrescentar valor é considerado um desperdício. Considera-se também um desperdício necessário quando o sistema obriga a movimentação para o processo seguinte (Southworth, 2010);
- 4) Sobre processamento: Refere-se à repetição do processo efetuado incorretamente ou na utilização errada de processos e equipamentos (Southworth, 2010);
- 5) Inventário: É o acúmulo de material parado, sendo que este estado não acrescenta nenhum valor ao produto (Southworth, 2010);
- 6) Defeito: Está relacionado com produtos que não estão em conformidade com as especificações devidas levando ao retrabalho, inspeção ou mesmo refugo (Hicks, 2007);
- 7) Movimentações: Movimentações por parte dos funcionários ou máquinas para realizar uma atividade. Estas movimentações por si não acrescentam valor ao produto. (Hicks, 2007).

Segundo Liker (2004), o não aproveitamento das ideias dos colaboradores também é um desperdício. Tem que ver com o não envolvimento dos colaboradores na melhoria contínua por meio das suas ideias ou sugestões que poderiam acrescentar valor ao produto ou à organização (Southworth, 2010).

Na Figura 2 estão representados os três conceitos que descrevem as práticas de desperdício a serem eliminadas.

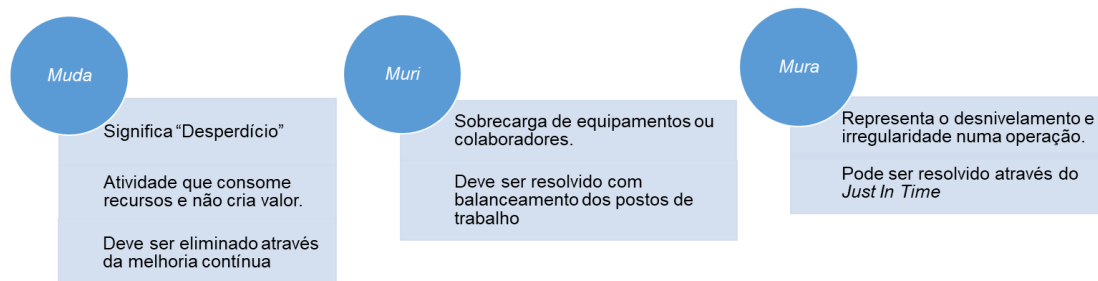


Figura 2 - Práticas que originam desperdícios (adaptado de Southworth, 2010).

2.1.4 Princípios *Lean*

Os princípios *Lean* constituem pontos de partida para se obter uma organização transparente, segundo Womack & Jones (1996), os princípios *Lean* ajudam a criar valores duradouros ao negócio independentemente do contexto aplicado.

Womack e Jones (1996) enunciaram os seguintes princípios representados na Figura 3:

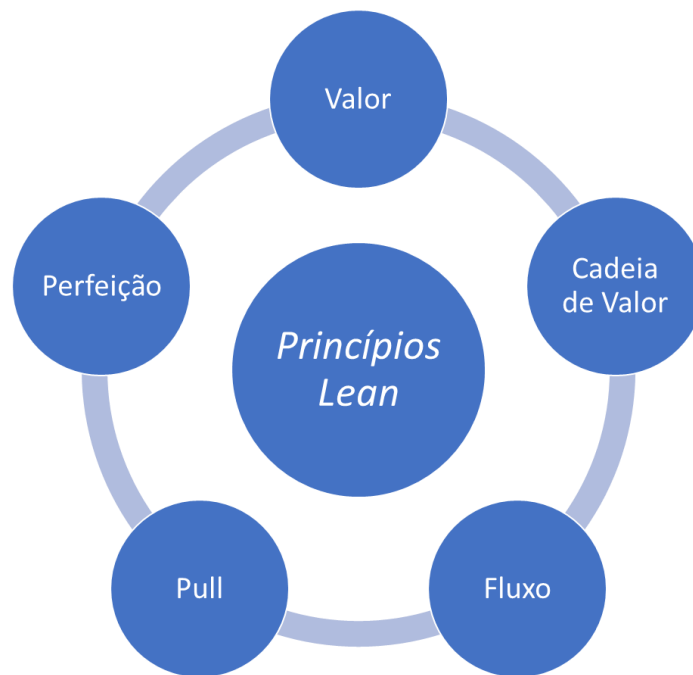


Figura 3 - Princípios *Lean* (adaptado de Womack & Jones, 1996).

- 1) Valor: consiste na definição do valor tendo em conta a perspectiva do cliente final no que diz respeito a um produto específico, com meios específicos, oferecidos num tempo específico;
- 2) Cadeia de Valor: identificar e mapear todo fluxo da cadeia de valor para cada artigo ou família de artigos. Eliminar os desperdícios;
- 3) Fluxo: criar fluxo contínuo, produzir sem interrupções para atender as necessidades do cliente;
- 4) *Pull*: produção puxada, produzir ao ritmo da necessidade do cliente, o que ele quer, na quantidade e quando ele quiser;
- 5) Perfeição: busca pela perfeição, melhorando continuamente a cadeia de valor, eliminando os desperdícios quando descobertos.

2.1.5 Técnicas e Ferramentas *Lean*

As ferramentas *Lean* servem de suporte para alcançar os objetivos de uma organização com base na aplicação dos seus princípios. Essas ferramentas podem ser aplicadas de uma forma independente, mas algumas têm mais impacto quando são suportadas por outras (Kilpatrick, 2003). A Tabela 1 apresenta algumas técnicas e ferramentas usadas na aplicação da filosofia *Lean*.

Tabela 1 - Técnicas e ferramentas *Lean* (Kilpatrick, 2003).

Ferramenta	Descrição
Sistema Pull	É uma técnica usada para produzir na medida das necessidades do cliente. Esta técnica pode ser suportada com o balanceamento, que consiste na distribuição das tarefas aos recursos de uma forma equilibrada.
Kanban	Significa “Sinal”, é um método utilizado para manter um fluxo ordenado de produção, serve de suporte para o <i>Pull</i> .
Células de Produção	Consiste na organização do sistema de trabalho em células (por exemplo em formas de “U”), em vez de uma linha tradicional. Esta técnica ajuda a melhorar a utilização de recursos e otimiza a comunicação.
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> , consiste num conjunto de técnicas e metodologias proativas com objetivo manter os recursos aptos para serem utilizados de forma eficiente. São usadas técnicas para reduzir as paragens planeadas e não planeadas e evitar avarias das máquinas, resultando na otimização de <i>performance</i> dos recursos e do aumento da produtividade.
TQM	<i>Total Quality Management</i> , é um sistema de gestão usado para melhorar continuamente todas as áreas de operação da organização. Esta técnica é utilizada para valorizar os requisitos dos clientes garantido a máxima qualidade dos produtos e processos evitando erros para proporcionar uma boa experiência ao cliente.
Engenharia concorrente	É uma técnica usada para gerir equipas multifuncionais para desenvolver e lançar novos produtos para o mercado. Esta técnica contribui na redução do tempo de desenvolvimento dos produtos e ajuda a manter a organização perante a concorrência.

2.2 Melhoria contínua

Segundo De Leede & Looise (1999), a melhoria contínua é um fenómeno extremamente importante que tem sido considerado vital para excelência dos negócios.

A aplicação desta filosofia tem sido altamente motivada por três fenómenos nomeadamente, mudanças no ambiente de negócio, a necessidade de novos sistemas de gestão e a importância da gestão da qualidade (Sanchez e Blanco, 2014). *Kaizen*, como é designado em japonês, tem como tradução “mudar para melhor”.

Esta abordagem prega a introdução de melhorias contínuas e regulares com o objetivo de obter resultados positivos a todos os níveis da empresa, logo, o envolvimento de todos os colaboradores é crucial para que o objetivo se cumpra (Yang, Lee, e Cheng, 2016). Segundo Butler, Szejczewski e Sweeney (2018), o objetivo estratégico na adoção de atividades de melhoria contínua é desenvolver uma capacidade de efetuar rápida e eficientemente melhorias nas rotinas operacionais de uma empresa e instalar novas. Imai (1986) define como melhorias progressivas, envolvendo colaboradores e gestores da organização.

Segundo Imai (1986), considerado pai do *Kaizen*, a mentalidade de nunca estar satisfeito com o *status quo* e acreditar que há uma melhor maneira de fazer o trabalho é o que desencadeia a melhoria contínua.

Este guru acrescenta ainda que, a inovação por intermédio de soluções simples e práticas com objetivo de acrescentar valor e eliminar desperdícios é mais eficaz do que soluções que têm em conta aspetos tecnológicos. Realça também, a importância de levar as ações para o chão de fábrica, sendo que é lá onde existem processos que acrescentam valor, e pessoas que compreendem melhor os problemas existentes (Imai, 1986).

Sanchez e Blanco (2014), destacam três características no processo de melhoria contínua:

- a) Melhoria contínua é um ciclo: não é um ato singular ou independente, mas sim, uma atividade constante que deve ser executada regularmente;
- b) Todos os integrantes da organização devem participar no ciclo de melhoria contínua;
- c) A melhoria contínua tem como objetivo melhorar, deste modo, a organização deve focar na eliminação de desperdícios e identificar novas oportunidades de melhorias.

2.2.1 *Princípios de melhoria contínua*

A melhoria contínua tem como base alguns princípios e ferramentas que ajudam na obtenção dos resultados pretendidos nomeadamente, envolvimento das pessoas, eliminação de desperdícios, ir para o chão de fábrica, gestão visual, criar valor para o cliente (Berger e Berger, 1997; Coetzee, Van der merwe, e Van Dyk, 2016).

a) Envolvimento das pessoas: dos 7 princípios da qualidade mencionados na ISO 9000 (2020), o envolvimento das pessoas faz parte. Segundo a norma, as pessoas, a todos os níveis da organização, são essenciais e o seu envolvimento permite que as suas aptidões sejam utilizadas em benefício da organização. É importante que todos os colaboradores tenham conhecimento da importância do seu papel dentro da empresa. A qualidade começa nas pessoas, na sua seleção, no seu treinamento e na sua valorização (Lucinda, 2010);

b) Eliminação de desperdícios: o desperdício de recursos leva a um grande impacto nos custos, logo a eliminação dos mesmos conduz a uma melhor *performance* a nível de satisfação do cliente, lucro e eficiência (Schutta e Cobb, 2006). Como mencionado anteriormente, Ohno (1988) identificou 8 desperdícios, a gestão destes constitui uma atividade de melhoria contínua sendo que a existência dos mesmos tem um grande impacto na organização;

c) Criação de valor para o cliente: tendo em conta que as organizações dependem dos clientes para a sua sobrevivência, numa época de intensa competitividade, leva vantagem quem atende de forma mais eficaz as expectativas dos clientes, não só as atuais, mas também as futuras (Lucinda, 2010)

Segundo Pfeifer e Ovchinnikov (2011), foi Bursk (1966), um provável impulsionador do conceito de valor vitalício do cliente (CLV) como fator orientador para as empresas.

d) Acrescentar valor: transmitir confiança e a proporcionar experiências satisfatórias ao cliente são estratégias que guiam as empresas. Quando uma empresa satisfaz as necessidades do cliente, este é transformado em parceiro, num vendedor dos produtos da empresa aos amigos e parentes. Não atender às expectativas do clientes significa perdê-lo e perder outros tantos que o mesmo poderia trazer para a organização (Lucinda, 2010);

e) Ir para o *Gemba*: o *gemba* (Chão de fábrica) é o local onde são executadas todas ações importantes que acrescentam valor ao produto, logo a ida ao mesmo, leva ao encontro da realidade do campo, que por sua vez ajuda na resolução dos problemas encontrados (Suzaki, 2017). Tendo em conta que os gestores devem tomar as decisões baseadas em fatos reais, ir ao chão de fábrica ajuda a estudar melhor as causas do problema. A assistência aos funcionários, observação das suas rotinas, observação dos processos possibilitam uma atuação baseada em fato para melhoria contínua da organização;

f) Gestão Visual (processos visíveis): Transparência de processos, valores e procedimentos devem ser visíveis na organização principalmente no chão de fábrica para uma melhor compreensão dos fluxos dos valores de materiais e informação no chão de fábrica (Suzaki, 2017). O conceito de gestão visual foi desenvolvido com o objetivo de criar sistemáticas de observação simplificada dos problemas no sistema produtivo (Transactions e Techniczne, 2013).

Segundo Eaidgah, Maki, e Kurczewski (2016), esta prática tem vindo a ser utilizada em áreas de negócio em que não eram utilizadas com objetivo de ajudar na visualização e exibição de requisitos para definir o foco da organização.

2.2.2 Ferramentas da melhoria contínua

Existem várias ferramentas de apoio aos processos de melhoria contínua, desenvolvidas mediante às necessidades recorrentes nos últimos anos. Entre elas constam as seguintes:

2.2.2.1 Ciclo PDCA

É uma metodologia usada para resolução de problemas e gestão de processos de melhoria contínua. Foi introduzido inicialmente por W. Edwards Deming como a roda de Deming, Figura 4, que dava ênfase a interação entre investigação, *design*, produção e vendas para garantir a satisfação do cliente.

Os japoneses fizeram uma adaptação e aplicaram a ferramenta para resolução de problemas e o chamaram de PDCA. PDCA é a sigla para *Plan, Do, Check e Act*, correspondentes às fases de aplicação da ferramenta respetivamente (Lodgaard et al., 2017).

- **Fases:**

Plan: esta primeira fase trata da definição do problema, planeamento, definição dos meios para alcançar o objetivo, estudo da situação atual e das possíveis soluções para o problema;

Do: esta fase trata da implementação da solução planeada na fase anterior, geralmente numa área foco;

Check: esta fase consiste na verificação da solução implementada, dos objetivos atingidos e da manutenção dos resultados positivos alcançados;

Act: esta fase trata da consolidação e replicação para outras áreas as soluções obtidas durante o ciclo. Caso as soluções não tenham sido alcançadas, são desenvolvidas ações corretivas de acordo com as necessidades do problema, e reinicia-se o ciclo caso necessário.

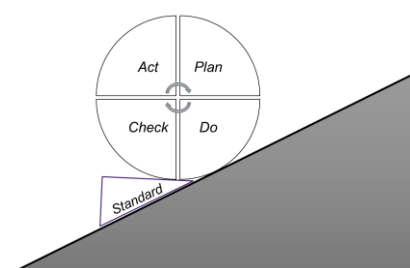


Figura 4 - Ciclo PDCA (adaptado de Suzaki, 2017).

O conceito PDCA é simples de ser recordado por todos, este princípio pode ser utilizado para orientar o processo de melhoria contínua em toda a empresa. Como representado na Figura 4, o processo de melhoria pode ser ilustrado como uma roda PDCA em movimento, a subir uma colina. Cada ciclo de resolução de problema, corresponde a um ciclo PDCA que deve ser mantido com um *standard* para que haja sempre progresso.

2.2.2.2 Gestão Visual

Numa empresa, o fluxo de informação é um fator de grande importância para o seu funcionamento saudável, contudo, este deve ser gerido de forma inteligente para que constitua uma mensagem direta e clara para os seus colaboradores. A gestão visual entra neste contexto, por meio do *Lean*, para levar as pessoas a pensar na melhor maneira de apresentar as informações na organização, expor os problemas e incentivar a melhoria (Bateman, Philp, e Warrender, 2016).

A gestão visual refere-se à forma de tornar as ações no contexto industrial visíveis com objetivo de melhorar o fluxo de trabalho (Beynon-davies e Lederman, 2017). Segundo Kurpjuweit Kurpjuweit, Reinerth, Schmidt e Stephan (2019), este conceito torna o processo de produção transparente, tanto para os operários quanto para os gestores, pela visualização dos resultados de uma maneira compreensiva e consistente.

São utilizadas ferramentas como tabelas, gráficos, posters, símbolos e sinais de áudio. Estes elementos podem ser apresentados juntos num painel de controle visual e sonoro (Parry e Turner, 2007).

Kurpjuweit et al. (2019) destacam o envolvimento dos colaboradores como um fator que determina o sucesso a longo prazo desta técnica. O mesmo autor acrescenta que a responsabilidade de atualização das informações neste processo devia ser da responsabilidade dos colaboradores, contudo, a falta de instrução e habilidade no uso de *softwares* são algumas barreiras para o bom funcionamento da técnica.

2.2.2.3 Metodologia 5S's

A metodologia 5S's foi desenvolvida e introduzida formalmente no Japão nos finais do ano 1960 por Takasi Osada, como uma forma construir e obter um ambiente de qualidade na organização. Foi Osada (1989), que desenvolveu primeiramente a estrutura baseada em 5 pilares em acrónimos japoneses como representados na Figura 5. Segundo Hirano (1995), um dos impulsionadores, declara que os 5S's são destinados a melhoria da eficiência, aumento da performance e promoção da melhoria continua em todo seguimento de uma organização.

- **Os passos:**



Figura 5 - Passos do 5S's (adaptado de Randhawa & Ahuja, 2017).

1º Passo *Seiri* (Triagem): Este primeiro elemento consiste na separação entre coisas necessárias e desnecessárias.

2º Passo *Setion* (Organização): O segundo elemento consiste na organização do local de aplicação, o objetivo é a economia do espaço e do tempo utilizado na procura de materiais.

3º Passo *Sesio* (Limpeza): O terceiro elemento trata do processo de manter o local de aplicação limpo.

4º Passo *Seiketsu* (Padronização): Este passo consiste na criação de procedimentos para manter o funcionamento da metodologia, durante esta fase, são desenvolvidos padrões como gestão visual para manter os três primeiros passos em funcionamento.

Passo 5 *Shitsuke* (Disciplina): O quinto passo consiste em envidar esforços para manter toda rotina citada acima, logo a autodisciplina, mudança de comportamento é muito importante a todos níveis da organização.

O sucesso da metodologia 5s pode ser assegurado pela pelo envolvimento total dos gestores da organização, e o *feedback* por parte dos mesmos é muito importante para encorajar as pessoas a participarem no processo (Randhawa & Ahuja, 2017).

2.2.2.4 Matriz RASIC

A matriz RASIC é uma ferramenta de gestão usada para estabelecer papéis de responsabilidades para um determinado projeto ou atividade (Company, 2008). Os papéis são definidos da seguinte forma:

Responsável: é diretamente responsável pela criação de um produto de trabalho

Aprova: a parte (ou partes) que analisa e garante a qualidade do produto de trabalho.

Suporta: indivíduo ou grupo que ajuda a criar o produto de trabalho.

Informa: aquele que deve ser mantido informado sobre os procedimentos.

Coopera: aquele que ajuda a projetar o produto ou estabelecer critérios de avaliação de qualidade

2.2.2.5 Diagrama de causa e efeito e os 5 porquês

O diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de *Ishikawa*, Figura 6, analisa as causas potenciais de um defeito, erro ou problema de um processo sob identificação. Existem 4 categorias ou causas principais, que influenciam o estudo: Homem, Máquina, Método e Material, também chamados de 4Ms do processo de fabricação. Além das categorias principais, surgirão também subcategorias, que orientarão a equipe a descobrir as reais causas do efeito (Mach & Guáqueta, 2001). A técnica dos 5 porquês é usada para identificar causas de um problema por meio de perguntas iterativas. Esta metodologia pode ser associada ao *Ishikawa* para um estudo sistemático das causas do problema (Serrat, 2017).

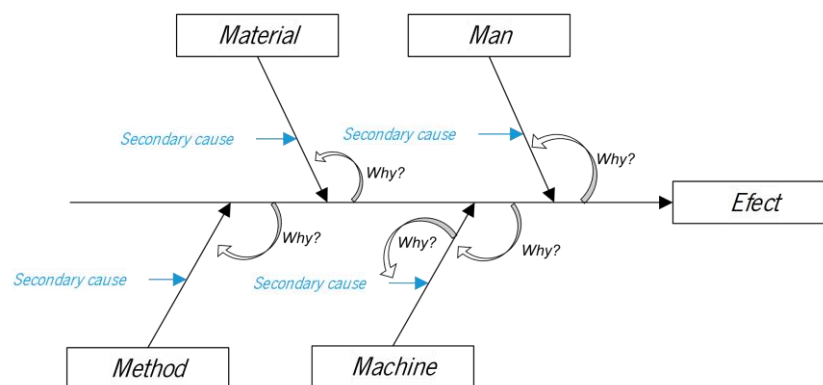


Figura 6 - Diagrama de Ishikawa (adpatado de Mach & Guáqueta, 2001).

2.2.2.6 A3

Esta foi uma das várias ferramentas criadas pelos gestores da Toyota com vista na identificação, resolução de problemas e produção de conhecimento. O nome tem origem no tamanho das folhas utilizadas para o registo sintetizados dos projetos de melhoria contínua (Shook, 2009).

A folha A3 pode ser composta pela sequência representada na Figura 7.

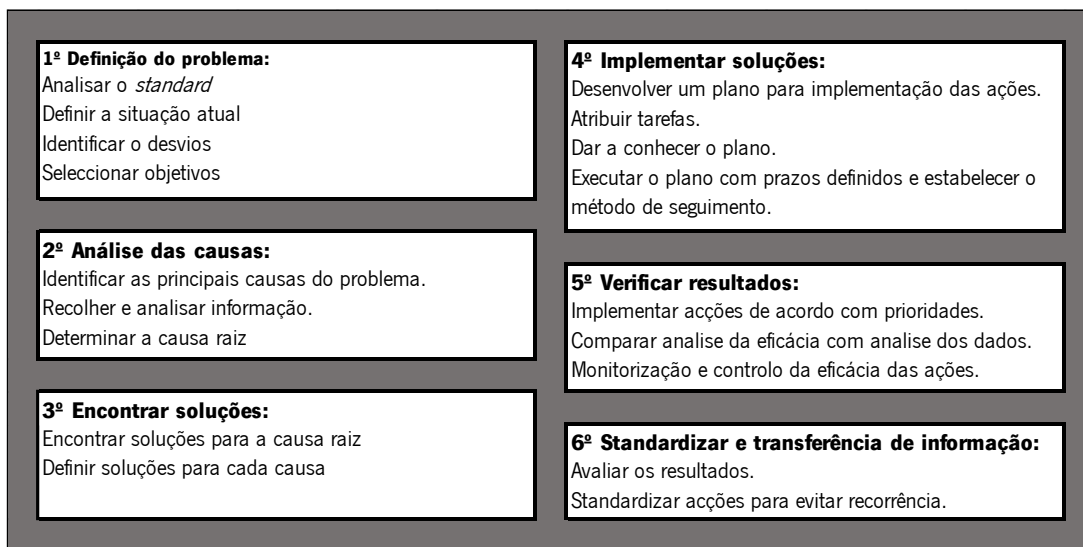


Figura 7 - Etapas do método A3 (adaptado de Bosch Group, 2019)

O Relatório A3 pode ter o ciclo PDCA associado como metodologia para resolução de problemas, Figura 8, levando os autores a uma compreensão mais profunda e cíclica da questão em estudo.

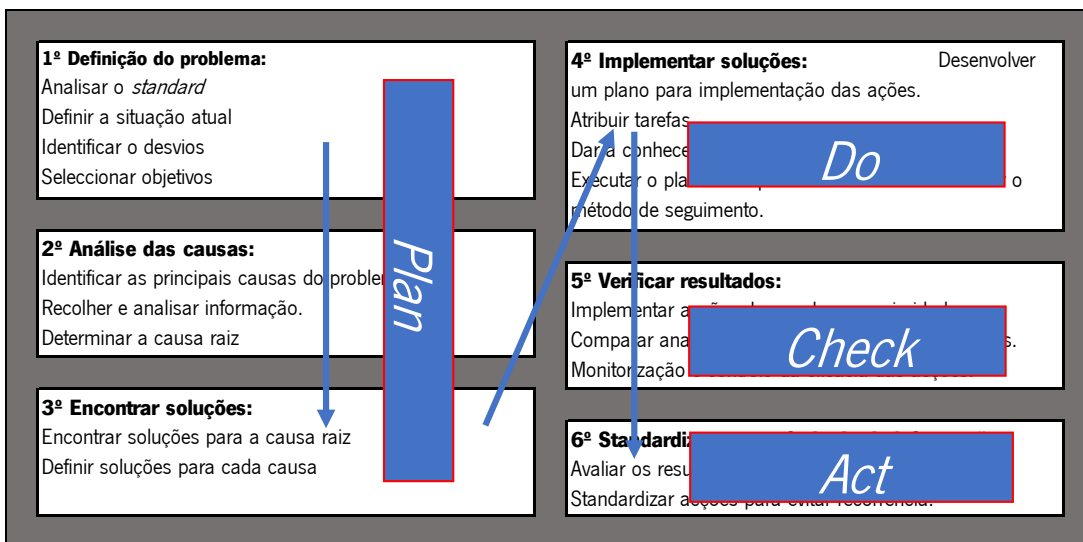


Figura 8 - PDCA implícito no relatório A3 adaptado de Bosch Group (2019) e Da Silva (2011).

Segundo Silva (2007), o objetivo do A3 não é resolver problema, mas fazer com que o processo de seja transparente e compreensível que leva a criação de ideias para solucionar problemas.

2.3 Gestão de Projetos de melhoria contínua

A melhoria contínua é uma filosofia patente em organizações de sucesso que têm em consideração a satisfação do cliente. A competitividade e o crescente nível de exigência do cliente são fatores que levam as organizações a melhorar continuamente. Estes fatores estão cada vez mais difíceis de serem alcançados (Reid, 2006).

Segundo Jonsdottir, Ingason e Jonasson (2014), as organizações *benchmarking* têm como característica comum o compromisso e a importância dada a melhoria contínua, cujos processos são executados numa base de tarefa diária ou projeto. O mesmo autor apresenta um modelo para distinguir um projeto de melhoria contínua de uma tarefa rotineira. Para executar projetos de melhoria contínua são aplicadas sistemáticas, é desenvolvido um plano com todas informações necessárias sobre como o projeto será planeado, executado, monitorizado, controlado e fechado. Enquanto uma tarefa pode ser o resultado de um projeto de melhoria contínua, (Jonsdottir et al., 2014). A norma ISO 9000 (2020), declara que as organizações devem melhorar continuamente a eficácia do seu sistema de gestão de qualidade por intermédio de objetivos de qualidade, resultados de auditorias, análise de dados, ações preventivas e corretivas. O que a norma não explica é como gerir os projetos de melhoria contínua que resultam dos processos de melhoria contínua. Segundo Jonsdottir et al. (2014), uma forma de garantir que os projetos de melhoria contínua sejam executados, é geri-los usando práticas formais de gestão de projetos. Para um projeto ser executado de uma forma eficiente e eficaz, o gestor deve definir os objetivos, entregas do projeto e deve gerir e regular o progresso do mesmo em direção aos objetivos definidos (PMI, 1978).

Segundo Kerzner (2009), um projeto deve ter pelo menos um objetivo conhecido por todos os envolvidos e pelos gestores, este objetivo deve ser atingido num período de tempo definido. Os métodos e as ferramentas usadas para gestão de projetos de melhoria contínua podem variar de acordo com o tipo de projeto. As ferramentas Diagrama de *Gantt*, *Project Chart*, Análise de Risco, *Work Breakdown Structure* são ferramentas usadas geralmente em gestão de projetos formais e de melhoria contínua junto com as abordagens DMAIC (*Design, Measure, Analyse, Improve, Controle*), PDCA, *RADAR Matrix* e DFSS (*Design for Six Sigma*) (Sokovic, Pavletic, e Pipan, 2010).

2.3.1 Gestão do desempenho dos projetos

A gestão de desempenho do projeto consiste na aplicação de técnicas e ferramenta para manter o projeto na direção dos objetivos preconizados (Komchaliaw, 2010). Esta gestão é baseada tradicionalmente nos fatores como custo, tempo e qualidade, contudo alguns autores atestam que deve basear-se numa

análise multidimensional abrangendo todos fatores que influenciam o projeto tendo em conta o contexto do mesmo (Cao e Hoffman, 2011).

Segundo Lauras, Maeques e Gourc (2010), cada projeto é único e limitado ao longo do tempo. Os projetos têm focos e conteúdo exclusivo, logo diferem um do outro em relação aos seus objetivos, tarefas, recursos e resultados. Diferentes definições de projeto podem justificar diferentes fatores de sucesso, logo os fatores citados acima não são suficientes para cobrir todas particularidades de cada projeto. Desta forma, cada gestor de projeto deve desenvolver seu mapa de indicadores de desempenho para poder gerir o mesmo de uma forma mais abrangente.

De acordo com Swink, Talluri e Pandejpong (2006), a eficácia de um projeto está na capacidade do gestor de projeto em usar técnicas para melhorar a eficiência da execução do projeto. Esta gestão deve contemplar as dimensões de qualidade, âmbito, tempo, custo, recursos humanos, comunicação, risco e compras (Lauras et al., 2010). Komchaliaw (2010) destaca a confiança e partilha de conhecimento como questões chaves para uma gestão positiva do desempenho do projeto independentemente do âmbito.

2.3.2 Fatores críticos de sucesso dos projetos

Atualmente, determinar se um projeto foi ou não bem-sucedido é uma tarefa muito complexa. Aparentemente há uma ambiguidade em saber se o projeto foi bem-sucedido devido à percepção de sucesso pelas partes envolvidas. Um projeto considerado de sucesso pelo cliente, pode ser considerado insucesso pela gestão de topo por não satisfazer os requisitos definidos pela mesma, apesar de satisfazer o cliente (Belassi 1996). Kerzner (2011) argumenta, como visto na Figura 9, que o objetivo de trabalhar em projetos sejam eles externos ou internos, é suportar alguma estratégia de negócio da empresa, uma vez que os projetos são escolhidos do portefólio, uma estratégia do projeto é desenvolvida em volta dos objetivos do projeto, fatores críticos de sucessos, e métricas ou Indicadores Chave de Desempenho (KPIs) também fazem parte.

Algumas empresas definem sucessos em termos de Fatores Críticos de Sucesso (FCS), e daí criam-se métricas e indicadores chave de desempenho para determinar se os fatores críticos de sucesso estão a ser atingidos ou não. Kerzner (2011) define FCS como atividades necessárias para atender às necessidades do cliente e manter uma relação eficaz entre as partes interessadas. Enquanto que Lim e Mohamed (1999) definem como conjunto de circunstância, factos ou influências que contribuem para o resultado do projeto. Kalwane et al. (2016) diz que no ponto de vista de gestor de projeto, FCS são qualidades, condições que podem afetar profundamente o sucesso do projeto quando são apoiados, mantidos ou suportados.



Figura 9 - Estratégia do projeto (adpatado Kerzner, 2011).

Belassi (1996); Kerzner (2011) e Kalwane et al. (2016) apresentam uma série de FCS, alguns até categorizados, concordando nalguns fatores que são comuns representados Tabela 2.

Tabela 2 - Fatores críticos de sucesso do projeto (Kerzner, 2011).

Fator Crítico de sucesso	Observação
Entendimento do projeto	É importante que a equipa entenda o projeto, principalmente as metas e os objetivos.
Envolvimento da gestão de topo	O gestor do projeto depende do gestor de topo, logo o suporte deste é muito importante em várias fases do projeto.
Comunicação	A comunicação é vital para o sucesso do projeto, é essencial, não só para equipa, mas também para toda organização
Envolvimento do cliente	O envolvimento e consulta ao cliente é importante para as entregas do projeto.
Competência da equipa	É importante que tanto o gestor e a equipa do projeto tenha competências e compromissos para executar as funções delegadas.
Controlo adequado do projeto	Um bom sistema de controlo e monitorização do projeto ajuda na gestão e transparência do mesmo e na comparação das fases.
Habilidades de resolução de problemas	Independentemente de como o projeto foi planeado, a equipa de estar preparada para resolver os problemas não previstos.

Schultz, Slevin e Pinto (1987) classificaram fatores críticos de sucesso em dois grupos, nomeadamente, estratégico e táticos. Estes dois grupos afetam o desempenho do projeto em diferentes fases da sua execução. No grupo estratégico estão incluídos fatores como: apoio da gestão de topo, e planeamento do projeto, enquanto que no grupo tático constam fatores como: consulta ao cliente e seleção da equipa do projeto.

Segundo Kerzner (2011), algumas pessoas acreditam que FCS são métricas e KPIs, entretanto encontram dificuldades em monitorizá-los. Os FCS são mais abrangentes, enquanto as métricas e KPIs são mais específicos e mais fáceis de serem monitorizados e reportados.

Os FCS estão geralmente entre a definição do sucesso do projeto e as métricas estabelecidas. Kerzner (2011) acrescenta que é importante entender as métricas sendo que estas podem não determinar o sucesso do projeto. Os projetos muitas das vezes falham porque o gestor do projeto e outras partes envolvidas não alinham os FCS e acabam por escolher métricas que não fornecem os dados necessários para acompanhar o mesmo.

2.3.3 *Medição e monitorização do desempenho dos projetos*

A medição e monitorização do desempenho do projeto é uma atividade importante na gestão de projetos, sendo que ajuda os gestores de projetos a avaliar o progresso e os resultados dos mesmos (Zheng, Baron, Esteban, Xue, & Zhang, 2017). Segundo Cha e Kim (2011), o objetivo de medir e monitorizar o desempenho do projeto passa por melhorar o nível de desempenho medindo o estado atual e definindo novas metas para os projetos. Dado a natureza singular dos projetos, características e âmbito, uma definição clara do desempenho do projeto é muito importante para garantir o sucesso (Lauras et al., 2010).

Muitos gestores de projetos têm o triângulo tempo, custo e qualidade como dimensões para medição do desempenho dos projetos, entretanto deviam ser considerados outros fatores de sucessos do projeto incorporando as características do mesmo (Lauras et al., 2010). Logo, escolha dos indicadores para medição e monitorização do desempenho dos projetos difere de projeto para projeto (Cha & Kim, 2011; Zheng et al., 2017).

É essencial implementar um sistema de medição de desempenho apropriado para o projeto e quiçá para a organização. Para Pillai, Joshi e Rao (2002), um sistema de medição de desempenho geralmente implica a identificação de métricas e forma de calculá-las. Um sistema de medição de desempenho pode ser definido como um conjunto de métricas ou medidas de desempenho usadas para quantificar a eficiência e a eficácia das atividades (Lauras et al., 2010). Segundo Morris (2007), *Earned Value Analysis* (EVA) e *Balanced Scorecard* (BSC) são ferramentas que provaram ser adequadas para a medição de desempenho dos projetos, estas ferramentas ajudam na medição e no aumento do desempenho apesar de não terem sido usadas juntas. Depois de escolhido um sistema de medição e monitorização, escolhe-se o que medir. O desempenho do projeto é multidimensional, as métricas são geralmente relações de o que é feito (âmbito e qualidade) e recursos (tempo e custo). Podem ser medidos também o risco, quantidades e satisfações da equipa de projeto, cliente, responsável do projeto e outros envolvidos.

2.4 Métricas de desempenho

A gestão efetiva de um projeto só é realizável se existirem métricas capazes de fornecer informações ricas sobre o projeto. Kerzner (2011) define métricas como algo que pode ser medido. Depois de medidas, podem ser registadas como números, percentagens, avaliações qualitativas (bom, mau, neutro). Boas métricas levam a uma gestão proactiva ao invés de reativa, dando ao gestor a capacidade de controlar o processo por estar a medi-lo. As métricas quando bem definidas e medidas, são capazes de dizer se os objetivos estão a ser atingidos ou não, e ajudam na tomada de decisão. Quando mal medidas podem levar a uma má decisão (Kerzner, 2011)

2.4.1 Características das métricas

Kerzner (2011) apresenta algumas características para as métricas, em geral elas devem:

- a) Ter propósito;
- b) Fornecer informação útil;
- c) Ser focada no alvo;
- d) Ser medido com uma precisão razoável;
- e) Revelar o estado real do projeto;
- f) Suportar uma gestão proativa;

Apesar de terem sido usadas durante muito tempo, algumas métricas são difíceis de serem implementadas. Fatores como satisfação do cliente e métricas que resultam de vários fatores, principalmente externos ao projeto, são difíceis de serem controladas (Kerzner, 2011).

2.4.2 Tipos de métricas

As métricas podem ser categorizadas em métricas financeiras, de sucesso, de projeto e de gestão de processos do projeto como descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Categorias de métricas (Kerzner, 2011).

Financeiras	Sucesso	Projeto	Gestão de projeto
Retorno sobre investimento	Benefícios alcançados	Tempo	Melhoria continua
Valor presente líquido	Valores alcançados	Custo	Benchmarking
Lucro	Metas alcançadas	Âmbito e n° de mudanças	Precisão das estimativas
Quota de mercado	Satisfação do envolvidos	Qualidade	Precisão das medidas
Vendas	Satisfação do utilizador	Desempenho do projeto	Precisão dos alvos
N° de novos clientes		Segurança	
Eficiência aumentada		Mitigação do risco	
		Satisfação do cliente	

Segundo Kerzner (2011), métricas por si só são apenas números ou tendências que resultaram de medições. Elas não têm valores reais se não podem ser devidamente interpretadas pelas pessoas responsáveis. Deste modo, a seleção e atribuição das métricas são tarefas que devem ser bem acauteladas para que as ações subsequentes independentemente do âmbito sejam assertivas.

2.5 Indicador Chave de Desempenho

Segundo Parmenter (2010), existem quatro tipos de medidas de desempenho, estas estão divididas em dois grupos, nomeadamente, *Result Indicator* e *Performance Indicator*.

Result Indicator: refletem a combinação de várias contribuições (Ex: resultados de projetos com focos diferentes). Responde à questão, o que é que nós alcançamos? (Kerzner, 2011).

Performance Indicator: refletem medidas de apenas uma contribuição (Ex: Resultado de um projeto). Responde à questão o que devemos fazer para aumentar o desempenho? (Kerzner, 2011).

Destas medidas, algumas são mais importantes designadas como chaves, Tabela 4.

Tabela 4 - Tipos de medidas de desempenhos (Parmenter, 2014).

Tipos	Respostas à questão:
<i>Result Indicator</i> (RI)	Como os projetos combinados se posicionam em prol dos resultados?
<i>Key Result Indicator</i> (KRI)	Como está o desempenho da organização?
<i>Performance Indicator</i> (PI)	Como a equipa ou o projeto está a desenvolver?
<i>Key Performance Indicator</i> (KPI)	Qual é o desempenho da organização a nível dos seus fatores críticos de sucesso?

2.5.1 Características dos KPIs

O nome KPI pode ser decomposto como na Figura 10 abaixo.

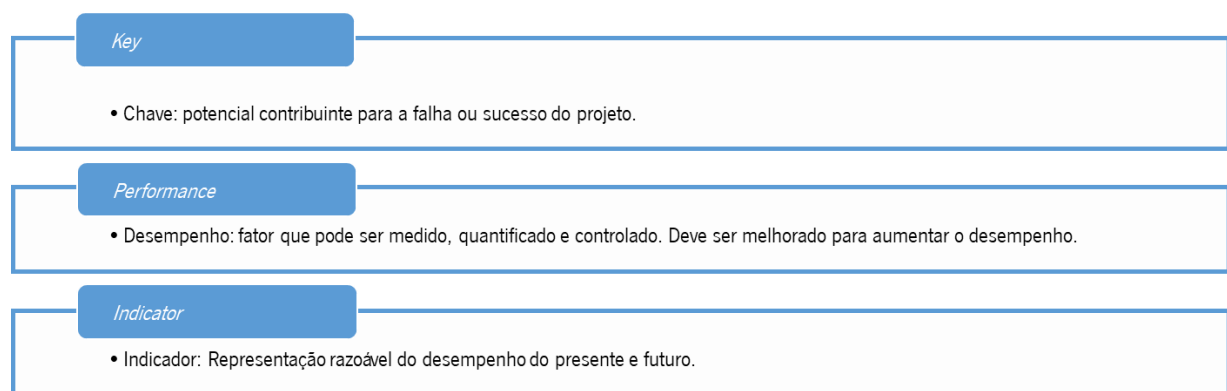


Figura 10 - Morfologia KPI (adaptado de Kerzner, 2011).

Segundo Kerzner (2011), algumas literaturas sobre métricas e KPIs assumem a regra SMART como meio de identificar as características dos KPIs, Figura 11.

SMART

- *Specific*: Específico, o KPI é claro e com foco em direção ao desempenho *performance* planejado.
- *Measurable*: Mensurável, pode ser expressado em quantidade.
- *Attainable*: Atingíveis, os objetivos são razoáveis e atingíveis.
- *Realistic*: Realista ou importante, o KPI representa diretamente o trabalho feito no projeto.
- *Time-Based*: Baseado no tempo, o KPI é mensurável num determinado intervalo de tempo.

Figura 11 - Regra SMART (adapato de Kerzner, 2011).

O mesmo autor acrescenta que a regra SMART foi originalmente desenvolvida para definir objetivos de projetos e depois adaptada para definir KPIs. Para Kerzner (2011), ser “acionável” é a característica mais importante dos KPIs porque leva à ação em caso de desvio. A regra SMART acaba por ser fraca na seleção dos KPIs. Nesse sentido, Eckerson (2009) desenvolveu uma lista de características mais orientada para o negócio, conforme representado na Tabela 5.

Tabela 5 - Características dos KPIs (adaptado de Eckerson 2009).

Caraterística	Descrição
Alinhado	O KPI está sempre alinhado com as estratégia e os objetivos da organização.
Acionável	KPI despoleta ações de mudanças em situações de desvios
Poucos em número	São apresentados apenas os necessários
Fácil de entender	Devem ser diretos, baseados em índices que os usuários sabem como influenciar
Equilibrados e ligados	Devem se equilibrar uns aos outros e não prejudicar.
Aciona alterações	Medir um KPI deve levar ao desencadeamento de reações positivas.
Padronizado	Os KPI são padronizações para que possam ser integrados em toda organização
Orientado ao contexto	São aplicadas metas e limites ao desempenho para que o usuário avalia o progresso.
Relevante	Os KPI são diretamente relacionados com o sucesso e falha do projeto.
Preditivo	KPI é capaz de prever o futuro da sua tendência.
Reforçado /incentivos	Aplicação de reforços só possível em KPIs estáveis, mas aplicados com cautela.
Mensurável	O KPI pode ser expresso em quantidade
Automatizado	O relatório pode ser automatizado para evitar erros humanos.

Segundo Kerzner (2011) as métricas baseadas em projetos podem mudar tanto durante o ciclo de vida do projeto, como de projeto para projeto. Estas métricas ainda podem ser muito específicas para cada projeto, mesmo em setores semelhantes.

2.5.2 Categorias dos KPIs

A Tabela 6 apresenta algumas categorias de KPIs de acordo com o que eles pretendem indicar .

Tabela 6 - Categorias dos Indicadores de desempenho (Kerzner 2011).

Categorias dos Indicadores de desempenho	
Quantitativos	KPIs que espelham valores numéricos
Práticos	KPIs que interferem com os processos da organização
Direcionais	Determinam o sentido positivo ou negativo do projeto
Acionáveis	KPIs que potenciam mudanças
Financeiros	Medidores de desempenho financeiro da organização

Além da categorização acima, existem as categorias globais nomeadamente, KPIs de atrasos e os condutores. Os de atrasos medem o desempenho passado, e os condutores medem o desempenho orientado para o futuro (Kerzner, 2011).

2.5.3 Seleção dos KPIs

Identificar um KPI é fácil, mas selecionar o mais adequado pode ser difícil. Segundo Kerzner (2011), ao selecionar KPIs, tem de se ter a certeza que estes responderão às seguintes questões:

- a) Onde estamos?
- b) Onde vamos?
- c) Onde devíamos ir?
- d) Se necessário, como podemos caminhar para o alvo com uma perspetiva de redução de custo e sem prejudicar a qualidade?

2.5.4 Relação entre os KPIs

Os KPIs carregam informações pertinentes para gestão de operações a vários níveis da organização. Por meio da medição e monitorização contínua dos KPIs são quantificados e identificados aspetos no processo produtivo que permitem a melhoria contínua do sistema (Kang, Zhao, Li, & Horst, 2016). Segundo Stricker, Echsler e Lanza (2017) entender a ligação que um KPI tem em relação às quantidades medidas no sistema é importante, mas também é importante entender a relação existentes entre os KPIs e as interdependências inerentes a eles. Jooste e Botha (2018) alegam que existe um entendimento limitado sobre o impacto dos KPIs nos resultados dos projetos ou da organização e o impacto de um KPI no outro.

Os KPIs têm diferentes direções, forças e polaridades, isto é, o acréscimo de uns pode causar o decréscimo de outros, positiva (quanto maior melhor), negativa (quanto menor melhor). Para Saiz, Bas e Rodríguez (2007) quando há um desvio de um determinado indicador, determinados objetivos não são atingidos, sendo difícil para o gestor ter uma informação antecipada relativa as causas do problema, devido à falta de informações associadas aos desvios dos indicadores, isto porque não é estabelecida uma relação causa e efeito entre os indicadores. A ISO 22400 (2014) estabeleceu um conjunto de 34 KPI relacionados com processos industriais, entretanto, alguns KPIs não são independentes, existindo uma relação intrínseca entre os mesmos. Portanto, para a utilização efetiva dos KPIs para controlo de produção ou melhoria contínua, entender as relações entre eles é muito importante.

As relações entre os KPIs são estabelecidas de várias maneiras e com recurso a várias técnicas. Rodriguez, Saiz e Bas (2009) usam um método baseado em dados estatísticos que consiste na quantificação da relação de causa e efeito existente entre os KPIs. Eles aplicam o método *do Principal Component Analysis* (PCA) para determinar os coeficientes de correlação. Jooste e Botha (2018) usam o mesmo método melhorando-o com a *Parallel Analysis* (PA) e o *Screen Plot*, para uma melhor identificação dos Indicadores. Zhu, Johnsson, Mejvik, Varisco, e Schiraldi (2018) propõem uma estrutura para organizar KPIs. A estrutura é dividida em *KPIs* de processos e elementos de medição. Em que os *KPIs de processo* são dependentes dos elementos de medição, estes últimos são medidos diretamente no chão de fábrica. Segundo Kang, Zhao, Li e Horst (2016) os métodos estatísticos têm vantagem na identificação do sinal (positivo ou negativo) das relações, No entanto, podem não encontrar conexões intrínsecas entre os indicadores e ideias de gestão dos mesmos, além disso os dados coletados em diferentes sistemas produtivos, podem levar à obtenção de resultados substancialmente distintos. O mesmo autor propõe uma estrutura hierárquica multinível, que consiste em três categorias: elementos de suporte, KPIs intermédios e KPIs abrangentes como descritos na Tabela 7.

Tabela 7 – Categoria multinível dos Indicadores (adaptado de Kang et al., 2016).

Indicadores	Definição	Exemplo
Elementos de suporte	São os indicadores medidos diretamente durante a produção. Os KPIs básicos são derivados por intermédio desses.	Tempo planeado de operação (Tempos); Número de Defeitos (Qualidade); Tempo de reparação (manutenção).
KPIs Intermédios	São os indicadores que revelam o aspeto do desempenho do sistema. Derivados dos elementos suporte.	Eficiência do colaborador (Produção); Taxa de defeitos (qualidade); Tempo médio de falha (manutenção).
KPIs abrangentes	São calculados por intermédio KPIs básicos para monitorização do desempenho do sistema.	OEE (<i>Overall Efficiency Effectiveness</i>); Taxa de produção da linha.

Para Kang et al.(2016), existem dois tipos de relação entre os KPIs: relação Inerente ou intrínseca, baseada na definição do próprio KPI, feita por meio de fórmulas ou modelação matemática do fenómeno estudado. Relação em pares, é derivada determinando se os elementos medidos aparecem como dividendo ou divisor, influenciando positivamente ou negativamente o KPI associado.

Kang et al (2016) também estudam as interdependências entre KPIs, para os autores, a interdependência depende do tipo de relação. Numa relação intrínseca, a variação de um KPI pode causar uma reação correspondente noutro.

Ante et al. (2018) apresentam uma estrutura hierárquica multinível designada *KPI tree*, um sistema de monitorização de desempenho que permite indicar a relação causal entre os KPIs em diferentes níveis e os elementos suporte. Estes elementos suporte são relativos a tempos e quantidades de produção.

2.6 Performance Measurement System

Devido à competitividade existente atualmente, as empresas têm vindo a empregar esforços para manter e melhorar a qualidade dos seus produtos e serviços. Deste modo, metodologias como *Just In Time* e *Total quality management* são aplicadas, e a necessidade de avaliar o desempenho da organização a nível financeiro e a nível de processos depois da aplicação das mesma é notável (Ghalayini e Noble, 1996). Segundo De Toni e Tonchia (2011) estas metodologias são caracterizadas por reunir muitas medidas de desempenho ao mesmo tempo, por exemplo, aumento na qualidade do produto, custos de produção, prazos de entrega, desperdício e defeitos. A Tabela 8 apresenta as fases da medição de desempenho ao longo dos anos. Na primeira fase as organizações estavam inclinadas para contabilidade de custos, em que os gestores enfatizavam os custos operacionais da empresa.

Tabela 8 - Evolução dos estágios da medição do desempenho (Shahin & Mahbod, 2007).

1880		1990		2000
1ª Fase			2ª Fase	
Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 5
>Orientação a contabilidade de custos. >Abordagem retroativa >Uso dos resultados para promover eficiência organizacional e comparar os resultados reais aos orçados.	>Orientação contábil e financeira mista. >Abordagem retroativa. >Uso dos resultados para promover eficiência interna e atrair capital das entidades externas.	>Uma orientação financeira e não financeira mista. >Uma abordagem retroativa e proactiva mista. >Resultados são usados para gerir toda organização	>Uma orientação integrada equilibrada. >Uma abordagem mais proactiva. >Resultados são usados para melhorar a capacidade de resposta organizacional.	>Um sistema projetado para monitorizar a eficácia de cada Recurso/tarefa (medidas específicas) e a eficácia organizacional geral (medidas amplas). >Uma abordagem de melhoria contínua. >Os resultados são usados para permitir que a organização se torne <i>benschmarking</i> . >Abordagem de cima para baixo e de baixo para cima para medição.

Na segunda fase o mercado tornou-se mais competitivo e os focos mudaram para qualidade, tempo, custos, flexibilidade e satisfação do cliente. Foi nesta fase em que os investigadores realçaram a

deficiência na forma tradicional de analisar o desempenho e apelaram por uma forma mais integrada e balanceada para medi-lo (Shahin e Mahbod, 2007). Ademais, os investigadores reforçaram a ideia de alinhar as medidas de desempenho financeiras e não financeiras dando lugar ao surgimento dos *Performance Measurement Systems* (PMS), sistemas de medição de desempenho, mais balanceados (Khurram, 2011).

Uma medida de desempenho pode ser definida como uma métrica usada para quantificar a eficiência ou eficácia de uma ação (Neely, Gregory, e Platts, 1995).

Um sistema de medição de desempenho pode ser definido como o conjunto de métricas usadas para quantificar a eficiência e a eficácia das ações (Khurram, 2011; Neely et al., 1995). Bititci, Carrie e McDevitt (1997) definem o sistema de medição de desempenho como um sistema de informação que permite que o processo de gestão funcione de uma forma eficaz e eficiente. Para Valmohammadi e Servati (2011) medir o desempenho de uma organização é difícil porque não é uma ciência exata com regras fixas e com relações entre as variáveis previsíveis e bem definidas. Para o mesmo autor, a eficácia do uso de um PMS depende de como os dados são obtidos, como as relações entre as medidas e os objetivos são entendidos e como estes objetivos estão correlacionados com a missão e a visão da organização. Para Bititci et al., (1997) o valor do PMS está na possibilidade de desdobrar os objetivos da organização e identificar e monitorizar melhorias de desempenho. As estratégias da organização desdobradas e traduzidas em todos os processos e tarefas, e a resposta é obtida por meio do sistema de medição de desempenho como na Figura 12.



Figura 12 - Desdobramento e resposta do PMS (adaptado de Bititci et al. 1997).

Segundo (Neely et al., 1995), o PMS pode ser examinado em três níveis como segue abaixo:

- 1) Medidas de desempenho individuais: examina as medidas relacionadas com qualidade, tempo, custos e flexibilidade, capazes que traduzir as atividades da organização.

- 2) O conjunto de medidas de desempenho (o sistema de medição de desempenho como uma entidade): examina o sistema como um todo, identificando as variadas dimensões do sistema de medição de desempenho.
- 3) A relação entre o sistema de medição de desempenho e o ambiente em que opera: examina a capacidade do sistema em estar relacionado com o ambiente interno (dentro da organização) e o externo (fora da organização e mercado).

2.6.1 Modelos de PMS

Segundo De Toni e Tonchia (2011), os modelos de PMS podem ser classificados da seguinte forma, Tabela 9:

- a) Modelo estritamente hierárquico (estritamente vertical), caracterizado por medidas de desempenho financeiras e não financeiras em diferentes níveis;
- b) Modelo *Balanced Scorecard* ou *tableaux de bord* (Arquitetura balanceada), em que várias medições de desempenho separadas são consideradas independentes. Essas medições são de perspectivas financeiras, processos internos, clientes e aprendizado/crescimento. Contudo essas perspectivas são separadas e os vínculos definidos de maneira geral;
- c) Modelo “*Frustum*” (Arquitetura Vertical e balanceada), em que há uma síntese de medidas de baixo nível em indicadores mais agregados, mas sem o foco de traduzir desempenho não financeiro em desempenho financeiro, tipicamente, as medidas económico-financeiras são mantidas separadas das medidas agregadas de satisfação do cliente;
- d) Modelos que distinguem desempenho interno e externo (Arquitetura horizontal ou por processo), com fatores percebidos pelo cliente;
- e) Modelos relacionados com a cadeia de valor, tal como os anteriores, também consideram o relacionamento cliente/fornecedor.

Tabela 9 - Arquitetura dos PMS's (De Toni & Tonchia, 2011).

Arquitetura vertical	Modelos estritamente hierárquico		Modelos Frustum		
Arquitetura balanceada		Modelos “Balanced Scorecard”		Modelos com desempenho interno-externo	
Arquitetura horizontal (por processo)				Modelos relacionados com a cadeia de valor	

2.6.2 Características do PMS

Por intermédio do método estatístico *Principal Components Analysis (PCA)*, De Toni e Tonchia (2011) reuniram três características para os PMS's, Figura 13:

- a) **Formalização do PMS:** consiste na formalização das medidas e das medições, em outras palavras, “o que medir? E como medir?”.
- b) **Integração do PMS em outros sistemas:** O PMS não é, e nem pode ser, um sistema isolado, isto porque partilha dados com outros sistemas e produz dados para os mesmos. O PMS deve ser integrado, pelo menos com os sistemas de contabilidade, planeamento e controlo de produção e plano estratégico;
- c) **Utilização do PMS:** direcionado para planeamento, controle e gestão de produção, avaliação e envolvimento dos recursos humanos e *benchmarking*.

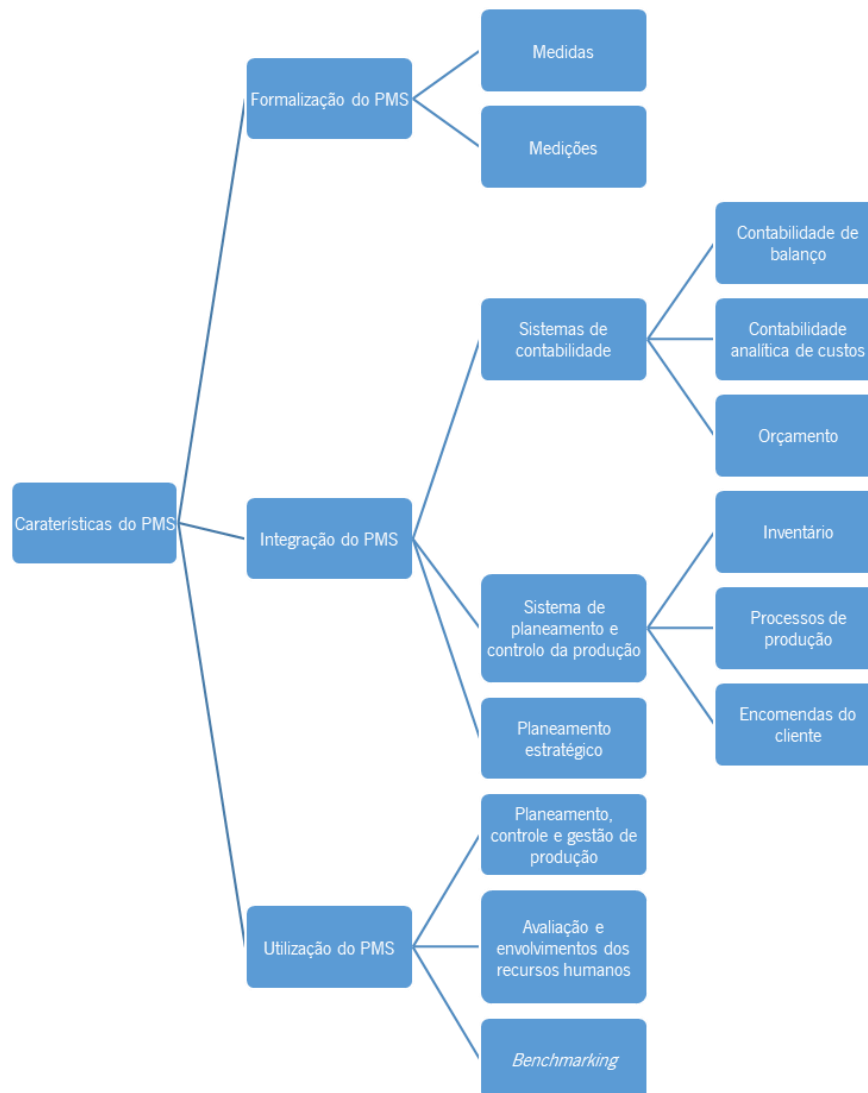


Figura 13 - Caraterísticas do PMS (adaptadi de De Toni & Tonchia, 2011).

2.6.3 Medidas de desempenho do PMS

As medidas de desempenho Figura 14, podem ser ou não ser de custos. As medidas de custos incluem produção e produtividade, são aquelas que têm ligação direta, explicáveis por formulas matemáticas, como os resultados finais da organização (lucro). Medidas sem custos são relativas a tempo, flexibilidade e qualidade. Estas são geralmente medidas em unidades de medida não monetárias, apesar destas influenciarem no resultado final da organização em termos financeiros, a ligação não pode ser calculada de uma maneira precisa como nas medidas com custos.

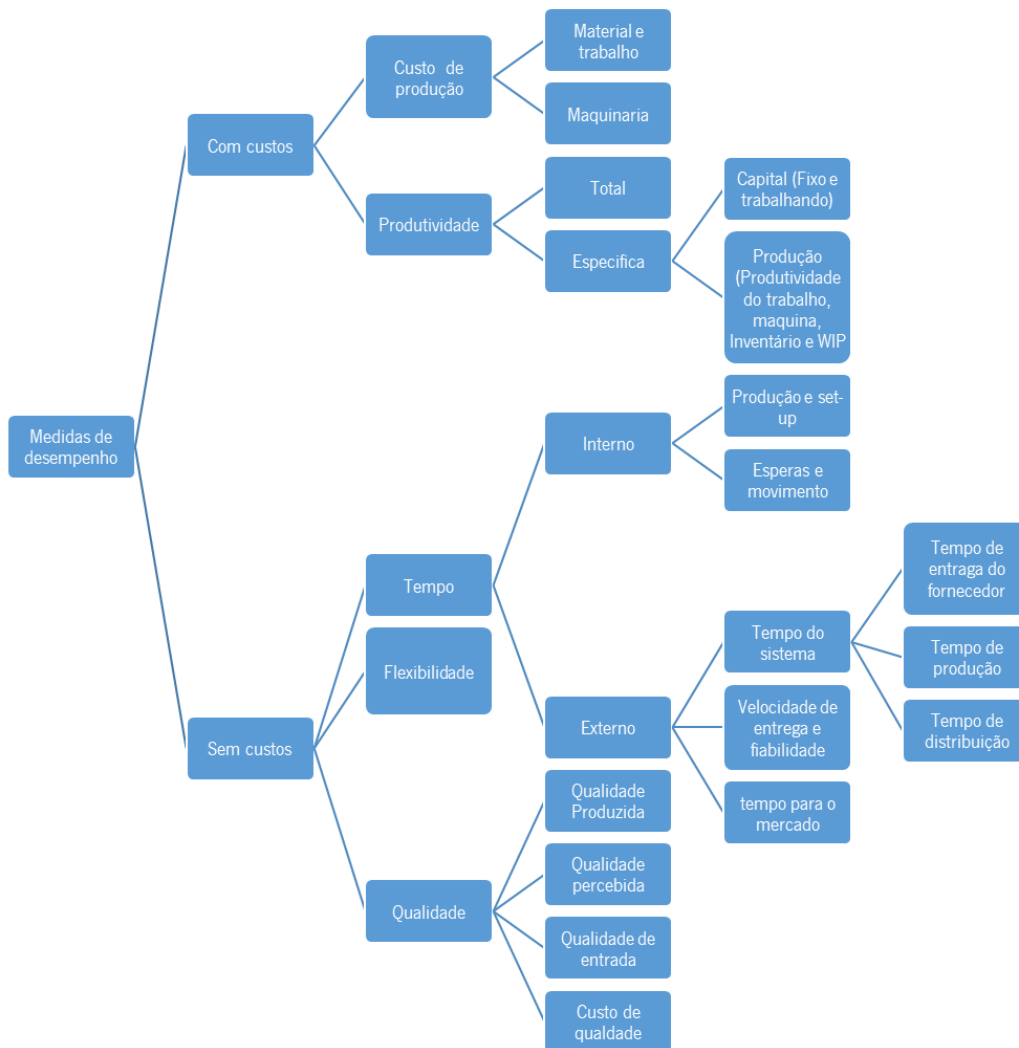


Figura 14 - Medidas de desempenho (adpatado De Toni & Tonchia, 2011).

2.6.4 Potenciais PMS's

Na secção seguinte são abordados alguns sistemas de medição de desempenho existentes.

2.6.4.1 *Balanced Scorecard*

Balanced Scorecard (BSC) é uma abordagem de gestão estratégica que visa traduzir os objetivos estratégicos da empresa em um conjunto coerente de medidas de desempenho, introduzida por Kaplan e Norton (1992). Segundo Valmohammadi e Servati (2011), a força do BSC em comparação com outras ferramentas, reside na sua capacidade de vincular o desempenho entre diferentes classes de desempenho da organização, financeiro e não financeiro, interno e externo.

O BSC considera quatro perspetivas representadas na Figura 15 abaixo.

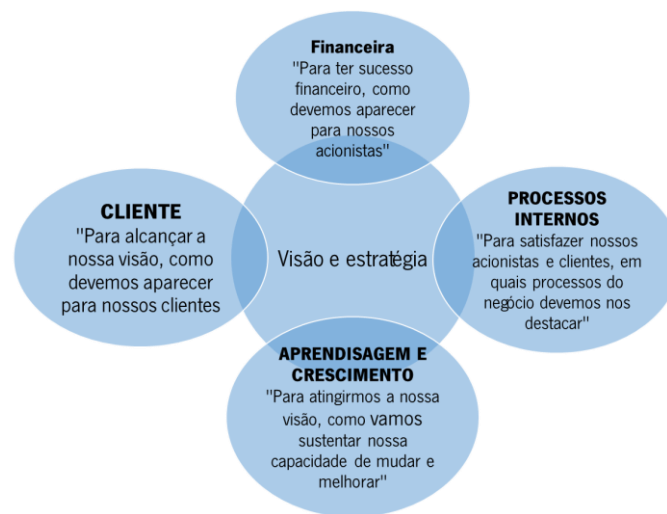


Figura 15 - Perspetivas do BSC (adaptado Kaplan & Norton, 1992).

Segundo Morisawa (2002), o BSC comporta 5 elementos essenciais descritos abaixo e apresentados na Figura 16.

- 1- Atingir o equilíbrio entre os objetivos de gestão de curto, médio e longo prazo, por intermédio de diversas medições de desempenho;
- 2- Criar um senso de entendimento estabelecendo um indicador quantitativo não financeiro (um índice de processo) outro indicador financeiro;
- 3- Eliminar a imprecisão, mantendo o indicador quantitativo;
- 4- Promover a aprendizagem organizacional por meio de um ciclo repetido de verificação de hipóteses (ou seja, hipótese no início do termo, correção no final de um mandato e *feedback* para o plano do próximo mandato);
- 5- Promoção de plataforma de comunicação estratégica comum, ligando os chefes e membros da organização.

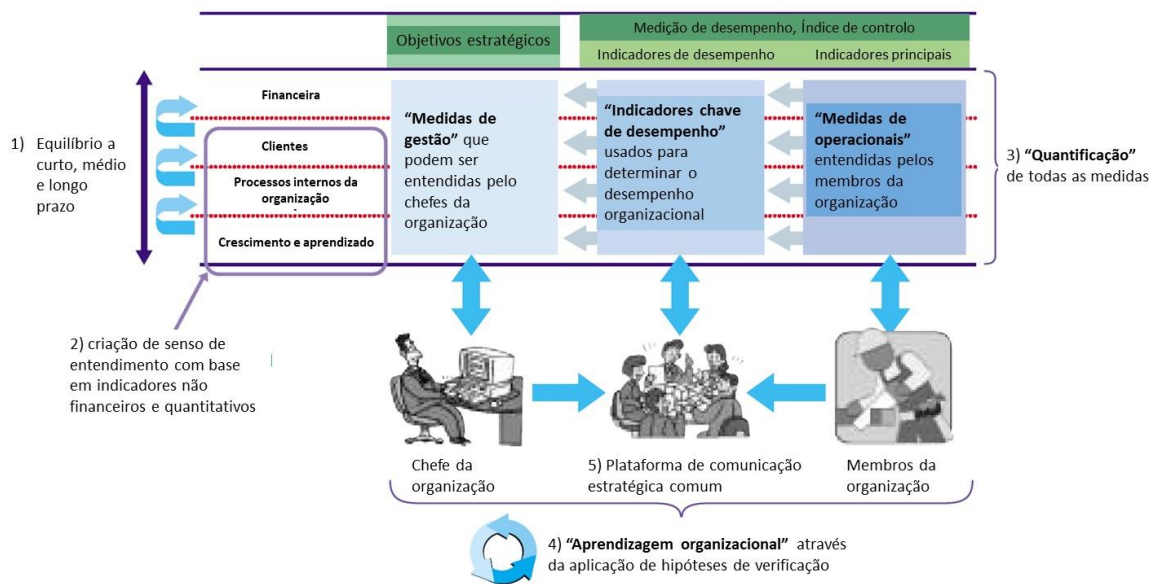


Figura 16 - Elementos essenciais do BSC (adaptado de Morisawa, 2002).

O BSC é complementado com várias outras ferramentas, uma delas é *Strategy Map*, um diagrama que fornece uma representação bidimensional das operações e estratégias da organização. Estabelece uma ligação de causa e efeito entre os objetivos estratégicos e as medidas de desempenho. (Valmohammadi e Servati, 2011).

O BSC é vantajoso em dar visibilidade ao desempenho da organização em relação aos objetivos estratégicos, permite o gestor reconhecer o desempenho que está em linha com os objetivos estratégicos, e corrigir os que não estão em linha. O BSC encoraja os trabalhadores a agir de acordo com os objetivos da organização (Gautreau e Kleiner, 2001).

Segundo Gautreau e Kleiner (2001), o BSC é difícil de automatizar devido a dificuldade de estabelecer ligações com as medidas de desempenho não financeiro. Não fornece um guia sobre como melhorar para atingir o objetivo estratégico. Precisa de ser constantemente atualizado e tem um tempo de implementação longo.

A Tabela 10 apresenta os pontos fortes e fracos dos BSC.

Tabela 10 - Pontos fortes e fracos do BSC (adaptado de Striteska & Spickova, 2012).

Pontos fortes	<ul style="list-style-type: none"> • Clareza na visão e estratégia adotada. • Monitorização consistente da estratégia. • Concentração em objetivos estratégicos críticos de negócios no ambiente competitivo. • Processo de comunicação interdisciplinar e hierárquica. • Integração de medidas de desempenho para objetivos operacionais em um nível apropriado. • Relações de causa e efeito como instrumento de gestão
Pontos Fracos	<ul style="list-style-type: none"> • Não expressa o interesse de todas as partes envolvidas

- Falta de comprometimento e liderança de longo prazo para a gerência
- Muitas / poucas métricas - desenvolvimento de métricas inatingíveis
- Falta de conhecimento dos funcionários ou falha na comunicação de informações a todos os funcionários
- Construído como uma ferramenta de controle e não como uma ferramenta de melhoria
- Quantificação de nenhuma relação
- Inadequado para comparações

2.6.4.2 Strategic Management And Reporting Technique

O *Strategic Management And Reporting Technique* (SMART) é uma técnica de gestão estratégica introduzida por Cross e Lynch (1988), trata-se de um sistema de gestão de desempenho em forma de pirâmide de quatro níveis que vinculam a estratégia corporativa às operações por meio da hierarquia, traduzindo objetivos de cima em medidas de baixo, Figura 17.

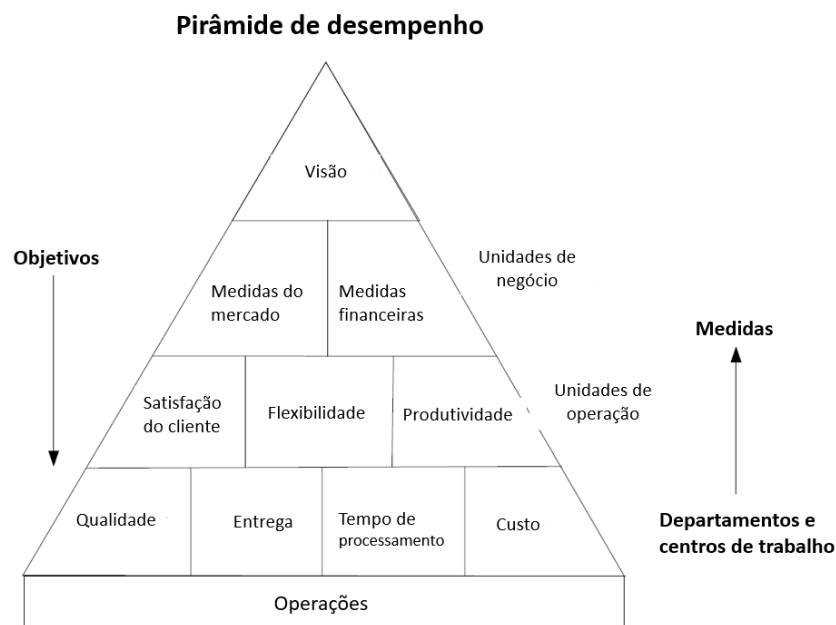


Figura 17 - SMART (adaptado de Cross & Lynch, 1988)

No topo da pirâmide está a visão ou estratégias da organização que são traduzidas em objetivos da mesma, no segundo nível, os objetivos a nível da organização podem ser definidos em termos de metas de desempenho financeiro de curto prazo e metas de crescimento.

No terceiro nível, as metas da organização estão ligadas às operações diárias da organização em termos de satisfação do cliente, flexibilidade e produtividade.

No quarto nível, são apresentadas medidas operacionais do departamento e centro de trabalho (qualidade, entrega, tempo e custo), que ajudam a empresa a implementar com sucesso sua estratégia (Khurram, 2011). No sistema SMART, as medidas operacionais são a chave para atingir os resultados pretendidos e garantir a implementação bem sucedida das estratégias da organização (Koliouis, 2018).

A Tabela 11 apresenta os pontos fortes e fracos do SMART.

Tabela 11 - Pontos fortes e fracos do SMART (adaptado de Striteska & Spickova, 2012)

Pontos fortes	<ul style="list-style-type: none"> • Tentar integrar objetivos corporativos com indicadores de desempenho operacional • Gerenciar PM estrategicamente
Pontos fracos	<ul style="list-style-type: none"> • Não fornece nenhum mecanismo para identificar os principais indicadores de desempenho • Não especifica a forma das medidas • Não integra explicitamente o conceito de melhoria contínua

2.6.4.3 Performance Measurement Matrix

A *Performance Measurement Matrix* (PMM) foi o primeiro sistema de medição de desempenho aceite como uma estrutura equilibrada e integrada para medir o desempenho da organização (Keegan, Eiler, e Jones, 1989). O PMM categoriza as medidas de desempenho em quatro dimensões diferentes: financeira, não financeira, interno e externo, Figura 18.

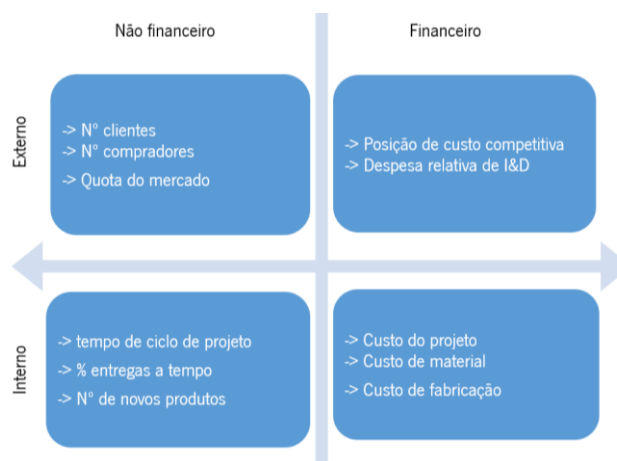


Figura 18 - Performance Measurement matrix (adaptado de Khurram, 2011).

A estrutura do sistema revela a necessidade de um sistema equilibrado, enquanto a sua simplicidade reflete sua capacidade de acomodar qualquer medida de desempenho, contudo, ele não estabelece vínculos entre as diferentes dimensões de desempenho (Neely et al., 1995).

Fitzgerald, Johnston, Brignall, Silvestro e Voss (1991) desenvolveram um modelo modificado a partir do PMM chamado *Result and Determinant*, esta alternativa serviu para superar as limitações do PMM como, não fazer uma conexão explícita entre as diferentes dimensões de desempenho da organização. Esta nova atualização baseia-se no fato de existirem duas medidas de desempenho básicas, estas são, medidas relacionadas com os resultados (Competitividade, desempenho financeiro) e medidas que se concentram nas determinantes dos resultados (qualidades, flexibilidade e inovação), isto é, os resultados obtidos são função do desempenho da organização em relação aos determinantes.

A Tabela 12 apresenta os pontos fortes e fracos do PMM

Tabela 12 - Pontos fortes e fracos do PMM (adaptado de Striteska & Spickova, 2012).

Pontos fortes	<ul style="list-style-type: none"> • Especifica, com detalhes razoáveis, como devem ser as medidas • Fornece um processo de desenvolvimento útil
Pontos fracos	<ul style="list-style-type: none"> • Não inclui clientes ou recursos humanos como dimensões de desempenho • Não pode fornecer uma visão verdadeiramente equilibrada do desempenho. • Consiste em várias ferramentas diferentes - é potencialmente complicado de entender e usar • Falha ao fornecer um processo explícito para o desenvolvimento do modelo de MP

2.6.4.4 Key Performance Indicator Tree

Key Performance Indicator Tree (KPI tree) é um sistema de medição de desempenho em forma de diagrama de árvore, Figura 19, que combina os indicadores de desempenho de uma forma hierárquica desde objetivo ao mais alto nível da organização aos indicadores ao mais baixo nível da organização, fornecendo uma visão transparente do *status* de todas as divisões da organização ao nível estratégico, tático e operacional (Ante et al., 2018). Segundo Ante et al.(2018), *KPI tree* surge para dar resposta às dificuldades com o design de toda a estrutura dos PMS's, a identificação dos indicadores chave de desempenho (KPIs) adequados e a implementação dos sistemas de monitorização.

Essencialmente, a *KPI tree* pode ser composta por quatro níveis de indicadores como apresentado na Tabela 13 abaixo.

Tabela 13 - Níveis da *KPI tree* (adaptado de Ante et al., 2018).

Nível	Indicador	Descrição	Responsável
1	<i>Value Contribution</i>	Constitui a existência da unidade de negócio (<i>target</i> da fábrica)	Direção executiva
2	<i>Key Performance Result (KPR)</i>	No nível KPR, encontram-se os indicadores desempenho a nível financeiros como custo total, serviços de entrega e qualidade, que contribuem para determinar o valor geral de uma determinada cadeia de valor (produto ou área).	Gestão de operações
3	<i>Value Stream KPR</i>	No nível <i>Value Stream</i> encontram-se os indicadores de desempenho não financeiros de uma determinada cadeia de valor como números de defeitos, produtividade e performance de entrega. Constituem <i>inputs</i> para os KPRs	Gestão da cadeia de valor
4	<i>Monitoring KPI</i>	Ao nível do <i>Monitoring</i> encontram os indicadores para executar e monitorizar o sistema de produção como OEE, nível de stock e <i>Line Takt</i> . Constituem <i>inputs</i> para os VS KPRs.	Liderança do chão de fábrica
5	<i>Improvement KPI</i>	Ao nível do <i>Improvement</i> encontram-se os indicadores medidos diretamente no processo como tempo de ciclo, defeitos, paragens, falta de recursos. Os Improvement KPIs indicam potenciais de melhorias e zonas de atuação. E Constituem <i>inputs</i> para os M KPIs.	Operador

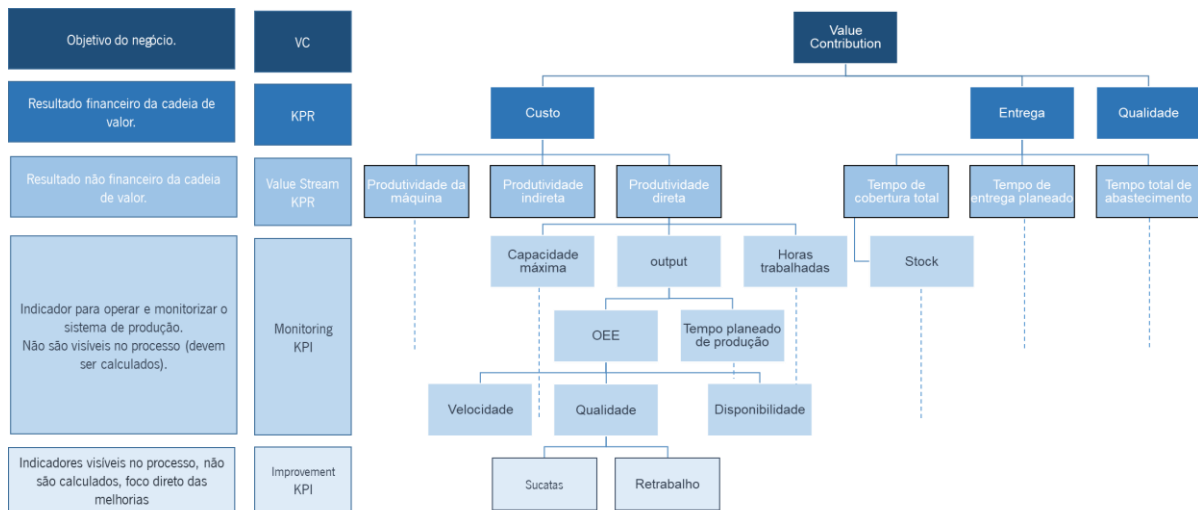


Figura 19 - KPI tree adaptado de (adaptado de Ante et al. 2018).

Segundo Ante et al. (2018) a KPI tree é uma ferramenta adaptada a dinâmica atual das organizações, contempla os fatores críticos de sucesso das mesmas, e pode ser adaptada e melhorada de acordo com as necessidades da organização.

Esta ferramenta também ajuda na implementação de projetos de melhora contínua sendo que a mesma tem a capacidade de indicar o foco das ações. Além disso, os níveis da KPI tree são correspondentes aos níveis de responsabilidade na empresa, ou seja, cada entidade na empresa sabe em qual parte da KPI tree deve olhar para obter a informação que precisa.

A Tabela 14 apresenta os pontos fortes e fracos da KPI tree

Tabela 14 - Pontos fortes e fracos da KPI tree (adaptado de Ante et al., 2018) .

Pontos fortes	<ul style="list-style-type: none"> • Transparência: ajuda a entender quais KPIs estão disponíveis e o que eles medem. • Hierarquia: fornece uma clara “escada” de KPIs, com os KPIs mais importantes no topo. • Saúde: indica o desempenho da empresa.
Pontos fracos	<ul style="list-style-type: none"> • Não ajuda na definição dos objetivos da organização. • Apenas indica onde atuar e não como atuar. • Depende de outras ferramentas para definição e monitorização de estratégias da empresa

2.6.5 Considerações finais sobre os PMS's

Com base no estado da arte sobre os PMS's, podemos concluir que este tipo de ferramenta é muito importante na definição e desdobramento de estratégias em objetivos da organização. Estes sistemas servem essencialmente para passar aquilo que foi definido a nível da gestão em objetivos operacionais e traduzi-los em ações.

De acordo com a literatura revista, ferramentas como o BSC, SMART e PMM são robustas na tradução das estratégias em objetivos a nível conceitual, comunicação e revisão de estratégias com alguma frequência, enquanto que ferramentas como KPI *tree* vão mais a fundo ao monitorizar as operações até ao mais baixo nível do processo Figura 20, ajudando assim a garantir que os objetivos sejam atingidos numa perspetiva de revisão e melhoria contínua.

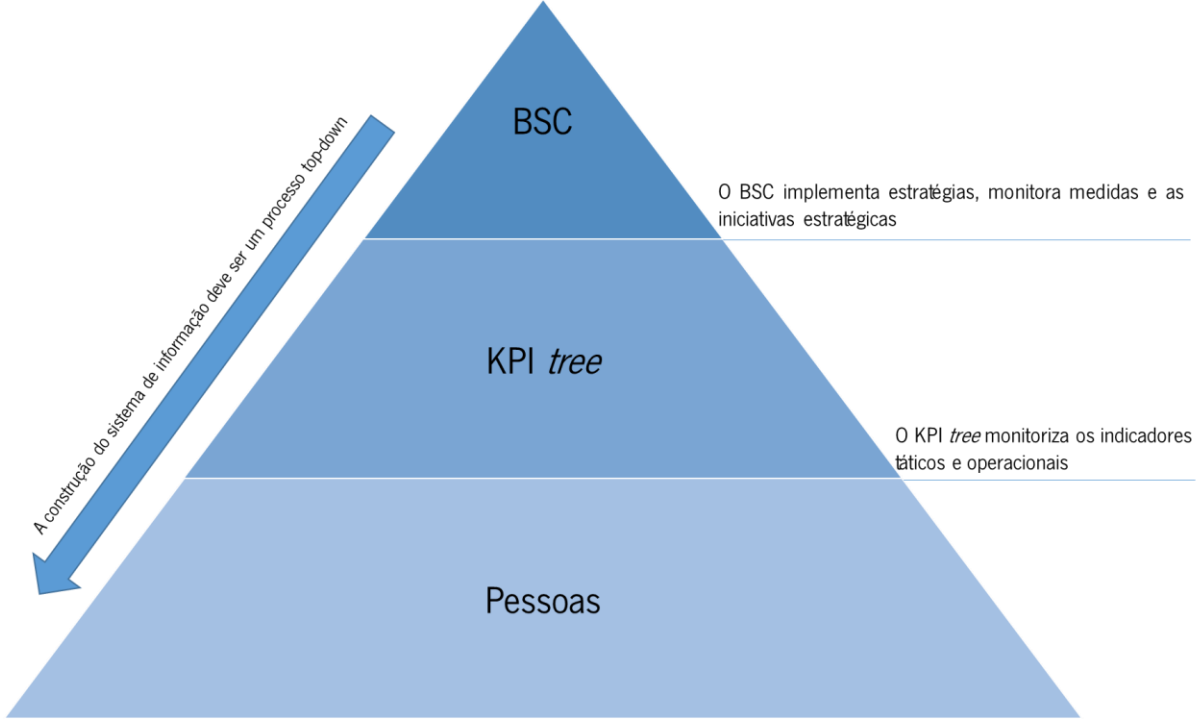


Figura 20 - Síntese relação BSC e KPI tree (adaptado de Geada, Silva e Cruz , 2012).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA – CONTEXTO DE ESTUDO

Neste capítulo é feita uma breve apresentação da empresa Bosch Car Multimédia (CM), contexto de investigação onde a dissertação foi realizada. Serão apresentados o grupo Bosch, a divisão em que foi realizada a dissertação, os principais produtos e clientes, a missão, a visão, os valores e a estrutura organizacional.

3.1 Grupo Bosch

O grupo Bosch foi fundado em Estugarda, na Alemanha, no ano 1886. Em 2019, Figura 21, a empresa tinha aproximadamente 403.000 associados em diferentes países, 440 subsidiárias e uma presença global em 150 países, incluindo parceiros de vendas e serviços. O grupo é dividido em três grandes áreas nomeadamente, tecnologia automóvel, tecnologia de construção, tecnologia industrial e bens de consumo.

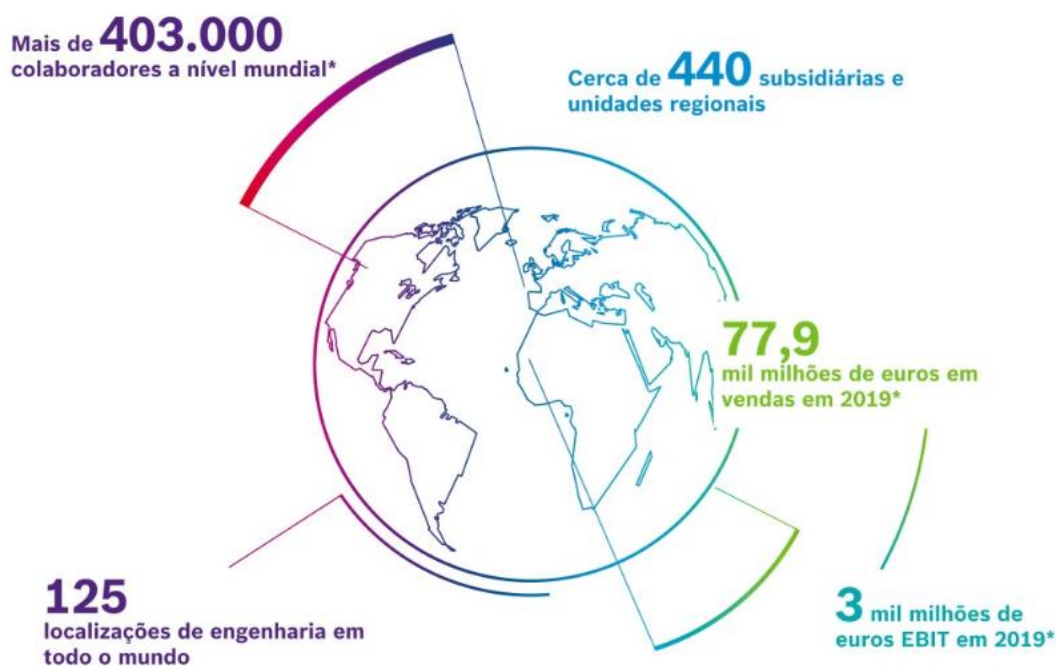


Figura 21 - Bosch no mundo (Bosch, 2020)

A Bosch é representada, em Portugal pela Bosch Security Systems - Sistemas de Segurança em Ovar, com aproximadamente 400 colaboradores; pela Bosch Termotecnologia em Aveiro, com aproximadamente 1100 colaboradores; Bosch Car Multimédia Portugal em Braga, com aproximadamente 3600 colaboradores, Figura 22.

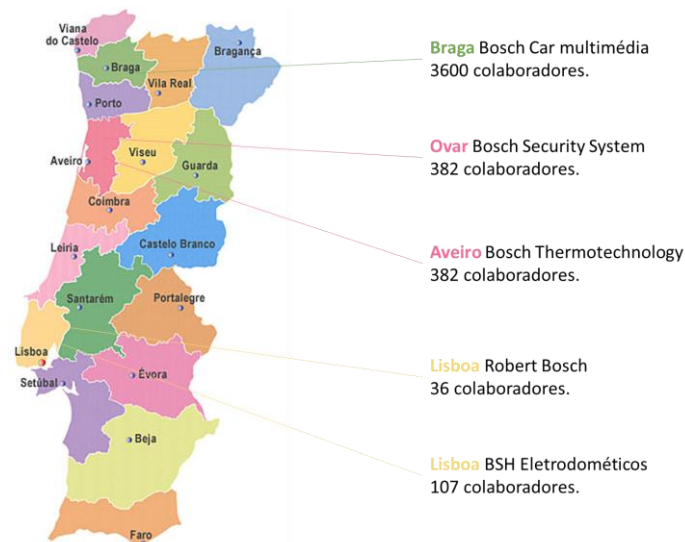


Figura 22 - Localizações das fábricas do grupo Bosch em Portugal (adaptado de Bosch Group, 2019).

A Bosch Braga (BrgP), Figura 23, foi fundada em 1990, na altura com o nome Blaupunkt Auto-Rádio Portugal Lda, produzia Autorrádios para a marca Blaupunkt. Em 2008, esta divisão foi reestruturada, o foco da empresa passou a ser a produção de equipamentos para indústria automóvel e passou a denominar-se Bosch car Multimédia Portugal.



Figura 23 - Bosch Car Multimedia Braga (BrgP) (Bosch, 2020).

A Bosch Car Multimédia está dividida em cinco unidades de negócio: *Instrumental System* (IS), *Drive Information* (DI), *Chassis systems Control* (CC), *Professional System* (PS) and *Manufacturing Service* (MS). BrgP também oferece serviços de investigação e desenvolvimento I&D, centro de assistência e reparação e centro de serviços de tecnologias de informação para Ibéria.

3.2 Produtos e principais clientes

A Bosch Braga produz e comercializa produtos para indústria automóvel nomeadamente, sistema de navegação, sistemas de instrumentação, autorrádios, sensores e equipamentos eletrónicos para aquecimento Figura 24.



Figura 24 - Portefólio de produtos da divisão (Bosch, 2020).

Os principais clientes da Bosch CM, Figura 25, são maioritariamente empresas que atuam no ramo automóvel, destas constam grandes grupos como VW (Volkswagen, Audi, Seat e Skoda), PSA (Peugeot e Citroën), Fiat (Fiat, Alfa Romeo e Lancia) e GM (Opel). A empresa também fornece produtos e serviços para empresas líderes como Renault e a Nissa, Daimler, Scania e Iveco. As exportações são destinadas maioritariamente para Ásia, Américas e Europa.



Figura 25 - Clientes Bosch Braga (Bosch, 2020).

3.3 Missão e valores

A missão da Bosch é baseada na criação de valor para os seus clientes de uma forma flexível e ágil, respondendo as suas expetativas de uma maneira rápida e antecipada.

A sua visão tem como foco ser referência no setor eletrônico, atingindo a excelência empresarial para um futuro sustentável (Bosch, 2020).

As atividades da empresa assentam em valores como: o futuro e concentração no resultado, a responsabilidade, a iniciativa e determinação, a abertura e confiança, a justiça, a credibilidade, a legalidade e a diversidade.

3.4 Bosch Production System

Bosch Production System (BPS) é um subsistema da *Bosch Business System* baseado na filosofia *Toyota Production System*, criado em 2002 com objetivo de aumentar a produtividade e melhorar continuamente os processos. Antes do desenvolvimento do BPS, a eliminação de desperdícios em todo o processo produtivo não era uma prioridade, o que levava a altos níveis de *stock*, falha no cumprimento dos prazos, longas distâncias de transporte, e conseqüentemente, reclamações do cliente.

O BPS surgiu como uma mudança de mentalidade para a empresa. O foco começou a ser a redução de desperdícios ao longo da cadeia de valor.

Para o BPS os desperdícios podem ser visíveis, que não agregam valor ao processo de produção nem à entrega ao cliente e desperdícios invisíveis, que não pode ser eliminado apesar de não agregar valor ao produto, mas são necessários para a execução do processo de produção. Logo, o BPS vem eliminar os desperdícios visível e convertê-los em processos de valor acrescentado.

Com a implementação da metodologia BPS, a Bosch pretende projetar cadeias de valor *Lean*, recorrendo a métodos e ferramentas que garantam a sua agilidade (Bosch Group, 2019). Para garantir que a metodologia BPS é aplicada e implementada de forma holística, abrangendo todas as áreas da organização, existem duas sistemáticas complementares:

- Para o planeamento, o *design* e a implementação de novos produtos e novos sistemas produtivos, alinhados com os princípios BPS, o *BPS-Planning Guideline* descreve os procedimentos requeridos em detalhe;
- Para o *design* e a otimização de sistemas produtivos existentes, é usado o *Bosch Production System Approach* como procedimento estruturado.

3.4.1 Princípios BPS

O BPS tem como base oito princípios que servem de fundamento para a ação e cooperação entre as várias funções no *design* de um processo de execução de encomendas sustentável e livre de desperdício, A Figura 26.

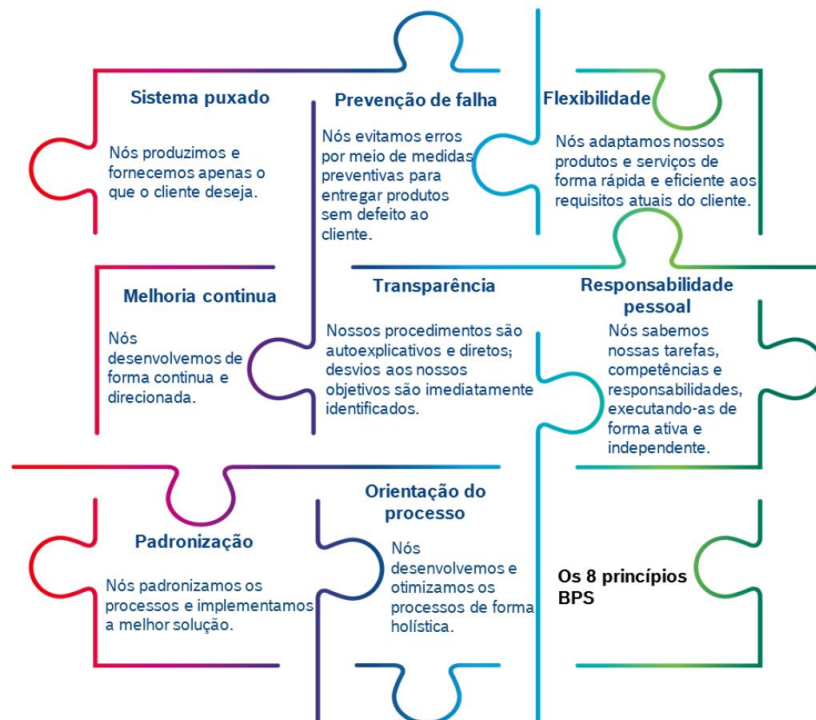


Figura 26 - Princípios BPS usados (adaptado de Bosch Group, 2019).

Além dos princípios acima citados, a organização ainda tem o conceito de *True North*, uma visão de referências para todos os processos de melhoria contínua em toda a fábrica (Bosch Group, 2019). Este conceito é definido da seguinte forma:

- 100% valor acrescentado, em que se adiciona valor sem desperdícios e o objetivo é coordenar, de forma otimizada, todas as atividades necessárias para agregar valor e evitar quaisquer atividades supérfluas.
- 100% de *performance* de entrega, cujo objetivo é entregar o produto certo, na quantidade certa, no momento certo e na qualidade certa de acordo com o pedido do cliente.
- Zero defeitos, defendendo a prevenção de defeitos, permanentemente, em vez de controlá-los. A causa do defeito, no ciclo de trabalho, deve ser completa e finalmente retificada.
- Fluxo contínuo, em que as peças fluem diretamente de um processo de adição de valor para o próximo. Não se verificam períodos de espera ou processamento em lote e, por conseguinte, não existem *stocks* intermédios entre esses processos.

3.4.2 Elementos BPS

O BPS reúne um conjunto de métodos e ferramentas que ajudam na implementação dos princípios BPS. A aplicação destas ferramentas é parte essencial da implementação do BPS. São fundamentais para compreender as relações entre os princípios e implementá-los sistematicamente. Desta forma, objetivo consiste em implementar os princípios que trazem maior contributo à otimização do respetivo sistema com a ajuda de algumas ferramentas como apresentadas na Figura 27

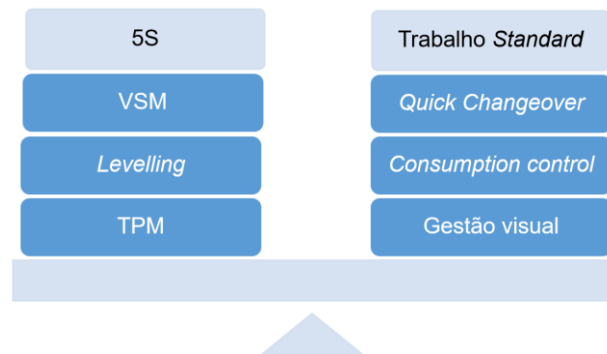


Figura 27 - Alguns elementos BPS (adaptado de Bosch Group, 2019).

3.4.3 BPS *Maturity Assessment*

O BPS *Maturity Assessment* é uma auditoria realizada uma vez por ano com objetivo de avaliar o grau de implementação dos elementos BPS, ponto 3.4.2, e seus efeitos na cadeia de valor. São avaliados o conceito (métodos e elementos introduzidos e como são implementados) e execução (qual resultado/tendência, dos indicadores KPR).

São avaliados 4 níveis que refletem a maturidade do BPS:

Nível 1 “Implementation (BPS Essenciais)”: A organização tem os elementos básicos do BPS implementados.

Nível 2 “Improvable organization”: as atividades de melhoria são derivadas com objetivos e com base nos *standards* existentes.

Nível 3 “Self-learning organization”: melhoria contínua de forma autónoma em vários níveis da organização.

Nível 4 “Lean Company” (True North): Cadeia de valor mais ou menos livre de desperdícios.

Existem 20 tópicos abordados no *BPS Assessment* para cada nível, desde o *System CIP*, *System CIP Projects*, *Pull Principle* até ao *Supplier Interface*, ver Anexo 1. O projeto desta dissertação, está relacionado com o requisito “*Definition of System CIP Project*” do tópico *System CIP Projects and Point CIP*.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

4.1 BPS System Approach

Os processos de melhoria contínua na Bosch são aplicados para tornar tanto os processos diretos, como indiretos, mais eficientes, de modo a alcançar os requisitos do negócio e a implementação de estratégias para satisfação dos clientes. Este processo no contexto BPS é conduzido pela sistemática *BPS System Approach* Figura 28, realizada anualmente num ciclo de quatro revisões ou *workshops* por ano.

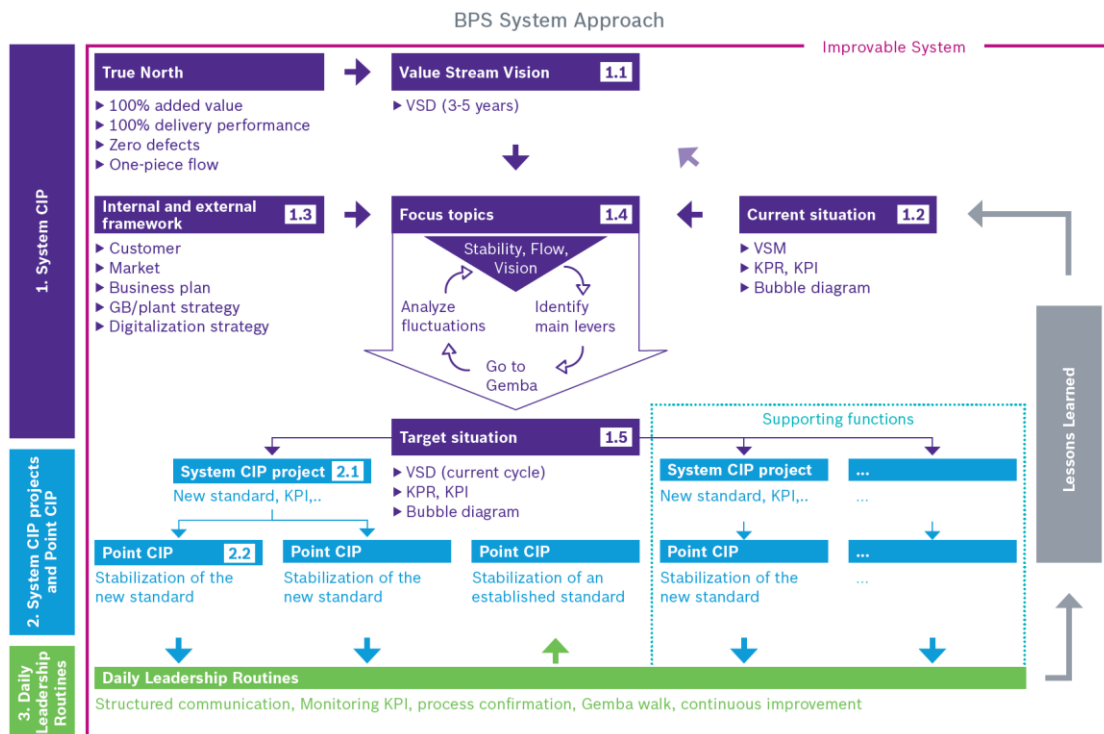


Figura 28 - BPS System Approach.

O *BPS System Approach*, Figura 28, é composto pelas fases: 1-*System CIP*, em que são definidas as áreas de melhorias (*focus topics*) e as respetivas metas (*Targets situation*) por intermédio da comparação dos requisitos internos e externos da cadeia de valor (*Internal and external framework*) com a situação atual (*current situation*) e com a visão de fábrica (*True North, Value Stream Vision*). Para atingir a *Target situation* são definidos projetos (*System CIP Projects*). 2-*Point CIP*, esta fase consiste na estabilização da *Target situation* atingida. Quando a estabilização é garantida, o projeto passa para terceira fase. 3-*Daily Leadership Routine*, nesta fase, continuam-se a medir os indicadores de desempenho para se certificar que eles continuam dentro dos limites definidos, e caso eles saiam, são tomadas ações para colocá-los novamente dentro do objetivo. (Bosch Group, 2019).

A situação atual é descrita por intermédio de um *Value Stream Map (VSM)*, *bubble diagram* e indicadores de desempenho.

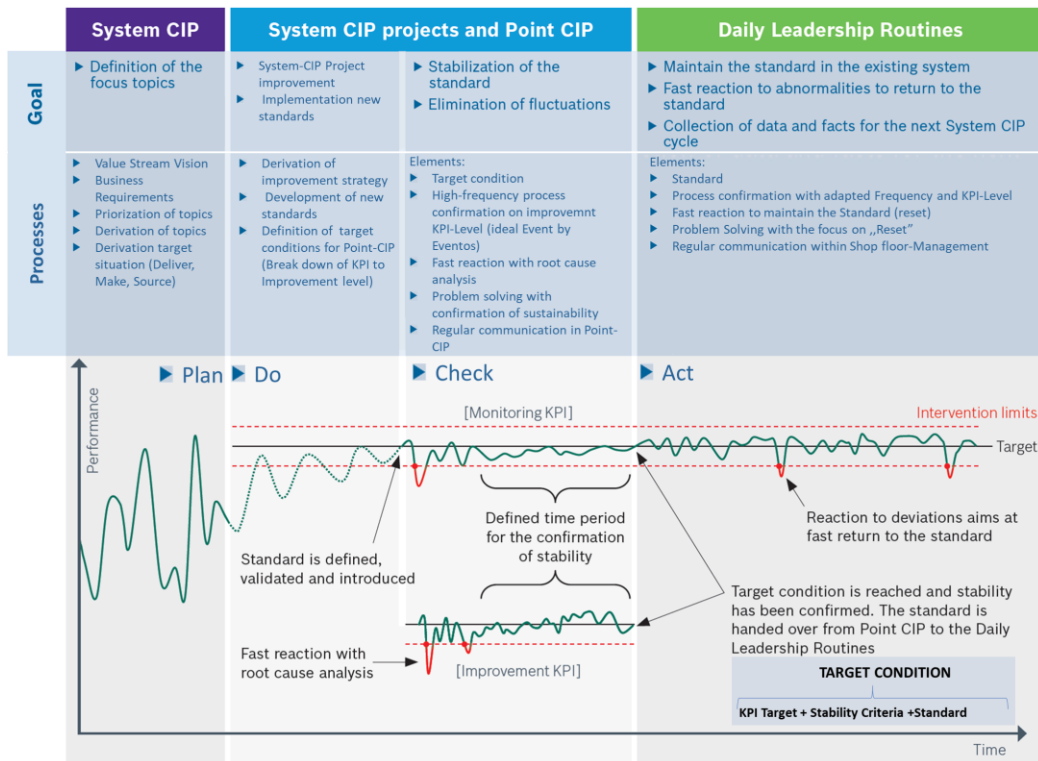


Figura 29 - Relação entre as fases do *System CIP Approach* (adaptado de Bosch, 2020).

A Figura 29 ilustra a relação existente entre as fases do *System CIP Approach*. Na fase do *System CIP*, o KPI encontra-se instável, com desvios. Na segunda fase, *System CIP Projects and Point CIP*, são derivados projetos, em que são definidos novos *standards* a nível do *Improvement KPI*. Com a aplicação do *standard* definido, o *Improvement KPI* é estabilizado. Depois da estabilização, o processo passa para fase *Daily Leadership Routines*, em que o indicador é estabilizado a nível do *Monitoring KPI*. É relevante referir que estas fases se encontram enquadradas no ciclo PDCA.

4.1.1 Entidades envolvidas

Existem várias entidades envolvidas no processo de melhoria contínua, Figura 30, essas são: *Plant Manager*, *Value Stream (VS) Manager*, *Coach*, *Project Owner*, *Team Leader*, *Worker* e o BPS. O *Plant Manager* é responsável pelos colaboradores, pela gestão e alinhamento de todas cadeias de valor com os objetivos da fábrica. O *VS Manager* é responsável pela gestão e garantia da execução dos objetivos de uma ou mais cadeias de valor. O *Coach*, também chefe de departamento, é responsável por motivar e dar suporte ao *Project's Owner*. Este último, é responsável pela execução dos projetos CIP. O *Team Leader* é responsável pelo seguimento da melhoria implementada. O *Worker* é a entidade que trabalha diretamente com a melhoria implementada.

O BPS é o departamento que combina e suporta todas entidades envolvidas no processo. Das entidades mencionadas, destacam-se o *VS Manager*, responsável por fornecer a *KPI tree* no âmbito do *System CIP project* e o *Project owner*, recetor da *KPI tree* como uma ferramenta que acompanha o projeto.

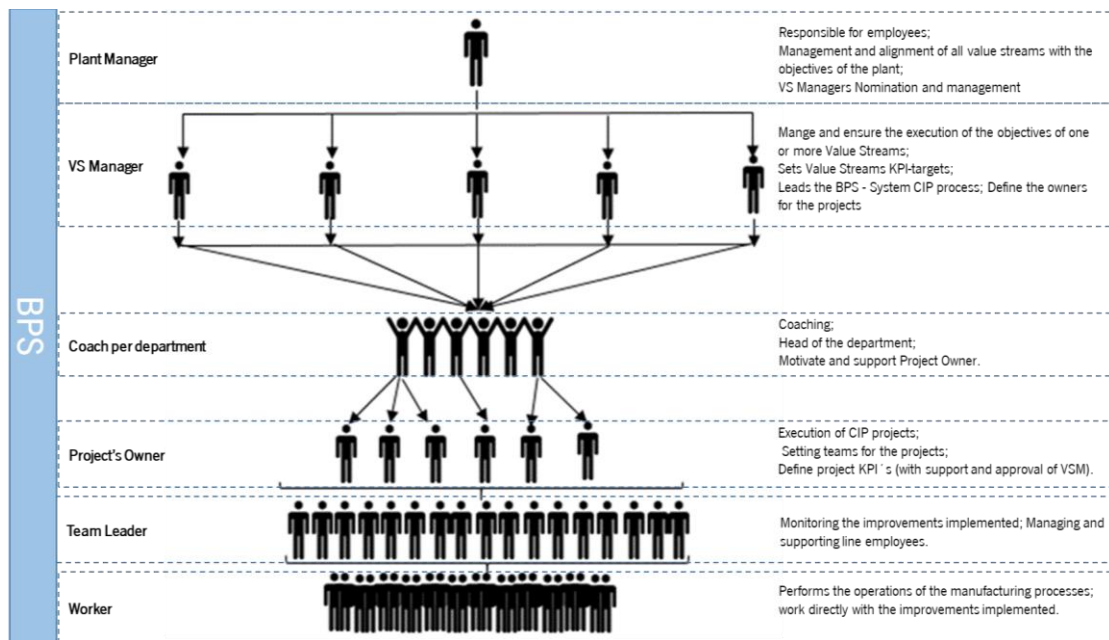


Figura 30 - Entidades envolvidas (adaptado de Bosch Group, 2019)

4.1.2 Value Stream Organization

Value Stream Organization (VSO), é o modelo de organização adotado pela empresa para a implementação do conceito de *Value Stream* de forma bem-sucedida no BPS. Neste modelo, a organização é dividida de forma a que cada *Value Stream* tenha seus processos e recursos devidamente alocados. O conceito de VSO é construído com base em três pilares principais: orientação para o cliente, colaboração multifuncional otimizada e cumprimento de objetivos comuns, Figura 31. Neste modelo de organização, as fronteiras departamentais são superadas; Funcionários de várias áreas de especialização idealmente compartilham um escritório próximo à produção e trabalham juntos para o seu *Value Stream*, Figura 32. O VSO é mais flexível, eficiente e capaz de reagir de forma rápida aos desvios, uma vez que, são definidos objetivos claros e são eliminadas as barreiras de interação entre as funções.

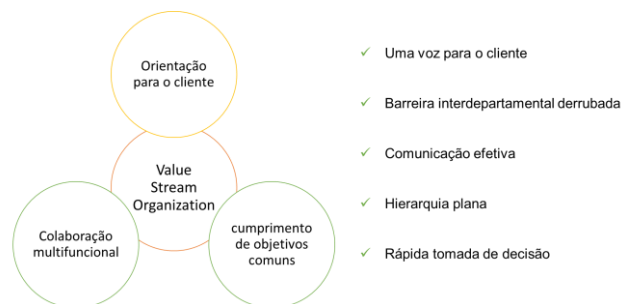


Figura 31 - Pilares do VSO (adaptado de Bosch Group, 2019)

Value stream organization in the plant

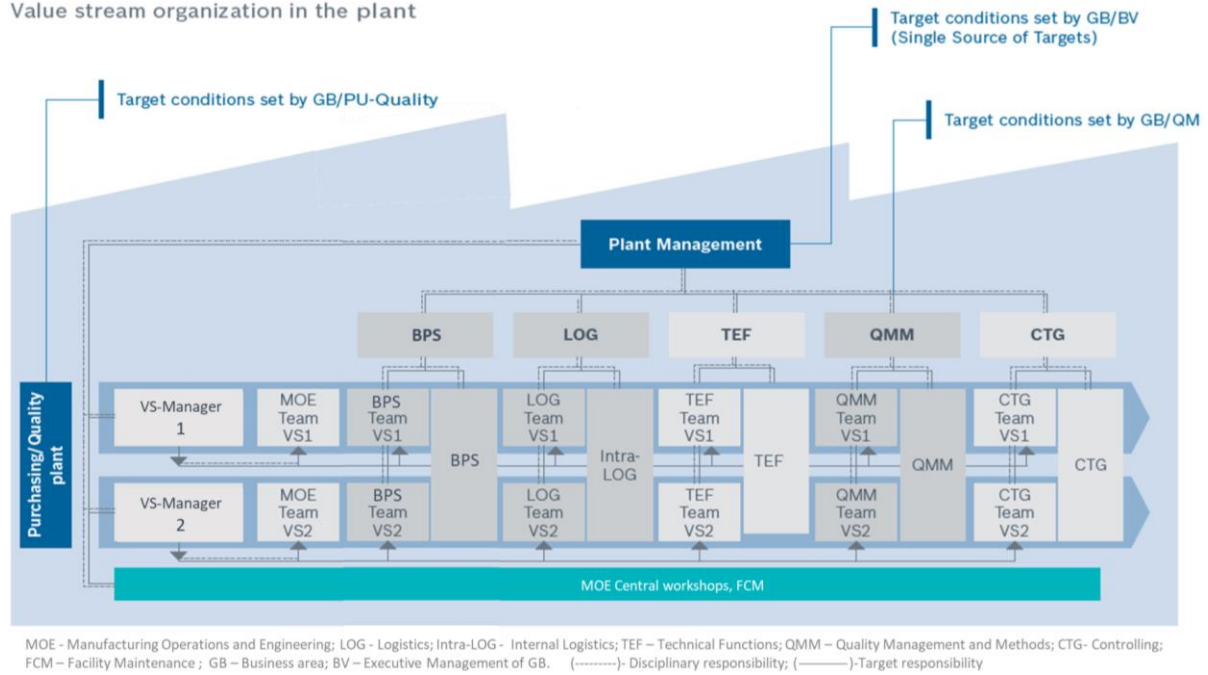


Figura 32 - Esquema do VS Organization (adaptado de Bosch Group, 2019)

Para garantir que os objetivos dos *Value Stream* sejam cumpridos, são nomeados *VS Managers* para cada *Value Stream*, e estes nomeiam um *VS Team*, cujos membros permanecem disciplinarmente atribuídos às suas áreas funcionais. Os *targets* são definidos e desdobrados de uma única fonte, o gestor da fábrica define *targets* para cada *Value Stream Manager* que, por sua vez, definem *targets* para os *VS Teams*. A cooperação entre os *Value Streams* e as áreas funcionais são reguladas por meio de acordos, recursos e objetivos.

4.1.3 System CIP Projects and Point CIP

System CIP Projects and Point CIP é o tópico do *BPS Assessment* que avalia como a organização leva a cabo os projetos de melhoria contínua a nível de conceito e execução. Este tópico tem vários requisitos, o foco para esta dissertação é a definição dos *System CIP Projects*. Segundo o *BPS Assessment* realizado em novembro de 2019, a organização encontra-se no nível 2 desse requisito Tabela 15.

Tabela 15 - *BPS Assessment* tópico *System CIP Projects*, definição dos projetos.

Topic	Assessment	Nível			
		1 BPS Essentials	2 Standards	3 Standards	4 Standards
System CIP projects and Point CIP	Concept	Definition of System CIP projects: >Every System CIP project has defined monitoring KPI targets.	Definition of System CIP projects: >Derivation of the project targets down to Monitoring KPI level has been done. >Effect on result, value stream KPI is clearly visible (e.g. with the help of a KPI tree).	Definition of System CIP projects: >Derivation of the project targets down to Improvement KPI level has been done. >KPI tree from value stream KPI down to Improvement KPI >There exists a standardized Lessons Learned Process for System CIP projects.	Definition of System CIP projects: >All of the improvement projects (RPP or similar) are derived out of System CIP and described as System CIP projects.
	Execution	//	//	//	//

4.1.4 KPIs usados pela organização

Os indicadores de desempenho da Bosch são divididos essencialmente em três categorias: *Key Performance Result* (KPR), *Monitoring KPI* e *Improvement KPI*, Figura 33. Os KPRs são indicadores de uma determinada cadeia de valor como produtividade, performance de entrega e qualidade. Os *Monitoring KPIs* são indicadores que não são observados diretamente no processo, mas servem para pôr o sistema em funcionamento, usando indicadores como OEE, nível de *stock*, tempo de ciclo. Os *Improvement KPIs* são observados diretamente no processo como defeitos, paragens e falta de recursos.

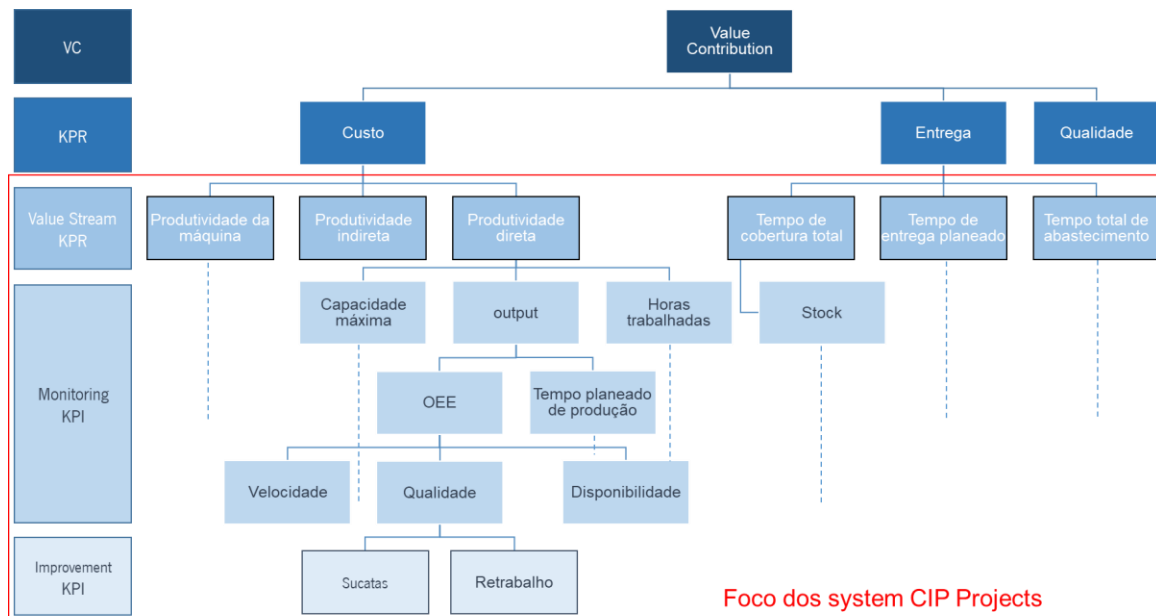


Figura 33 – Modelo de KPI tree (produtividade direta).

Como podemos observar na Figura 33, os indicadores são relacionados numa árvore denominada KPI tree. Os indicadores KPRs estão nos níveis mais altos da árvore, os *Monitoring KPIs* nos níveis intermédios e os *Improvement KPIs* nos níveis inferiores. Os KPRs principais para as cadeias de valor são definidos pelos *VS Managers* e o BPS. Estes indicadores estão dentro das áreas de custo (*Cost C*), qualidade (*Quality Q*) e entrega (*Delivery D*). As KPI trees desdobram os KPRs até aos *Improvement KPIs* para cada cadeia de valor. Os oito KPRs escolhidos para o ano de 2020 são apresentados na Figura 34.

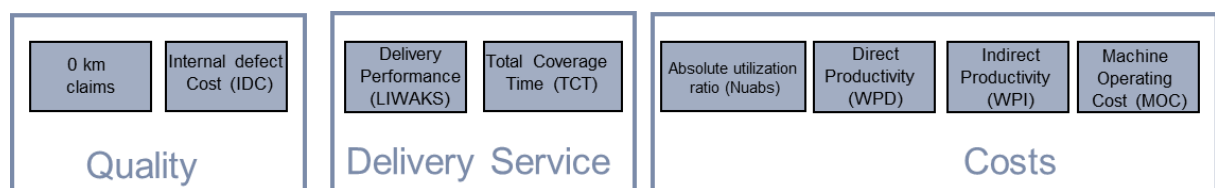


Figura 34 - Oito principais KPRs escolhidos para o ano 2020

4.1.5 Standard atual da KPI tree

Os *standards* atuais da KPI *tree* são diversos, variando principalmente em relação aos campos de dados (ver anexo 3). A estrutura em forma de árvore com retângulos nas extremidades dos ramos é comum entre os *standards*. Os retângulos têm um número de campos de dados que variam entre o *Name* (nome do KPI), *Current* (Valor atual), *Target* (Valor objetivo), *Weight* (Peso, representa o impacto dos indicadores inferiores ao superior).

A Figura 35 apresenta um dos modelos usados como referência para criar uma KPI *tree*. Este modelo contém apenas o nome dos indicadores e estrutura, e a estrutura de composição que eles devem adotar.

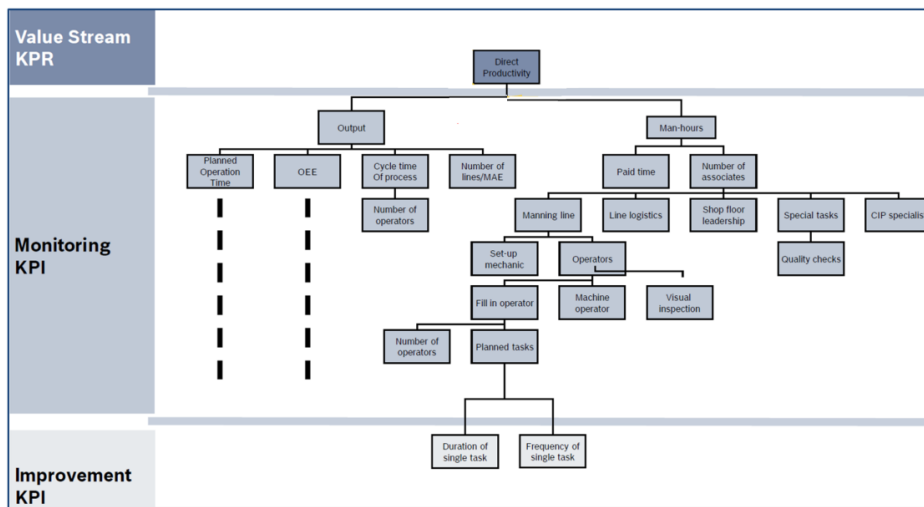


Figura 35 - Exemplo 1: Standard KPI tree.

Na Figura 36 está representada a árvore de perdas, uma ferramenta padrão de monitorização das linhas de produção, fornece informação sobre as perdas de eficiência da linha. Devido à sua estrutura e ao tipo de informação que fornece, é usada como KPI *tree* para alguns projetos. A árvore de perdas apresenta o nome, as perdas em número e em percentagem.

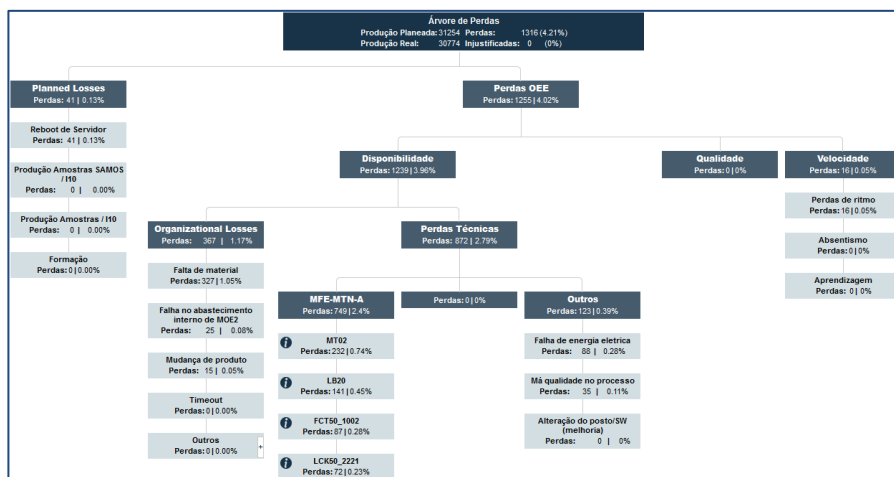


Figura 36 - Exemplo 2: Árvore de perdas.

4.1.6 Utilização de KPI *trees* em diferentes projetos

A empresa ainda não tem uma KPI *tree* oficial para a fábrica, nem para os projetos CIP. Tem um conjunto de standards (ver secção 4.1.5) que ajudam na tradução dos objetivos estratégicos em objetivos operacionais.

A empresa tem também um documento oficial (ver Anexo 3) que descreve as relações dos variados indicadores de desempenho por intermédio da KPI *tree*. Estas variam desde indicadores KPRs representando custos, até aos *Improvement* KPIs representando processos.

Com base nos documentos mencionados, as KPI *trees* para os diferentes projetos CIP são desenvolvidas pelos VS *Managers*. O padrão de representação das KPI *trees* varia entre os projetos como apresentados nos exemplos abaixo.

- **Projeto:** M - Q1-19 - P2-Standard para recolha de *Big Bags*, Figura 37.

Porquê do projeto: o índice de separação atual de resíduos é 82,5%, tendo como objetivo 95%.

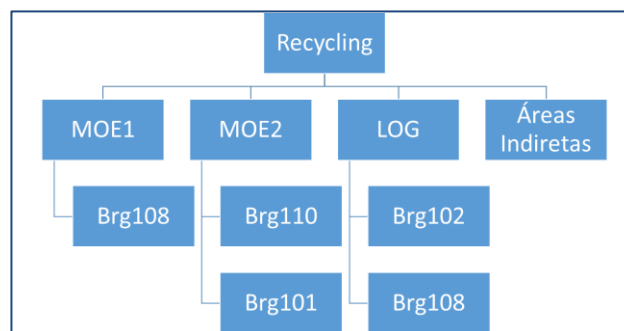


Figura 37 - KPI *tree* projeto M - Q1-19 - P2.

- **Projeto:** M - Q3-19 - P3-*Stock Mapping*: definição de responsabilidades nos *stocks*, Figura 38.

Porquê do projeto: falta de clara responsabilidade sobre os *stocks*; razões de uso diferentes para o mesmo local St. Previsão TCT'18: 29 dias, objetivo 18: 26 dias.



Figura 38 - KPI *tree* projeto M - Q3-19 - P3.

- **Projeto:** Rev1.19_P07-Redução de excesso de *Stocks* no armazém de *spare parts*, Figura 39.

Porquê do projeto: *stock* atual de *spare parts* sem movimento num período igual ou superior a 6 anos.

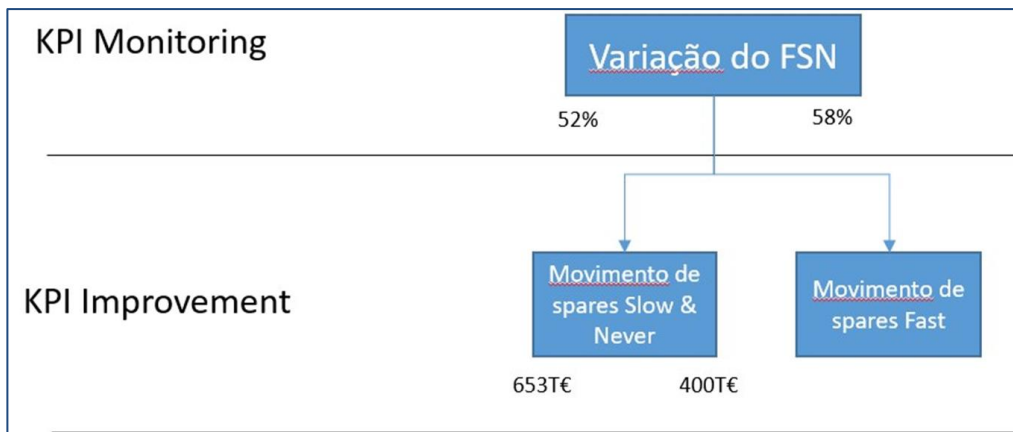


Figura 39 - KPI tree projeto Rev1.19_P07

- **Projeto:** M-Q2-19-P2-Melhorar_PCBs_flow_clarity (FIFO LANES), Figura 40.

Porquê do projeto: reduzir a quantidade de *stock* em MOE1 de 27 647 para 20 000 PCB, num período de 3 mês.

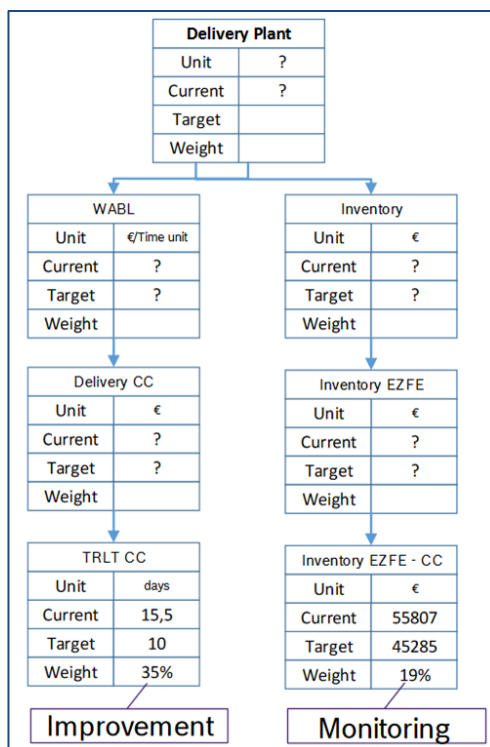


Figura 40 - KPI tree projeto M-Q2-19-P2.

- **Projeto:** M-Q1-19-P3-Reduzir IDC Linha d76, Figura 41-

Porquê do projeto: Indicador de refugo da d76 fora de *target* nos últimos 5 meses

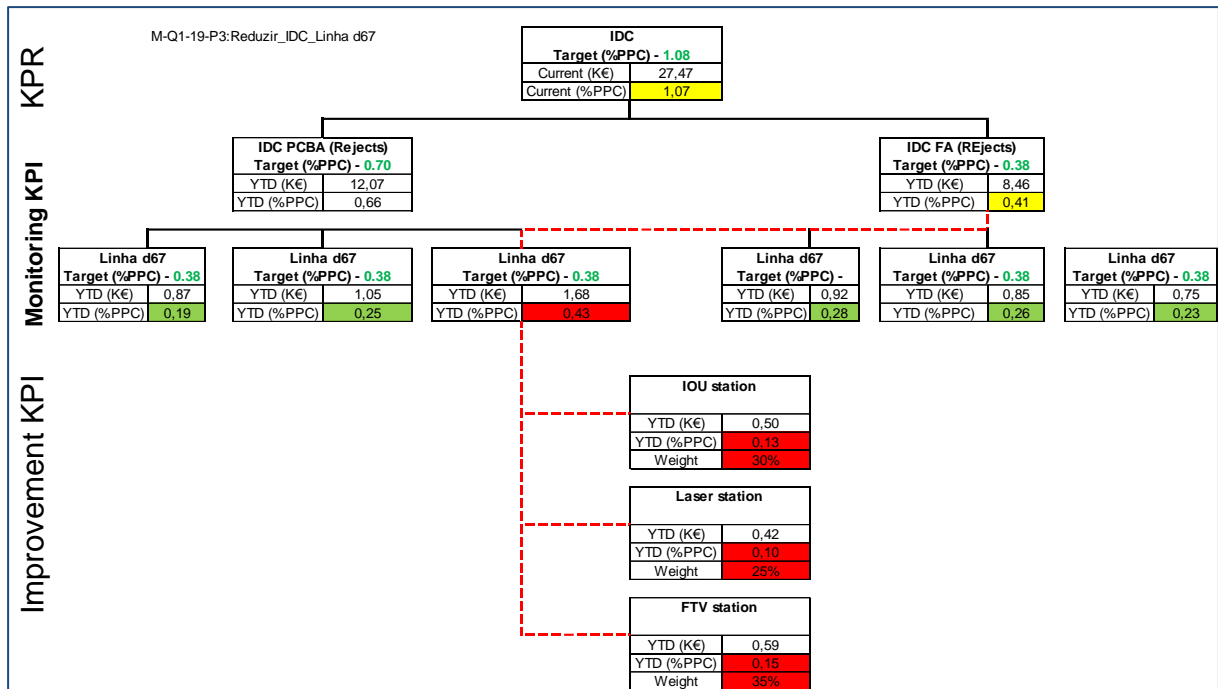


Figura 41 - KPI tree projeto M-Q1-19-P3

- **Projeto:** Rev2.19_P1_Melhoria FPY posto R18 Linha FGC 3UP, Figura 42.

Porquê do projeto: Aumentar o OEE da linha 2P98 de 83.7% para 85%, com FPY do F10 de 95% para 99%, num período de 3 meses.

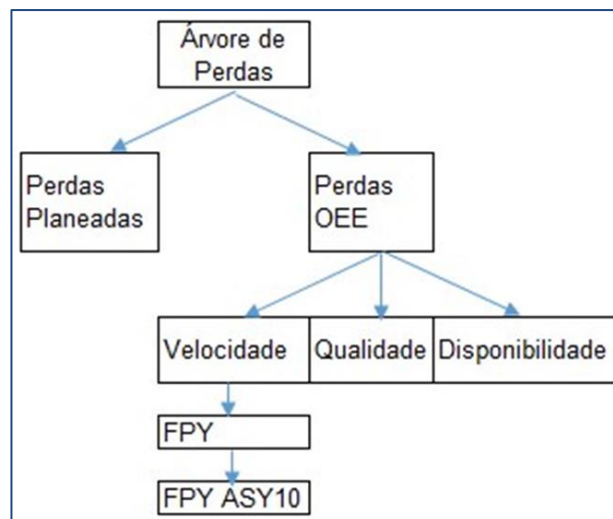


Figura 42 - KPI tree projeto Rev2.19_P1.

- **Projeto:** M-Q1-19 - P17: Redução do número de avarias no AS250, Figura 43.

Porquê do projeto: Bloqueios da UTS devido a falhas comunicação com o *telenet* e com a *Hameg*. Redução das perdas mensais de 1.79% para 0.42%, no período de 3 meses.

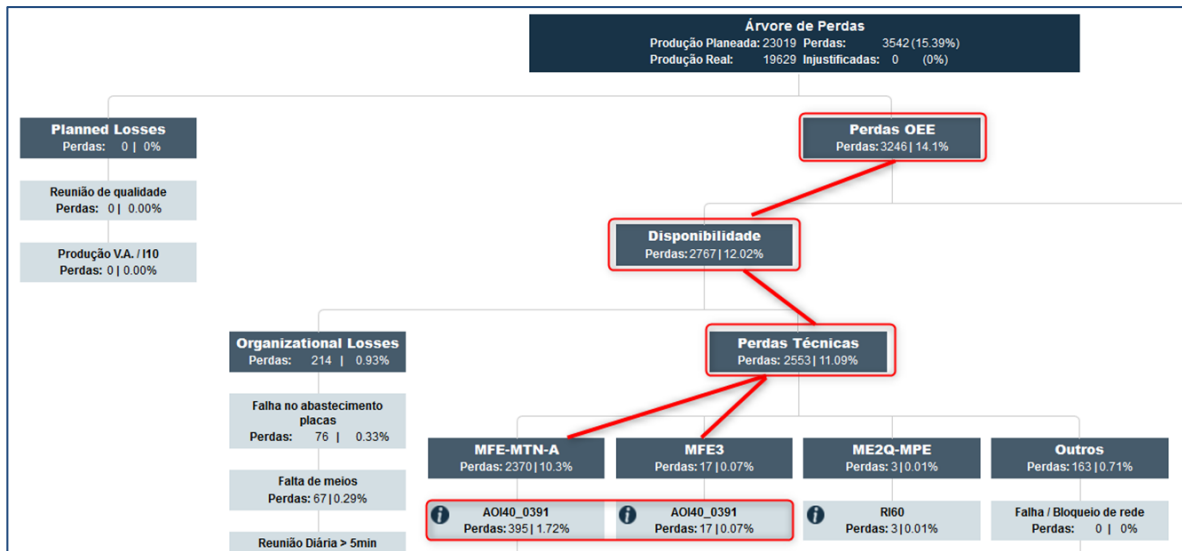


Figura 43 - Árvore de perdas apresentada como KPI tree do projeto M-Q1-19 - P17.

4.1.7 Utilização de KPI tree na derivação dos System CIP Projects

Durante a definição dos *System CIP Projects* são analisados vários fatores como citado no ponto 4.1, um desses fatores é a análise dos indicadores de desempenho. Quando o *Monitoring KPI* de um processo apresenta desvios, existe um potencial para a derivação de um *System CIP Project* para resolver o problema que deu origem ao desvio. A causa raiz do desvio, resulta num *Improvement KPI* que se traduz na zona de atuação no processo. Esta relação causa e efeito, é posteriormente representada numa KPI tree pelos *VS Managers* com base nos exemplos existentes. Pode ver-se um exemplo na Figura 44. Neste processo, quando o problema está ligado ao OEE, também é usada a árvore de perdas na derivação e identificação da causa raiz do projeto.

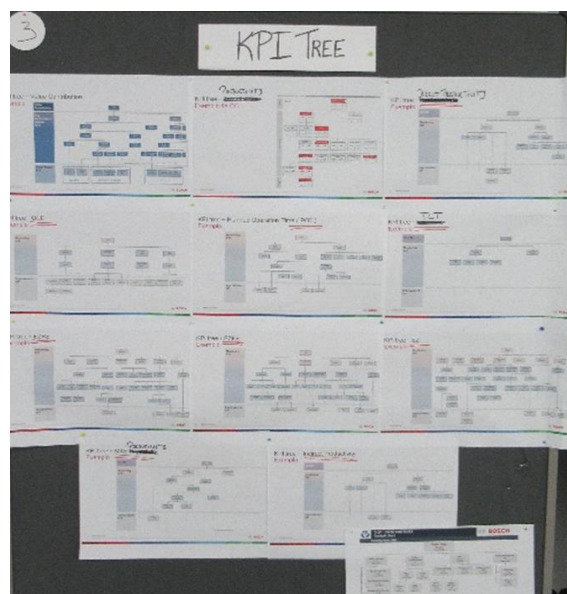


Figura 44 - Exemplos de KPI tree expostas no System CIP Workshop.

4.1.8 KPI tree no seguimento dos projetos

Durante o ciclo de *System CIP Projects* são realizadas várias atividades. Uma delas é a reunião de seguimento de indicadores, em que é analisado o estado do indicador em relação ao objetivo.

Nesta reunião, se o projeto em análise estiver acompanhado de uma KPI tree atualizada, os indicadores podem ser também analisados pela mesma, assim como o impacto entre eles. Outra atividade em que é envolvida a KPI tree é o *Steering Committee*, em que são apresentados os projetos de melhoria implementados e em curso. No final, é apresentada a KPI tree para demonstração de como surgiu o projeto.

4.2 Análise crítica e identificação dos problemas

Esta secção apresenta os problemas encontrados durante a análise crítica realizada. Para proceder a esta análise recorreu-se à observação direta, análise documental e recolha de informação por meio de inquérito. Este servirá para suportar algumas conclusões da análise crítica realizada.

4.2.1 Inexistência de um *Standard* visual para as KPI trees

O conceito gráfico da KPI tree é fundamental para que a ferramenta cumpra a sua função, logo, é importante a padronização deste conceito para uma leitura uniforme da ferramenta. Como mencionado no ponto 4.2.1, observou-se a inexistência de um *standard* visual nas KPI trees. Como se pode deprender, esta falta de uniformização da KPI tree leva a problemas de manipulação, leitura, entendimento e dificuldades de criação ou alteração da ferramenta. Como se pode observar na Figura 45, os gráficos variam em número de variáveis apresentadas, nomeadamente, *Name*, *Current*, *Target* e *Weight*. As cores, as linhas de ligação e o formato dos retângulos também são fatores que variam entre as KPI trees, provocando problemas de interpretação e replicação por parte dos *Project owners* e dos *VS Managers*.

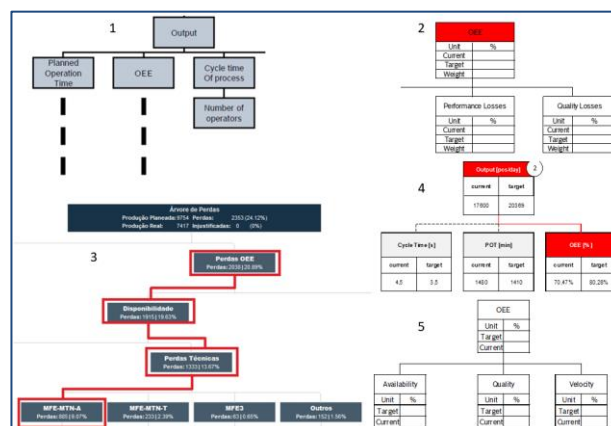


Figura 45 - Standards KPI tree.

4.2.2 Inexistência de um *standard* para criação da KPI *tree*

O processo de criação da KPI *tree* funciona quando é padronizado e conhecido por todos, contudo, observou-se que cada parte envolvida criava a KPI *tree* à sua maneira, utilizando ferramentas variadas como *Microsoft Power Point*, *Excel* e *Visio*. Como consequência, as KPI *trees* produzidas diferiam umas das outras, apresentando gráficos e campos diferentes. Para analisar melhor essa questão, 10 VS *Managers* foram questionados por meio de um inquérito (ver Apêndice 14) sobre as dificuldades que enfrentavam na criação das KPI *tree*. Os resultados constam na Figura 46.

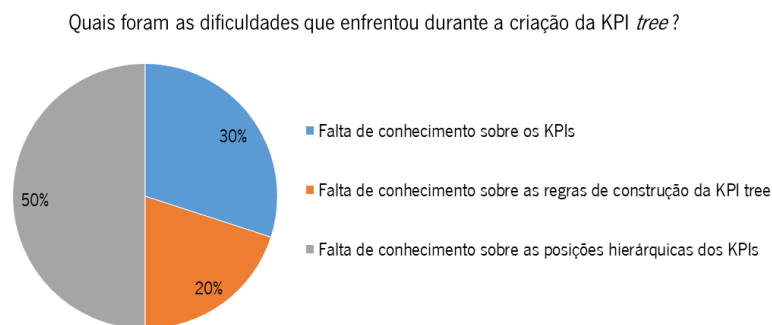


Figura 46 - Respostas dos VS *Managers* relativas às dificuldades na criação da KPI *tree*.

A análise aos resultados revelou que 50% dos VS *Managers* enfrentavam dificuldades em posicionar hierarquicamente os KPIs na árvore. A falta de conhecimento relativamente aos KPIs e sobre regras de construção da KPI *tree* são fatores que levavam a que 30% e 20%, respectivamente, dos VS *Managers* tenham dificuldades na criação das KPI *tree* e conseqüentemente a fornecerem KPI *trees* diferenciadas umas das outras.

4.2.3 Dificuldades de acesso à documentação sobre KPI *tree*

Apesar de não existir muita documentação sobre a KPI *tree*, a que existia, não era de acesso fácil para as partes envolvidas nos *System CIP Projects*. Esses documentos compreendiam geralmente modelos de KPI *trees* da central Bosch para as divisões, listas de KPIs das cadeias de valor e documentos oficiais sobre a composição das KPI *tree* para as áreas Q, C, D e segurança. Esses documentos estavam espalhados nas bases de dados e na rede do grupo Bosch, não existindo um local específico para localização direta dos mesmos na empresa. Esse fator contribuiu também para a dificuldade demonstrada na construção e análise das KPI *tree* durante os *System CIP Projects workshop*. Logo, as dificuldades apontadas no ponto 4.2.2, relativo à falta de conhecimentos sobre os KPIs, sobre regras de construção da KPI *tree* e sobre as respectivas posições hierárquicas, estão também relacionadas à dificuldade de acesso à informação sobre o tema.

4.2.4 Inexistência de base dados para alimentar os KPIs

As KPI *trees*, quando criadas, eram alimentadas manualmente, não existindo fontes criadas especificamente para suportar o fornecimento automático de dados às KPI *trees*. Por essa razão, os dados dos indicadores eram provenientes de origens diversas e de forma isolada, ao invés de uma base única, levando ao atraso na criação e inconsistência dos valores colocados nas KPI *trees*.

4.2.5 Projetos derivados sem recurso à KPI *tree*

Durante o *workshop System CIP*, em que são definidos os projetos CIP, são apresentados os *inputs* para derivação dos mesmos em que a KPI *tree* de cada KPR devia fazer parte. O que se verificava era o que ilustra a Figura 47. A maior parte dos projetos derivados, não apresentavam uma KPI *tree* como forma explicativa da causa raiz dos mesmos. Para os projetos da área *Cost*, como por exemplo produtividade e OEE, apenas eram analisados os KPRs (1. Indicators) individualmente, a seguir eram analisadas as linhas que eventualmente influenciam os KPRs (2. *Target Analysis*), e por último, as árvores de perdas dessas linhas (3. KPI *tree*). Sendo que os projetos estão dentro das áreas Q, C e D, apenas os projetos da área C são suportados pelas árvores de perdas. Estas árvores mostram apenas indicadores abaixo do OEE, não permitindo a visualização dos impactos a nível dos indicadores de resultados (KPRs). Os projetos das áreas Q e D são derivados a partir de indicadores isolados devido a inexistência das KPI *trees* predefinidas para essas áreas. Portanto, constatou-se uma falta de ligação direta entre os KPRs e os *Improvement KPIs*.



Figura 47 - Recursos utilizados como substitutos da KPI *tree* no *System CIP Workshop*.

O problema agrava-se quando esses projetos são atribuídos aos *Project owners* para a sua execução, sendo que para além da explicação do projeto dada pelo *VS Manager* ao *Project owner*, é necessária uma KPI *tree* para clarificação da área de foco do projeto ao longo da sua execução.

Foram questionados 13 *Project owners* sobre uma eventual utilização da *KPI tree*. A análise aos resultados, representados na Figura 48, demonstrou que cerca de 77% dos inquiridos afirmaram que já tinham utilizado. De entre todos os que já utilizaram, 70% alegaram que o fizeram para explicação da causa raiz do projeto e 20% para monitorização dos KPIs do mesmo. Logo a ausência da *KPI tree* desde o início do projeto tem um impacto no seu estudo, prejudicando a identificação das áreas de atuação do projeto.

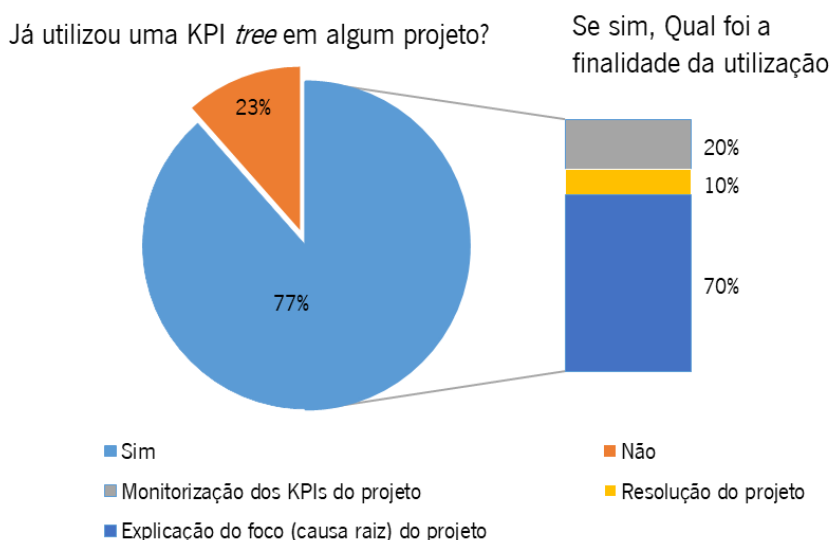


Figura 48 - Respostas dos *Projects owners* relativa à utilização da *KPI tree*.

A definição do projeto com recurso a uma *KPI tree* é um dos requisitos para alcançar o nível 3 *do BPS Assessment* no tópico *System CIP Projects*, logo, o incumprimento deste requisito tem contribuído para a permanência deste tópico no nível inferior.

4.2.6 Longo tempo na análise dos KPIs durante a derivação dos projetos

Como já referido na secção 4.2.5, na fase de análise dos indicadores durante o *Workshop*, é necessário fazer a ligação entre eles em 3 passos, devido à disposição dos mesmos. Neste processo, estima-se que o tempo de análise seria reduzido se houvesse uma *KPI tree* que possibilitasse uma análise estruturada e direta aos indicadores. A Tabela 16 apresenta a estimativa do tempo necessário para derivação dos projetos. Estimam-se 35 minutos (ponto 4, 5 e 6) para a obtenção da documentação e análise dos recursos utilizados como substitutos da *KPI tree*, e 154 minutos para derivar um projeto.

Tabela 16. Estimativa do tempo na derivação dos projetos

Tempo de derivação dos projetos por Value Stream				
Inputs do System CIP	Duração da atividade (min)			Total/Projeto
	Obtenção da documentação	Preparação + Análise	Aprovação	
1. <i>New Improvements</i>	120	15	10	14,5
2. <i>True North</i>	2	15	10	2,7
3. <i>Customer Requirements</i>	5	60	10	7,5
4. <i>KPI tree</i> (exemplos)	30	20	10	6
5. <i>Indicators</i> (KPRs)	60	40	10	11
6. <i>Target Analysis / KPI tree Losses</i> (MOE2+MOE2)	110	60	10	18
7. <i>Inputs from DMM/ VS Projects (Last Revision)</i>	30	30	10	7
8. <i>Concept Projects (Last Revision)</i>	1	30	10	4,1
9. <i>VSM + CIP Flash / Bubble Diagram</i>	240	65	20	32,5
10. <i>BPS Vision</i>	1	30	10	4,1
11. <i>BPS Assessment</i>	1	30	20	5,1
12. <i>BPS + I4.0</i>	90	15	10	11,5
13. <i>Priorization Matrix</i>	Durante o WS	90	60	15
14. <i>System CIP Projects (output)</i>	Durante o WS	90	60	15
Em média são derivados 10 projetos por Value stream		Total (min/projeto)		154

4.2.7 Número reduzido de projetos com *KPI tree*

A *KPI tree* permite estudar a causa raiz de um projeto, proceder ao desdobramento do problema e analisar o impacto entre os indicadores. Contudo, verificou-se a inexistência da *KPI* em vários projetos em execução. Num levantamento feito durante esta análise, constatou-se que 62% dos projetos, entre as fases (*Plan, Do Check e Act*) do ciclo PDCA, não tinham *KPI tree*, Tabela 17. Os restantes 38% tinham as *KPI tree* com os problemas já mencionados nos pontos anteriores, nomeadamente, a falta de *standards*, campos incompletos, e níveis de *KPIs* (*Improvement KPIs, Monitoring KPI e KPRs*) em falta.

Tabela 17 - Levantamento dos projetos com e sem *KPI tree* do ano 2019.

Nº Projetos	39	100%
Nº Projetos Sem <i>KPI Tree</i>	24	62%
Fase <i>Plan</i>	7	29%
Fase <i>Do</i>	5	21%
Fase <i>Check</i>	7	29%
Fase <i>Act</i>	5	21%
Nº projetos com <i>KPI tree</i>	15	38%

Analisou-se este facto junto a 13 *Project owners*, tendo em conta que por vezes lhes são atribuídos, pelos *VS Managers*, projetos sem a ferramenta. Questionou-se quantos deles executaram projetos sem a *KPI tree*, sendo que 69% responderam positivamente, e desses, questionou-se sobre o impacto na execução do projeto (ver Apêndice 13). As respostas constam na Figura 49.

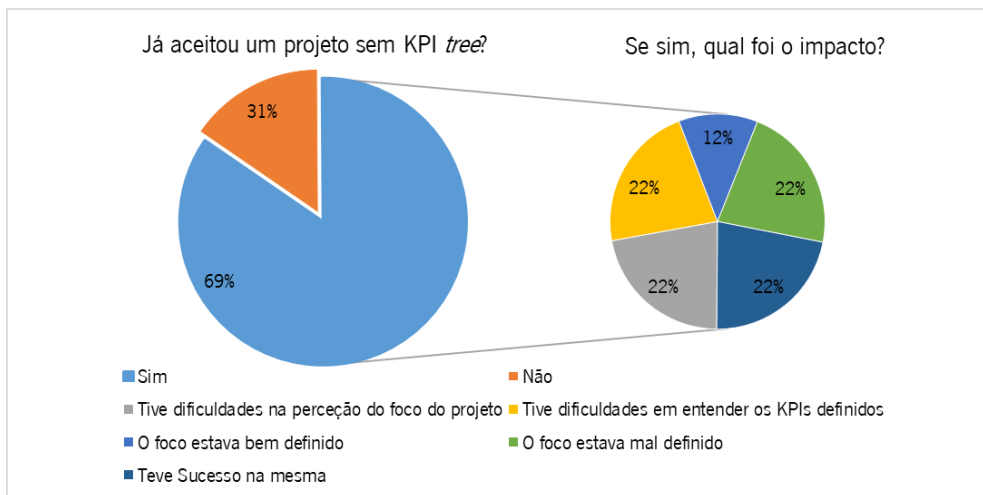


Figura 49 - Respostas dos *Project owners* relativa ao envolvimento da KPI tree nos projetos.

Tendo em conta as respostas obtidas, constatou-se que 66% dos *Project owners* enfrentaram dificuldades durante o seguimento do projeto. Destes 66%, 22% alegaram dificuldades na perceção do foco do projeto, 22% tiveram dificuldades em entender os KPIs definidos para o projeto e 22% defenderam que o projeto estava mal definido. Em contrapartida 12% dos *Project owners* alegaram que tiveram o foco do projeto bem definido, o que pode ser devido ao suporte do *VS Manager*, e 22% alegaram terem tido sucesso no projeto apesar da boa ou má definição no princípio.

Contudo, não existia um *standard* que definisse esses resultados, reforçando, mais uma vez, que a KPI tree tem um impacto significativo na execução do projeto e é preponderante para o sucesso do mesmo.

4.2.8 As KPI trees não simulam resultados dos indicadores

Além da função de visualização, a KPI tree pode ser usada para simular os resultados de um determinado indicador com base na alteração de outros. Esta função serve de grande ajuda quando se pretende estudar os impactos existente entre os indicadores, nomeadamente ajudando a responder à seguinte questão: até que ponto um indicador pode ser alterado sem prejudicar outro? Esta função não foi verificada em nenhuma KPI tree existente, sendo que para que a mesma se verifique, as KPI trees devem estar preparadas com fórmulas para calcular o valor dos indicadores antes de os mostrarem.

4.2.9 Dificuldades na criação e uso da KPI tree

A KPI tree é uma ferramenta recente no contexto *BPS System CIP Approach*, durante a entrevista aos *Project owners*, alguns alegaram conhecer a mesma há aproximadamente um ano, logo o conhecimento que tinham sobre a KPI tree, assim como a frequência de uso era reduzida.

Quando os *Project owners* recebem projetos sem ou com KPI tree incompletas, eles tentam criar, ou dar continuidade à criação para poderem entender melhor o projeto.

A dificuldade deste processo reside na falta de informação, conhecimento, *standards*, orientação e promoção da ferramenta por parte dos *VS Managers* para que eles possam criar, ou dar continuidade, sem nenhuma dificuldade. Contudo, a responsabilidade de, não só criar, mas também, derivar o projeto por intermédio da *KPI tree* é do *VS Manager*. Logo, este deve atribuir o projeto acompanhado da ferramenta. Mas estas tarefas não estão definidas em lado nenhum, ou seja, o *Project owner* não sabe que deve solicitar a ferramenta ao *VS Manager* quando esta está em falta no projeto.

Os *VS Managers*, por sua vez, enfrentam também dificuldades na criação da *KPI tree*, alegando falta de condições necessárias para tal, nomeadamente, falta de conhecimento, formação, ferramenta *standard* e política de fábrica em prol de uma ferramenta geral. Foram questionados 10 *VS Managers* sobre a dificuldades que enfrentavam na criação da *KPI tree* (ver Apêndice 14). A análise as respostas apresentadas na Figura 50, demonstrou que 30% afirmaram ter dificuldades em definir a hierarquia e dependência dos KPIs, isto é, posicionar os KPIs de acordo com os níveis *Improvement KPI*, *Monitoring KPI* e *KPR*. A dependência tem a ver com a constituição do indicador, podendo por exemplo referir-se que no caso do indicador OEE, este é composto pelos fatores qualidade, disponibilidade e performance. Pode verificar-se na Figura 50 que 70% dos respondentes afirmaram não sentir as dificuldades apresentadas, no entanto, enfrentaram problemas com os recursos relacionados à construção da ferramenta em geral, nomeadamente, informação e dados disponíveis.

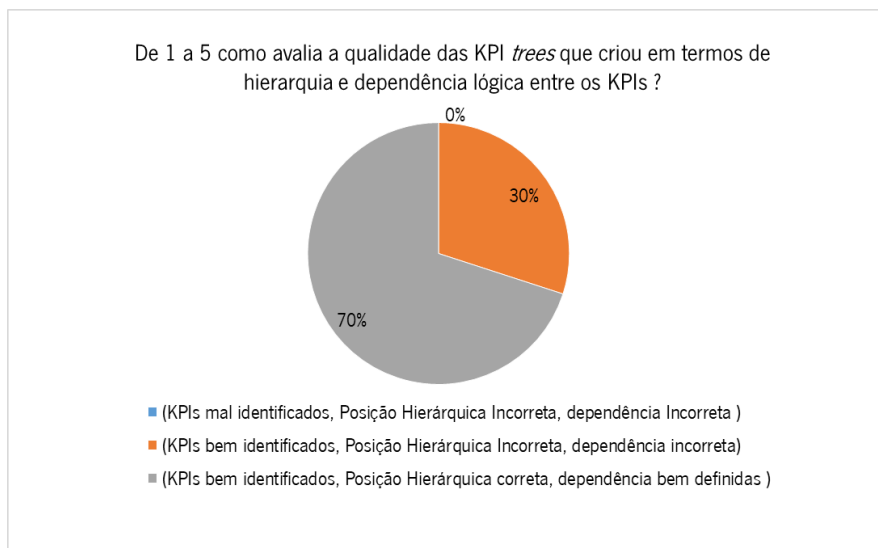


Figura 50 - Respostas dos *VS Managers* relativa à qualidade das *KPI trees* que criavam.

4.3 Síntese dos problemas identificados

Nesta secção consta a síntese dos problemas encontrados durante a análise crítica, Tabela 18. Foi usado a metodologia dos cinco porquês para chegar as causas raiz dos problemas. De uma forma geral, a maior parte dos problemas tem como causa raiz a falta de um programa a nível da organização para fornecer, suportar e formar as entidades envolvidas com meios e ferramentas relacionadas ao tópico *KPI tree*.

Tabela 18 - Síntese dos problemas encontrados na análise crítica da situação atual.

Tabela de análise dos porquês						
Nº	Problema	1ºPorquê	2ºPorquê	3ºPorquê	4ºPorquê	5ºPorquê
1	Diferentes standards visuais para <i>KPI Tree</i> .	Existem gráficos diferentes	Não foi definido um gráfico <i>standard</i>	Não houve estudo do caso		
2	Inexistência de standard para criação da <i>KPI Tree</i> .	Não foi definido um <i>standard</i>	Não existe ferramenta única de criação	Não foi desenvolvida	Não há iniciativa	Não há suporte organizacional
3	Dificuldades de acesso à documentação sobre <i>KPI Tree</i> .	Acessos desconhecidos	Acessos descentralizados	Fontes diversas	Não existe uma base dados	Não foi criada
4	Pouca documentação sobre <i>KPI Tree</i> .	Não foram criadas	Não há iniciativa	Não há suporte organizacional		
5	Inexistência de base dados para alimentar as <i>KPI Trees</i> .	Não foram criadas	Não havia necessidade	<i>KPI Tree</i> não são automáticas	Não é levado em conta esse fator	Requer tempo e <i>know how</i>
6	Projetos derivados sem recurso à <i>KPI Tree</i> .	Não existem <i>KPI Tree</i> para derivação	Não foram criadas	Não existem ferramentas de criação	Não há iniciativa	Não há suporte organizacional
7	Projetos atribuídos aos project owners sem <i>KPI Tree</i> .	Recebem dos VS <i>Manager</i> sem a <i>KPI Tree</i>	Porque não sabem que a devem exigir	Não são informados do procedimento	Não existe <i>standard</i>	Não foi criado
8	Ausência da <i>KPI Tree</i> no seguimento dos projetos.	Não são criadas <i>KPI Trees</i> no início dos projetos	VS <i>Managers</i> não a criam	Não existe ferramenta de criação	Não foi desenvolvida	Não há iniciativa
9	Os VS <i>Managers</i> enfrentam dificuldades na criação da ferramenta.	Falta de conhecimento	Não existe <i>standard</i>	Não foi criado	Não há iniciativa	Não há suporte organizacional
10	Os <i>Project owners</i> têm dificuldades em entender o foco dos projetos.	Não são explicados devidamente	Não existe <i>standard</i>	Não foi criado	Não há iniciativa	Não há suporte organizacional
11	Tempo elevado na análise dos indicadores durante a derivação dos projetos.	Analizam-se vários documentos	Indicadores divididos entre os documentos	Não são reunidos em uma <i>KPI Tree</i>	Não são criadas	Não existe ferramenta única de criação

No processo de análise, estimou-se que apenas 38% dos projetos tinham *KPI tree*, e que estes projetos apresentavam *KPI trees* incompletas e sem *standard* definido. Desta forma, o objetivo foi mudar esse quadro, estabelecendo um objetivo de 70% dos projetos com *KPI trees* bem definidas, padronizadas que permitirá também uma redução no tempo de derivação dos projetos.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria. Estas propostas foram desenvolvidas com base na análise dos porquês dos problemas apresentados na Tabela 18 acima.

Com base nos problemas apresentados, foram feitas propostas de melhoria Tabela 19, que foram implementadas para mudar o quadro da situação atual.

Tabela 19 - Problemas VS Propostas de melhoria.

Nº	Problemas identificados	Proposta de melhoria
1	Diferentes standards visuais para KPI <i>tree</i> .	Criação de novo standard KPI <i>tree</i> .
2	Inexistência de standard para criação da KPI <i>tree</i>	
3	Dificuldades de acesso à documentação sobre KPI <i>tree</i> .	Criação, organização e centralização da documentação sobre KPI <i>tree</i> .
4	Pouca documentação sobre KPI <i>tree</i> .	
5	Inexistência de base dados para alimentar as KPI <i>trees</i> .	Criação de base de dados para KPI <i>tree</i> .
6	Projetos derivados sem recurso à KPI <i>tree</i> .	Mapeamento de processos dos <i>System CIP Projects</i> , foco: KPI <i>tree</i> .
7	Projeto atribuídos aos project owners sem KPI <i>tree</i> .	
8	Ausência da KPI <i>Tree</i> no seguimento dos projetos.	
9	Os VS <i>Managers</i> enfrentam dificuldades na criação da ferramenta.	Fornecimento de novo <i>standard</i> para criação da KPI <i>tree</i> e base de dados dos indicadores.
10	Os <i>Project owners</i> têm dificuldades de entender o foco dos projetos.	Mapeamento de processos dos <i>System CIP Projects</i> , foco: KPI <i>tree</i> .
11	Tempo elevado na análise dos indicadores durante a derivação dos projetos	Fornecimento de novo <i>standard</i> para criação da KPI <i>tree</i> e base de dados dos indicadores.

5.1 Standard para a KPI tree

5.1.1 *Standard* visual da KPI *tree*

Um dos primeiros problemas identificados era o facto de não existir um *standard* visual da KPI *tree* entre os variados projetos. Quando as KPI *trees* são criadas pelos VS *Managers* ou *Project owners*, estas apresentavam visuais diferentes como abordado no ponto 4.2.1. Com base nos diversos gráficos existentes, resolveu-se fazer uma combinação entre eles, e obteve-se o resultado apresentado na Figura 51. Este visual comporta todos os campos de dados essenciais para descrever um indicador. Adicionalmente, foram acrescentadas cores para melhor interpretação do gráfico que serão descritas a seguir.

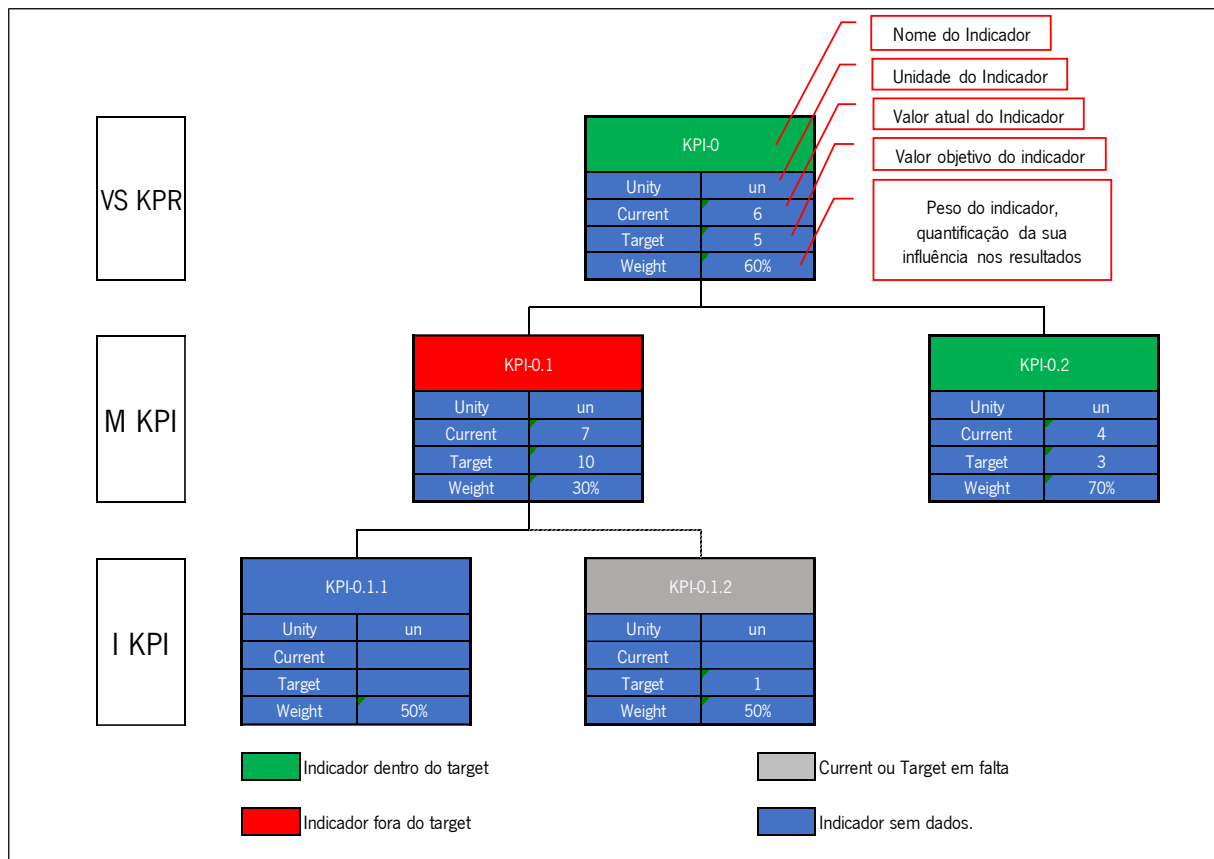


Figura 51 - Standard Gráfico KPI tree.

A Figura 51 apresenta o novo *standard* visual da KPI tree, este mantém a estrutura em árvore que desdobra um indicador de alto nível até aos indicadores de baixo nível. A figura do indicador tem um cabeçalho com o nome do mesmo que varia entre as cores verde, vermelho, cinzento e azul. Quando o indicador está a verde, significa que está dentro do *target*. Se o indicador estiver a vermelho, significa que está fora do *target*. Quando o indicador está a cinzento, significa que um dos dados *Current* ou *Target* está em falta, a comparação entre os dois não pode ser efetuada. Se o indicador estiver a azul, significa que o mesmo está vazio, não contém dados essenciais como *Current* e *Target*. As linhas contínuas do gráfico representam relações matemáticas, enquanto que, as tracejadas representam relações lógicas, dando possibilidade de uma leitura clara do impacto entre os indicadores e os estados (cores) que apresentam.

5.1.2 Ferramenta para criação da KPI tree

A falta de uma ferramenta única para a criação da KPI tree levou ao surgimento de várias KPI trees diferentes. Basicamente, cada VS Manager criava a KPI tree com a ferramenta que achava mais conveniente, não havia um *standard* definido. Ademais, o tempo de criação era longo, e os dados tinham de ser adicionados à mão.

Deste modo, foi desenvolvido um *software*, denominado KPI-TreE Tool, Figura 52, cuja função é gerar uma KPI tree com o *standard* gráfico definido. O *software* foi desenvolvido na linguagem VBA-Visual Basic for Applications do programa Microsoft Office Excel 2016. Este *software* passou a ser utilizado para criar a KPI trees.

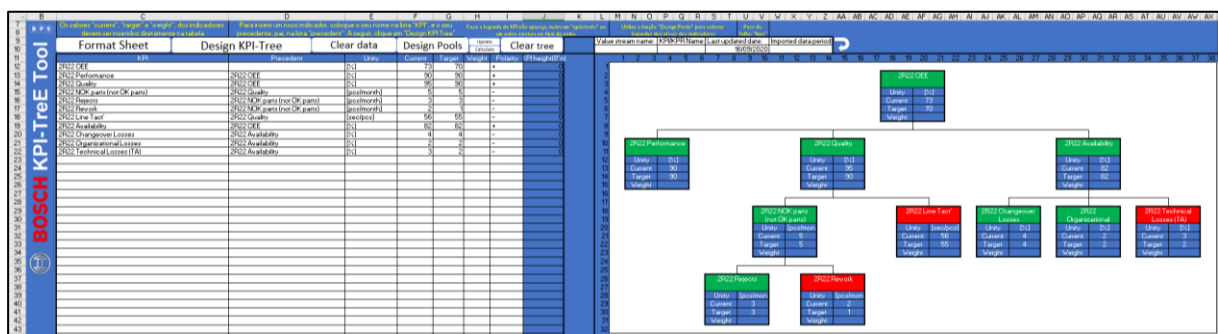


Figura 52 - Software para criar KPI tree.

Com a KPI tree Tool o VS Manager passa a criar a KPI tree de qualquer indicador para posteriormente juntar às restantes ferramentas de derivação de projeto.

- **Funções da ferramenta KPI tree Tool**

Format Sheet: esta função serve para formatar a folha em que é apresentada a KPI tree no caso de alguma informação padrão da folha ser apagada: ex: linhas, régua, cabeçalho da tabela, Figura 53.

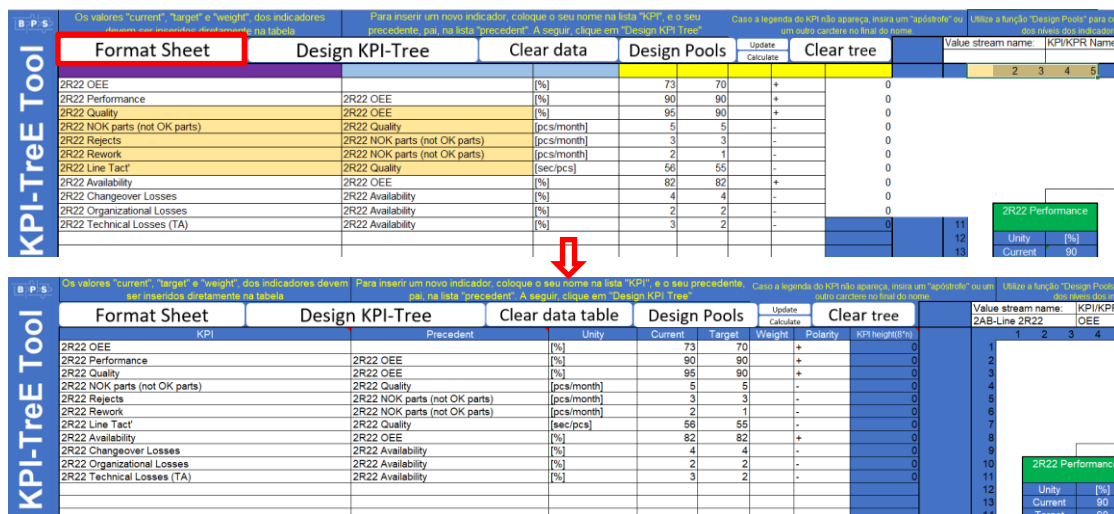


Figura 53 - Função Format Sheet.

Design KPI tree: esta função reúne os dados inseridos na tabela de dados e gera a KPI *tree*. Inserem-se os Indicadores na coluna KPI, os seus precedentes, numa lógica de dependência, na coluna *Precedent*, os dados *Unity*, *Target* e *Weight* nas respetivas colunas. Definem-se as polaridades dos indicadores na coluna *Polarity* e a altura dos mesmos, na coluna KPI *height*, para distingui-los entre os níveis KPR, *Monitoring KPI* e *Improvement KPI*, Figura 54.

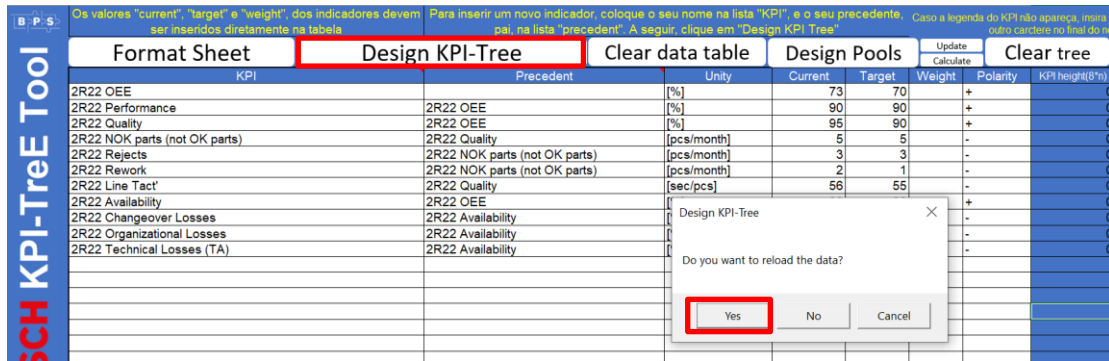


Figura 54 - Função *Design KPI tree*.

Depois da configuração, a KPI *tree* é gerada em conformidade com os dados inseridos na tabela, sejam estes manuais ou automáticos, Figura 55.

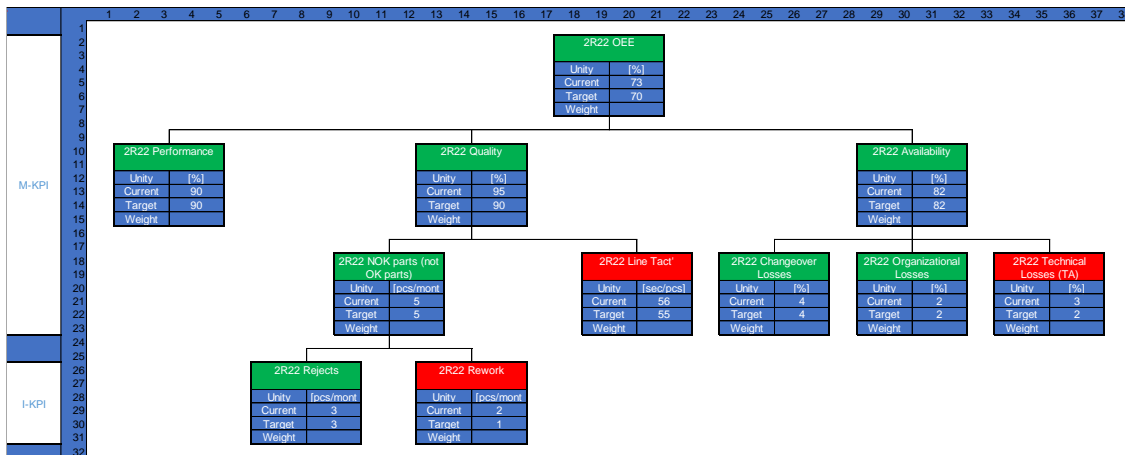


Figura 55 - KPI *tree* desenhada ex: OEE.

Clear data table: esta função serve para limpar os dados na tabela de dados quando se pretende criar outra KPI *tree*.

Design pools: esta função tem como objetivo criar legendas para descrição dos níveis dos indicadores, KPR, M-KPI e I-KPI, caso eles existam. A régua é usada como *input* nesta função. Por meio desta é definido o *range*, isto é, o ponto de início e fim da legenda. Associado a esta função, está a possibilidade de definir a posição do indicador em função do nível a que ele pertence. No caso de ser inserido um novo indicador, o posicionamento destaca-se pelo facto de que cada indicador pode estar no seu devido nível, Figura 56.

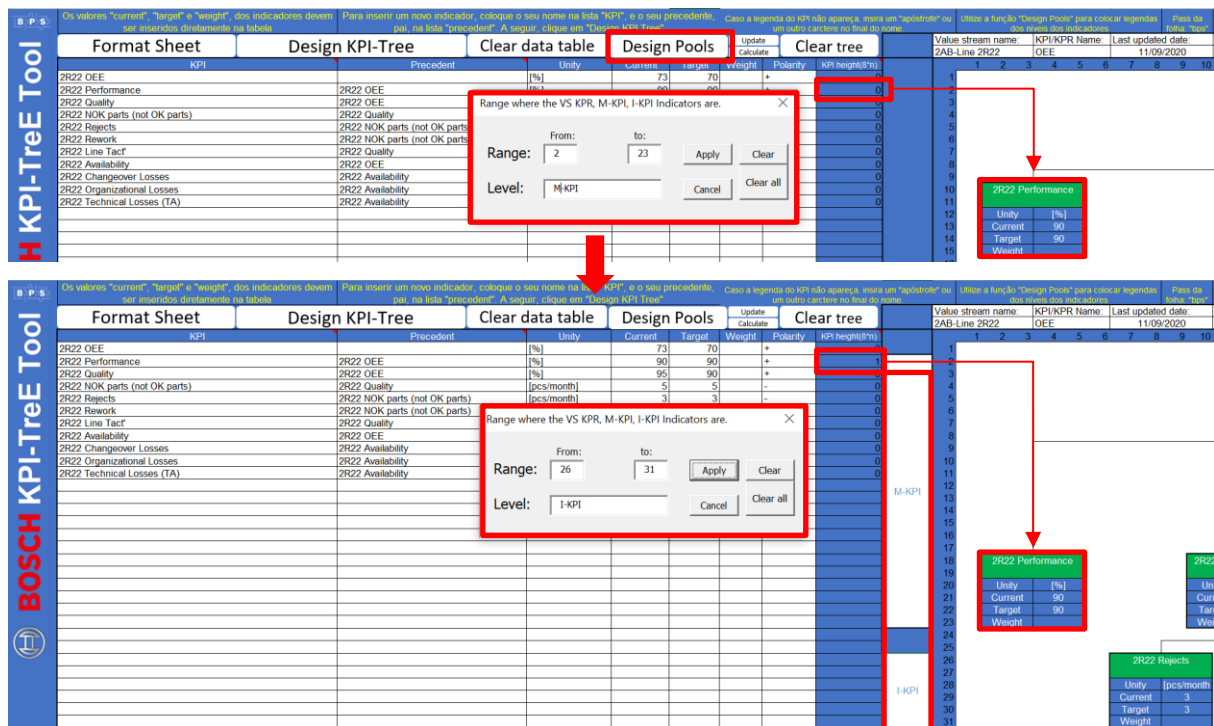


Figura 56 - Função *Design Pools* e KPI *height*.

Update: esta função serve para atualizar os dados de uma KPI *tree* quando esta for ligada diretamente a uma base de dados, permitindo a importação automática dos dados (dispensando a inserção manual).

Calculate: esta função permite calcular, por meio de fórmulas programadas previamente, os valores dos indicadores dos níveis acima, como *Monitoring* KPIs. Permite também fazer uma simulação dos valores destes indicadores quando são feitas alterações manuais aos indicadores de base.

Outras características: a ferramenta pode definir automaticamente a polaridade (orientação dos indicadores em relação ao *target*) dos indicadores com base numa base de dados incorporada. Com base na polaridade definida, manual ou automaticamente, quando a KPI *tree* é criada, a ferramenta indica automaticamente, por meio de cores, se um indicador está ou não fora do *target*.

5.2 Organização e centralização das informações sobre KPI *tree*

Depois do desenvolvimento da ferramenta *standard* para criação da KPI *tree*, surgiu a necessidade de reunir a documentação de suporte para os VS *managers* e *Project owners*, uma vez que estes não tinham acessos fáceis à documentação de suporte para utilizar uma KPI *tree*. Esta documentação consiste essencialmente nas listas para construção das KPI *trees* bases para os 8 KPRs, documento com definições e instruções da KPI *tree* e da KPI-TreE Tool, documento com normas e fórmulas dos indicadores. Foram reunidos todos esses documentos numa pasta de acesso fácil e livre para as entidades envolvidas no processo, Figura 57.

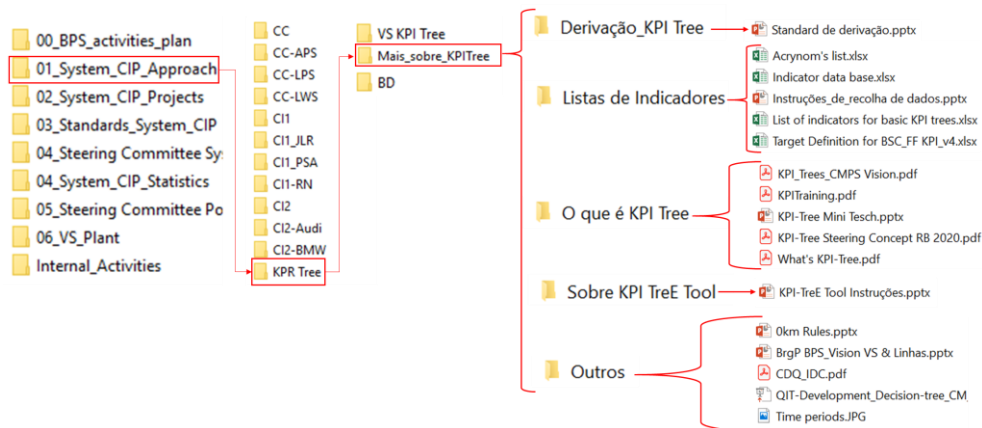


Figura 57- Informações sobre KPIs e KPI tree.

5.2.1 KPI trees para os 8 KPRs

As KPI trees bases para os 8 KPRs foram criadas com base nos modelos *standard* das KPI trees da central Bosch, Anexo 3, apesar das KPI trees destes modelos abrangerem a maior parte dos indicadores, desde os KPRs até aos *Improvement* KPIs, estas KPI trees continham indicadores desnecessários para o contexto atual das cadeias de valor. Além desta questão, foi necessário incluir alguns indicadores atualmente utilizados pelo BPS.

A Figura 58 apresenta uma parte da KPI tree da produtividade, retirada do documento oficial, com a parte necessária destacada a vermelho.

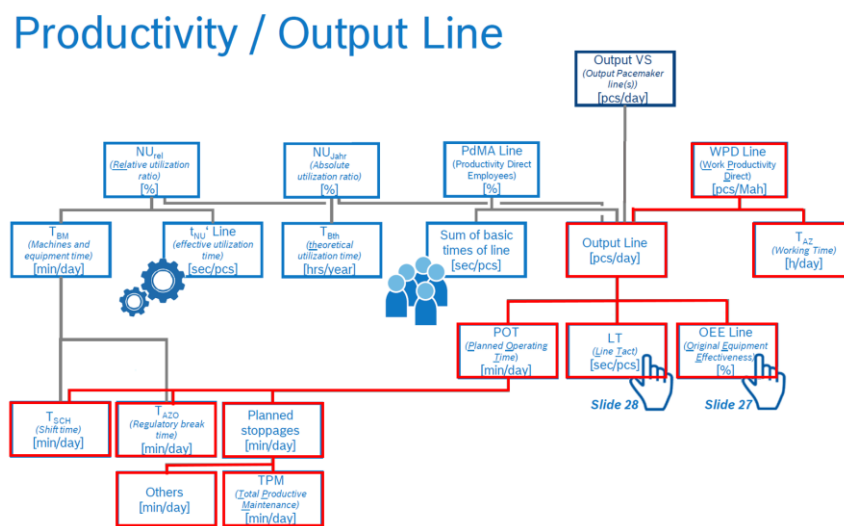


Figura 58 - Destaque à KPI tree da produtividade a ser utilizada.

Para a obtenção das KPI trees bases para os 8 KPRs, foram realizadas 3 sessões com os coordenadores do BPS, para eliminar ou adicionar indicadores dos modelos da KPI tree da central, de forma a alinhá-las de acordo com as necessidades das cadeias de valor.

Na primeira e segunda sessão, Figura 59, imprimiram-se as KPI *trees* por meio da KPI-TreE Tool, e foram eliminados todos indicadores tomados como inutilizáveis pelas cadeias de valor.



Figura 59 - Eliminação dos indicadores, 1º e 2º sessão.

Na terceira sessão, Figura 60, foram confirmados os indicadores do BPS que existiam nas KPI *trees*, e adicionados os indicadores que não existiam de modo a garantir o alinhamento com o sistema.

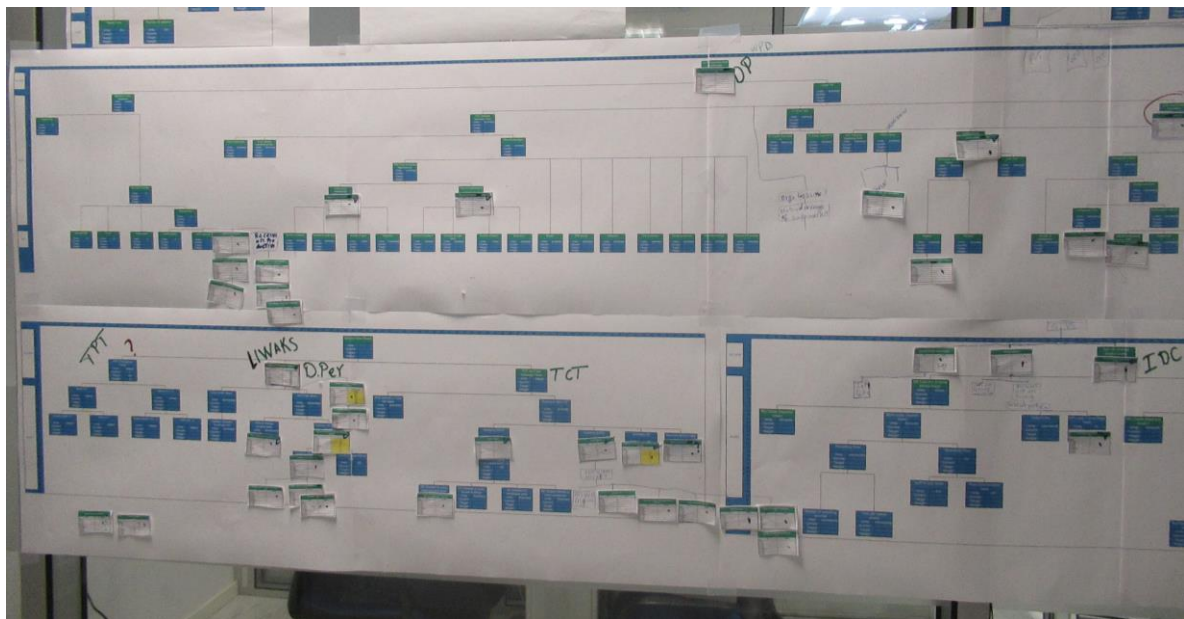


Figura 60 - Confirmação e adição dos indicadores do BPS.

Desta forma, foram criadas as KPI *trees* básicas para os oito KPRs (ver Apêndice 1) flexíveis para adicionar e retirar indicadores conforme as necessidades. A Figura 61 apresenta as KPI *trees* dos 8 KPRs para um determinado *Value Stream*. Estas KPI *trees* foram reunidas em um único documento em *Excel*, com a possibilidade de navegação entre as KPI *trees* e execução do *software* KPI-TreE Tool para qualquer alteração.

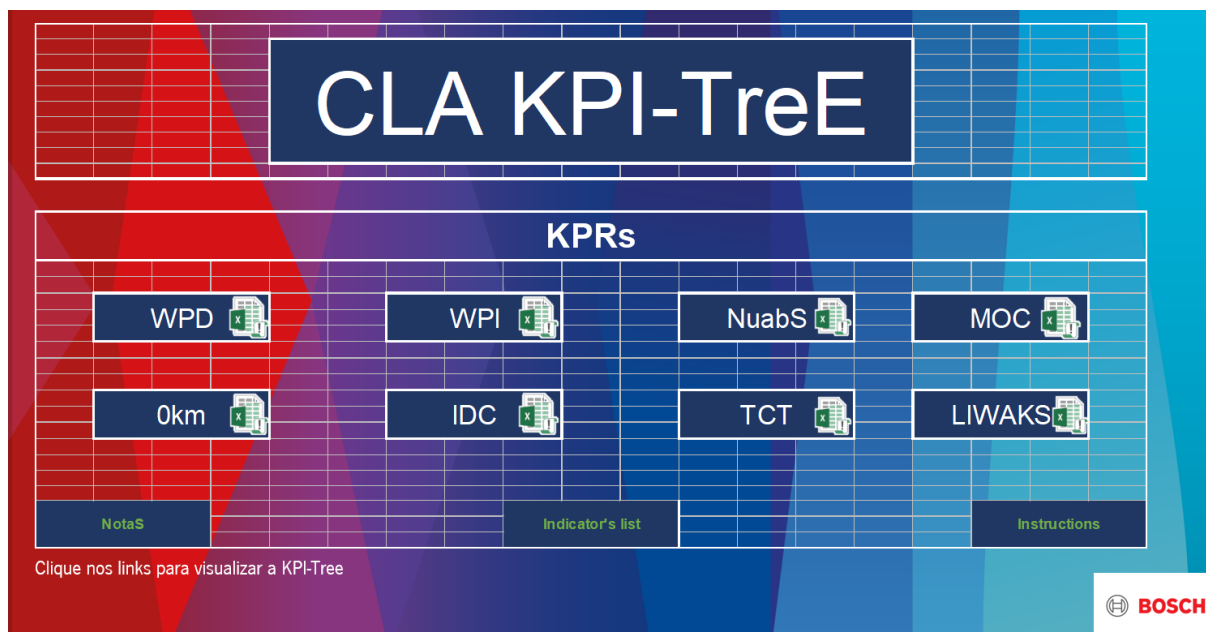


Figura 61 - Exemplo: documento único com as KPI trees do VS CLA.

Deste processo, também resultou um documento (ver Apêndice 4) com as KPI *trees* em forma de listas preparadas para serem inseridas diretamente na ferramenta, para obtenção dos respectivos gráficos. Estas listas são flexíveis para serem alteradas, adicionando ou reduzindo o número de indicadores necessários. A Figura 62 apresenta a lista do indicador KPI OKm.

OKM				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
VS x 0Km		[ppm]	-	VSKPI
Delivered parts to costomer	VS x 0Km	Un	+	MKPI
# B-failures	VS x 0Km	Un	-	MKPI
Supplier (part problem)	# B-failures	Un	-	MKPI
Internal	Supplier (part problem)	Un	-	MKPI
External	Supplier (part problem)	Un	-	MKPI
Dvelopment	# B-failures	Un	-	MKPI
application	Dvelopment	Un	-	MKPI
Software	Dvelopment	Un	-	MKPI
Logistic	# B-failures	Un	-	MKPI
Sales	# B-failures	Un	-	MKPI
others	# B-failures	Un	-	MKPI
Production soldering	# B-failures	Un	-	MKPI
Production assembly	# B-failures	Un	-	MKPI
Line X+1	Production assembly	Un	-	MKPI
Line X+n	Production assembly	Un	-	MKPI
# C-failures (OEM, OES)	VS x 0Km	Un	-	MKPI
# S-failures	VS x 0Km	Un	-	MKPI
# O-failures	VS x 0Km	Un	-	MKPI

Figura 62 - Lista de KPI *tree* base para os 8 KPRs (OKm).

5.2.2 Standard com definições e instruções da KPI tree e da KPI -Tree Tool

Para suportar o uso da ferramenta KPI-TreE Tool, foi desenvolvido um guia de instruções, Figura 63, sobre como criar as KPI trees e usar todas as funções da ferramenta. Esta solução foi necessária para acelerar a familiarização e adaptação dos VS Managers e os Project owners no uso da ferramenta (ver Apêndice 2).

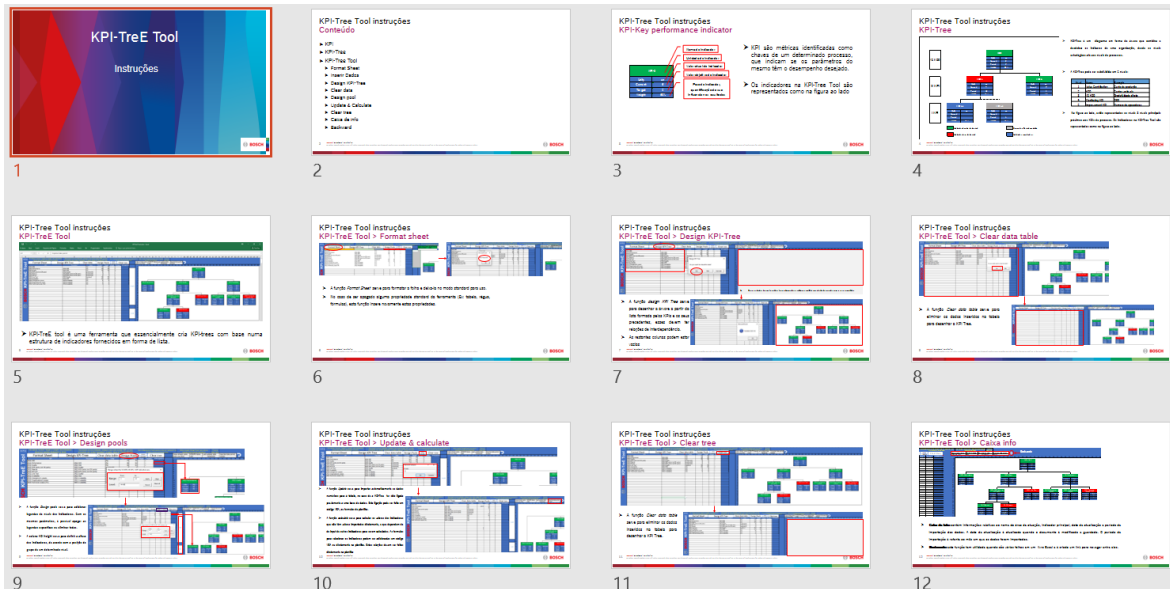


Figura 63 - Instruções para o uso da KPI-TreE Tool.

Adicionalmente, para solucionar o problema da falta de informação e conhecimento sobre a KPI tree, e com objetivo de elucidar as entidades que usam as KPI trees, foram incluídos documentos com matéria sobre KPIs e KPI trees orientadas para as cadeias de valor, Figura 64, estes documentos respondiam questões sobre o que é, para que serve e como construir uma KPI tree (ver Apêndice 3).

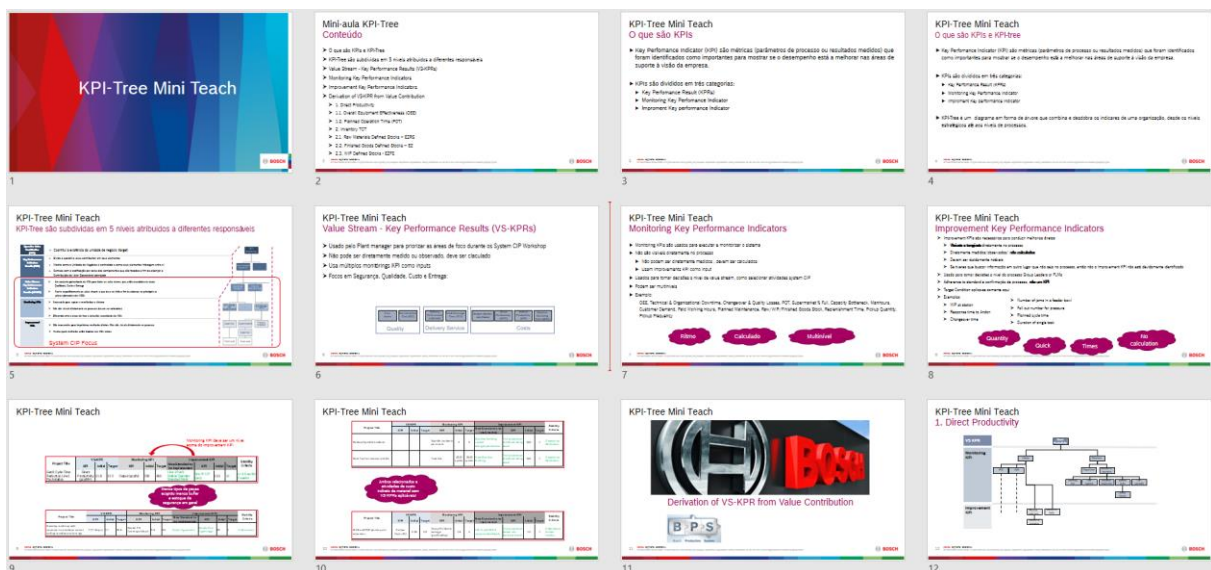


Figura 64 - Documento com instruções e definições sobre KPI e KPI tree.

5.2.3 Lista de indicadores com fórmulas e suas respectivas normas

Durante a construção de uma KPI *tree* é necessário estabelecer as devidas relações entre os indicadores, sejam elas lógicas ou matemáticas. Verificou-se que estas relações não eram estabelecidas principalmente porque não havia documentos que reunissem esse tipo de informação. Assim, foi feito um documento, Figura 65, com as listas dos diversos indicadores das áreas de custo, qualidade e entrega que contém informações relativas às fórmulas de cálculo e às normas em que são baseadas para que durante a criação da KPI-*tree*, seja possível estabelecer as relações entre os indicadores (ver Apêndice 5).

Nome	Unidade	Nível	Depênden	Link	Polaridade	Formula/Norma	Link da norma
OEE Line (Original Equipment Effectiveness)	(%)	MKPI	1	Math	+	N62C 6.3.4 ou =1 - OEE Loss Line/POT	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
POT (Planned Operating Time)	(min/day)	MKPI	1.1	Math	-	=TSCH-TAZO-Planned stoppages	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
OEE Loss Line (Original Equipment Effectiveness)	(min/day)	MKPI	1.2	Math	+	=TA+Perfomance* OL+QL+CL	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Technical Losses (TA)	(min/day)	MKPI	1.2.1	Math	-	=Losses on code level	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Losses on code level	(min/day)	MKPI	1.2.1.1	Math	-	=Duration of failure	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Duration of failure	(min/event)	IKPI	1.2.1.1.1	Math	-	=d1+d2*Time to repair the failure	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Reaction Time Service	(min/event)	IKPI	1.2.1.1.1.1	Math	-	=d1	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Reaction Time Operator	(min/event)	IKPI	1.2.1.1.1.2	Math	-	=d2	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Time to repair the failure	(min/event)	IKPI	1.2.1.1.1.3	Math	-	=Number of failure	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Number of failures	(events/day)	IKPI	1.2.1.1.2	Math	-	=soma(K(i))	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799
Unplanned TPM	(min/event)	IKPI	1.2.1.1.2.1	Math	-	K	https://rb-normen.bosch.com/NormMaster/Welcome.jsp?_nmid_=0.38841775799

Figura 65 - Parte da lista de indicadores com fórmulas.

5.2.4 Aplicação das fórmulas dos indicadores às KPI *trees*

Um dos problemas identificado, foi a falta de interação entre os indicadores, isto porque não existiam fórmulas que estabelecessem essas relações. Desta forma, após a reunião das fórmulas nas listas de KPIs, procedeu-se à programação destas nas KPI *trees* para poder relacionar os indicadores matemática e logicamente. Deste modo, cada folha da KPI *tree* foi programada em *Excel VBA* com as respectivas fórmulas dos KPIs, permitindo assim, calcular o valor dos indicadores essencialmente dependentes de outros, ver exemplo em (ver Apêndice 1). Com este feito, passou a ser possível simular o valor que um determinado indicador deveria ter para influenciar um outro. A Figura 66 apresenta o resultado da simulação do valor da produtividade do *Value Stream*, depois da mudança dos valores de base importados, neste caso correspondente ao número de operadores.

Format Sheet		Clear	Design Pools		ools	
KPI	Unity	Current	Target	Current	Target	
WPI CLA (Work Productivity indirect)	[pcs/Mhr]	5,07	5,2	5,2	5,2	5,2
Indirect Head Count	[Nr]	102	101,696	101,696	101,7	101,696
PPC W	(%)	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4
Number of operator	[Nr]	455,35	454	454	454	454
Output/sales CLA	[pcs]	91065,38	93053,26	93053,26	93053,26	93053,26
Output 3U27	[pcs]	8369,05	8977,71	8977,71	8977,71	8977,71
POT 3U27	(min/day)	453,17	453,17	453,17	453,17	453,17
LT (Line Tact) 3U27	(sec/pcs)	59	55	55	55	55
OEE Line 3U27	(%)	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8
Output 3U48	[pcs]	41349,62	41349,62	41349,62	41349,62	41349,62
POT 3U48	(min/day)	992,48	992,48	992,48	992,48	992,48
LT (Line Tact) 3U48	(sec/pcs)	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
OEE Line 3U48	(%)	92,7	92,7	92,7	92,7	92,7
Output 3U50	[pcs]	904,59	904,59	904,59	904,59	904,59
POT 3U50	(min/day)	418,1	418,1	418,1	418,1	418,1
LT (Line Tact) 3U50	(sec/pcs)	60,4	60,4	60,4	60,4	60,4
OEE Line 3U50	(%)	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6
Output 3U52	[pcs]	40442,12	41821,34	41821,34	41821,34	41821,34
POT 3U52	(min/day)	989,92	989,92	989,92	989,92	989,92
LT (Line Tact) 3U52	(sec/pcs)	26,7	26,7	26,7	26,7	26,7
OEE Line 3U52	(%)	90,9	94	94	94	94

Valores fora do targe, Valores alterados, Valores dentro do target

Figura 66 - Simulação para chegar ao *target* da WPI CLA

5.2.4.1 Relação entre os indicadores

Tornou-se necessário estabelecer relações de interdependência entre os indicadores de desempenho, para que a KPI *tree* pudesse calcular e simular automaticamente os valores dos indicadores dependentes de outros. Os indicadores do BPS relacionam-se de duas formas, por meio de fórmulas matemáticas e por meio de peso (*Weight*), isto é, percentagens que um ou mais indicadores têm sobre outros. Os pesos são razões calculadas com base no impacto que o valor atual de um indicador tem para fazer com que o elemento acima deste atinja o *target* definido. No BPS, a existência dos pesos deve-se à correta seleção do alvo de atuação quando determinado indicador se encontra fora do *target*. Por exemplo, um indicador poder estar fora do *target*, apesar de os elementos abaixo do mesmo estarem todos dentro do *target*. Isto verifica-se também porque os *targets* dos indicadores são definidos de forma independente, ou seja, os *targets* dos indicadores de um nível superior não têm relações definidas com os *targets* dos indicadores de um nível inferior. Por exemplo, quando é definido um novo *target* para a produtividade, que por norma é uma percentagem do valor atual já atingido, os *targets* dos elementos abaixo são definidos sem serem relacionados com o da produtividade. No futuro, se a empresa pretender definir os *targets* acima com base no seus componentes, seria conseguido por meio de inversão das fórmulas dos indicadores visados em relação ao *target* proposto.

5.2.4.2 Demonstração da relação entre os indicadores da produtividade direta (WPD)

Como mencionado no ponto 5.2.3, o BPS tem normas que estabelecem as fórmulas para relacionar os KPIs, estas são demonstradas a seguir com o KPR da produtividade direta.

A produtividade é um indicador da área de custos, usado diariamente pelos *VS managers* para observar a quantidade produzida e os recursos utilizados no sistema, expressa em percentagem (%) ou peças por hora homem (pcs/mhr). No contexto em questão, a produtividade é calculada por linha de produção, que serve de *input* para o cálculo da produtividade por *Value stream*, e este último, para o cálculo da produtividade da fábrica. Nestes cálculos, é importante considerar a variedade de produtos por linha e variedade de linhas por *Value stream*, uma vez que, diferentes produtos podem ter tempos de ciclos diferentes, assim como as linhas, que podem variar em tamanhos, velocidade e tempos de ciclo diferentes.

Tabela 20 - Unidades de alguns indicadores da KPI tree da produtividade

Unidade	Descrição	Unidade	Descrição
pcs/mhr	peças por hora homem	min	minutos
Nr	colaboradores, unidade	event	eventos
h	hora	min/event	minutos por evento
pcs	peças	pcs/event	peças por evento
sec	Segundos	pcs/sec	peças por segundos

Na região de topo da KPI *tree* da produtividade, Figura 67, está a produtividade da linha:

$$WPD = \frac{Output}{N_{pcd} * Working\ hours} [pcs/mhr],$$

- *Output* [pcs] – quantidade de peças produzida,
- N_{pcd} [Nr] – número de colaboradores diretos da linha e
- *Working hours* [h] – período de produção observado.

O número de colaboradores é considerado *Improvement* KPI, sendo que pode ser medido diretamente por meio da observação. Como ilustra a Figura 67 e mencionado anteriormente, a produtividade do *Value stream* pode ser obtida por meio da relação da produtividade das linhas existentes no mesmo. Neste contexto, é feito uma média ponderada (*Weight*) que permite distinguir o impacto de cada linha na produtividade do *Value stream*.

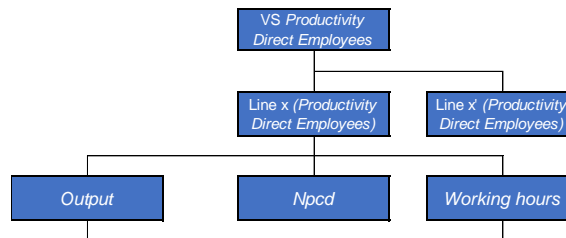


Figura 67 - Produtividade da linha da KPI *tree*

A nível do *Monitoring* KPI está o *Output* da linha, a Figura 68 apresenta a sua ligação:

$$Output = \frac{POT}{LT} * OEE [pcs],$$

- *POT* [min] – tempo planeado de produção,
- *LT* [psc/sec] – tempo de ciclo da linha e
- *OEE* [%] – indicador de eficácia da mesma.

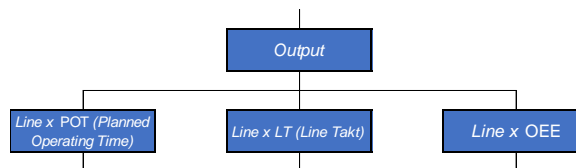


Figura 68 - *Output* da linha

O POT , Figura 69, obtido por:

$$POT = Shift\ time - Legal\ breaks - Planned\ stoppages [min],$$

- *Shift time* [min] – tempo de duração do turno,
- *Leagal breaks* [min] – tempo de pausas legais e o
- *Planned stoppages* [min] – tempo de paragens planeadas.

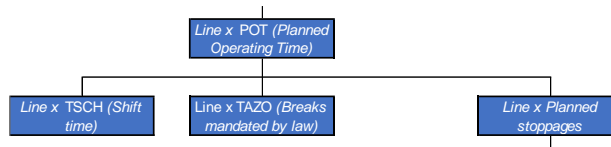


Figura 69 - Estrutura do POT

O *Shift time* e o *Legal breaks* são tempos básicos predefinidos. Enquanto que o tempo de paragem planeada, Figura 70, é obtido por:

$$Planned\ stoppages = TPM + Shift\ change + sample\ production + Planned\ meetings + Planned\ CIP\ activities \quad [min],$$

- *TPM* [min] – tempo de duração da manutenção produtiva,

- *Shift change* [min] – tempo de mudança de turnos,

- *Sample production* [min] – tempo de produção de amostras,

- *Planned meetings* [min] – tempo de reuniões planeadas,

- *Planned CIP activities* [min] – tempo para atividades de melhoria contínua.

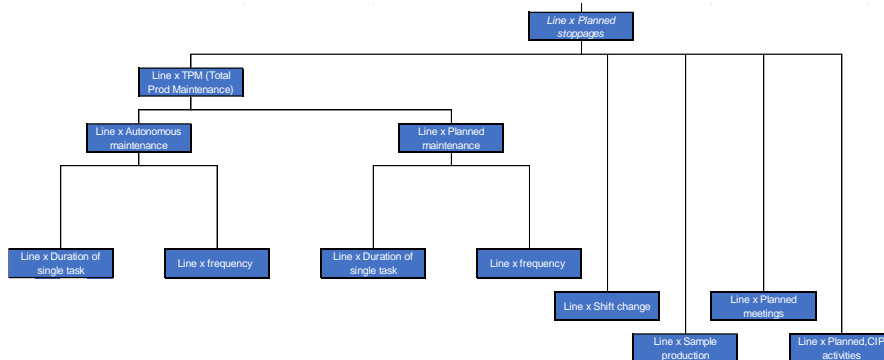


Figura 70 - Estrutura das paragens planeadas

Dentre estes KPIs, apenas o TPM, Figura 70, não é um Improvement KPI, sendo este obtido por :

$$TPM = Autonomous\ maintenance + Planned\ maintenance \quad [min], \text{ em}$$

que a primeira parcela é o tempo de manutenção autónoma e a segunda o tempo de manutenção planeada respetivamente.

O tempo de manutenção autónoma, Figura 70, é dado por:

$$Autonomous\ maintenance = \sum_{i=1}^n Duration\ of\ single\ task_i * Frequency_i \quad [min]$$

- *Duration of single task* [min] – duração da atividade,

- *Frequency* [Nr] – número de vezes em que a atividade é realizada e

- *n* [un] – Número de tarefas a serem realizadas.

O tempo de manutenção planeada, Figura 70, é obtido por:

$$Planned\ maintenance = \sum_{i=1}^n Duration\ of\ single\ task_i * Frequency_i \quad [min].$$

O *Output* também é calculado com o tempo de ciclo, Figura 71, e este é obtido por:

$$LT = \sum_{i=1}^n CT OP_i + CT MAE_i \quad [sec/pcs],$$

- $CT OP_i$ [sec/pcs] – tempo de ciclo de uma operação executada pelo operador e

- $CT MAE_i$ [sec/pcs] – tempo de ciclo de uma operação executada por uma máquina.

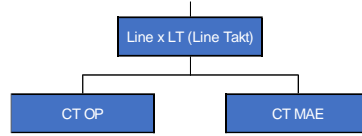


Figura 71 - Estrutura do tempo de ciclo

O *Output* também é calculado com *OEE*, Figura 72, e este é obtido por :

$$OEE = (1 - Performance losses * Quality losses * Availability losses) \quad [\%],$$

- *Performance losses* [%] – perdas de performance da linha,

- *Quality losses* [%] – perda de qualidade da linha e

- *Availability losses* [%] – perdas por disponibilidade.

As perdas de performance, Figura 72, são obtidas por:

$$Performance losses = 1 - \left(\frac{Number\ of\ produced\ parts * PlannLT}{Net\ operation\ time * 3600} \right) * 100 \quad [\%],$$

- *Number of produced parts* [Nr] – quantidade produzida incluindo boas, defeituosas e retrabalhadas,

- *PlannLT* [sec/pcs] – tempo de ciclo planejado e

- *Net operation time* [min] – tempo planejado de operação sem as perdas por disponibilidade (os tempos de paragens, falta de material e colaboradores).

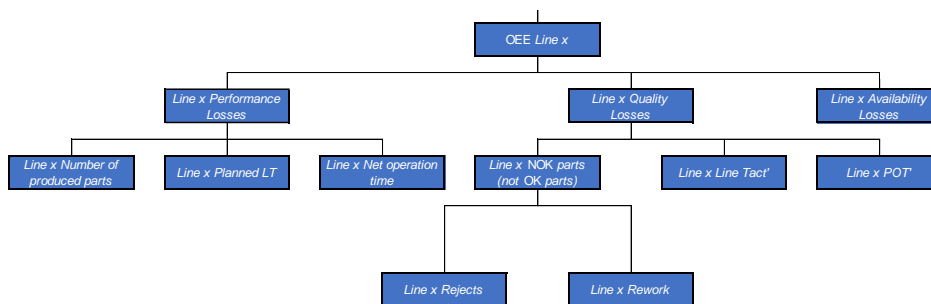


Figura 72 - Estrutura do OEE com perdas de qualidade e disponibilidade

As perdas de qualidade, Figura 72, são obtidas por:

$$Quality losses = \left(\frac{NOK * LT}{POT} \right) * 100 \quad [\%],$$

- *NOK* – quantidade de peças com defeitos,

- *LT* – tempo de ciclo e *POT* – tempo planejado de produção.

Sendo que,

$$NOK = Reject + Rework \text{ [pcs]},$$

- *Rejects* [pcs] – quantidade de peças rejeitadas e
- *Rework* [pcs] – quantidade de peças retrabalhada.

As Perdas de disponibilidade, Figura 73, são obtidas por:

$$Availability \ losses = \left(\frac{CO \ losses + Organizational \ losses + Technical \ losses}{POT} \right) * 100 \text{ [%]},$$

- *CO losses* [min] – perdas durante o *changeover*,
- *Organizational losses* [min] – perdas organizacionais e
- *Technical losses* [min] – perdas técnicas.

As perdas por *Changeovers*, Figura 73, são obtidas por:

$$CO \ losses = Number \ of \ changeover * Changeover \ losses \text{ [min]},$$

- *Number of changeover* [Nr] – número de *changeovers* realizados e
- *Changeover losses* [min] – perdas por *changeover*.

As perdas por cada *changeover*, Figura 73, são obtidas por:

$$Changeover \ losses = (Output \ CO * LT) + Changeover \ time \ internal \text{ [min/event]},$$

- *Output CO* [pcs/event] – quantidade produzida durante o *changeover*,
- *LT* [pcs/sec] – tempo de ciclo e
- *Changeover time internal* [min/event] – tempo de *changeover* interno.

As perdas organizacionais, Figura 73, são obtidas por:

$$Organizational \ losses = Personnel \ missig + raw \ material \ missing + jam \text{ [min]},$$

- *Personel missig* [min] – falta de colaboradores,
- *raw material missing* [min] – falta de matéria prima e
- *jam* [min] – obstrução durante a produção.

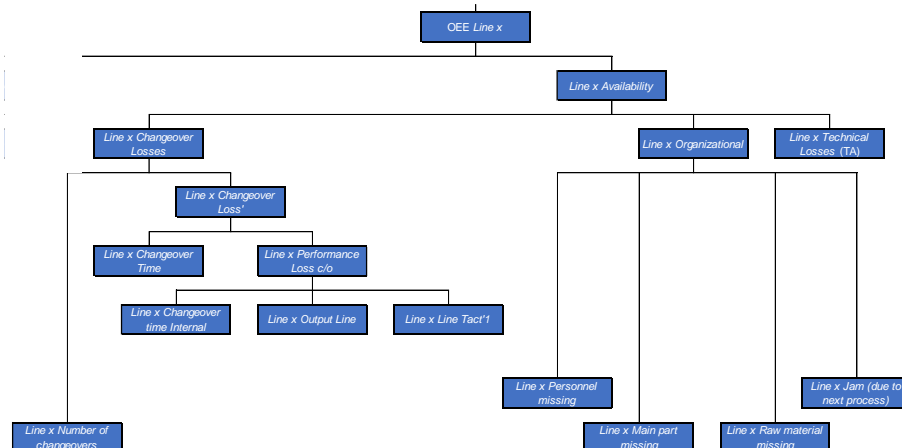


Figura 73 - Estrutura da disponibilidade no OEE

As perdas técnicas, Figura 74 são obtidas por:

$$\text{Technical losses} = \text{Duration of failure} * \text{Number of failure} \quad [\text{min}],$$

- *Duration of failure* [min] – tempo de duração da falha técnica ocorrida e

- *Number of failure* [Nr] – número de ocorrências.

O tempo de duração da falha, Figura 74, é obtido por:

$$\text{Duration of failure} = \text{Reaction time of repair service} +$$

$$\text{Reaction time of operator} + \text{Time to repair the failure} \quad [\text{min}]$$

- *Reaction time of repair service* [min] – tempo de reação do serviço de reparação,

- *Reaction time of operator* [min] – tempo de reação do operador e

- *Time to repair the failure* [min] – tempo de reparação da falha ocorrida.

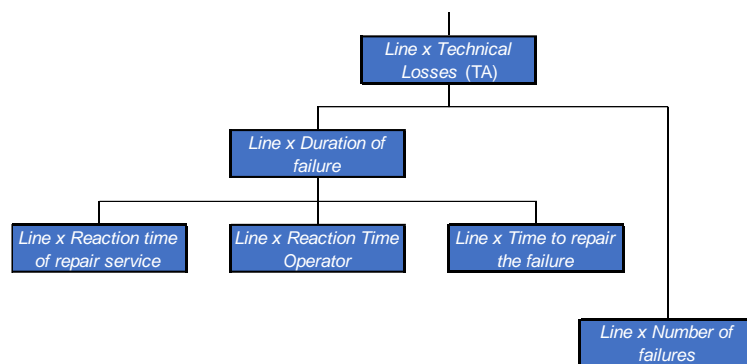


Figura 74 - Estrutura das perdas técnicas no OEE

No cálculo da produtividade entra o período de observação, Figura 75, e este é obtido por:

$$\text{Working hours} = \text{Planned stoppages} + \text{POT} \quad [\text{h}],$$

- *Planned stoppages* [min] – tempo de paragens planeadas,

- *POT* [min] – tempo planeado de produção.

O tempo planeado de produção neste ramo, Figura 75, é desdobrado da seguinte forma:

$$\text{POT} = \text{Order time} + \text{Agreed Break time} + \text{Scheduled maintenance time} \quad [\text{min}],$$

- *Agreed break time* [min] – Tempo de pausa,

- *Order time* [min] – Tempo por encomenda (lote),

- *Scheduled maintenance time* [min] – Tempo Planeado de manutenção.

O tempo por encomenda (lote), Figura 75, é obtido por:

$$\text{Order time} = \text{Execution time} + \text{Setup time} \quad [\text{min}],$$

- *Execution time* [sec] – Tempo de execução por unidade (tempo de ciclo),

- *Setup time* [min] – Tempo de preparação.

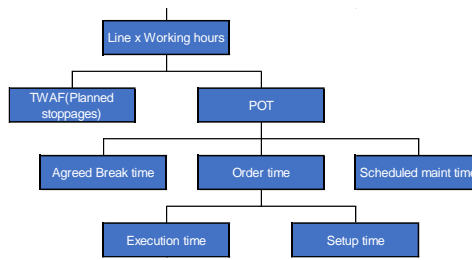


Figura 75 - Estrutura do tempo de observação

O tempo de execução por unidade (tempo de ciclo), Figura 76, é obtido por:

$$Execution\ time = Basic\ time + Allowance\ time \ [sec],$$

- *Basic time* [sec] – tempo básico de uma operação de é obtido por,
- *Allowance time* [sec] – Tempo permitido para eventuais interrupções.

O tempo básico de uma operação, Figura 76, é obtido por:

$$Basic\ time = Activity\ time + Waiting\ time \ [sec],$$

- *Activity time* [sec] – Tempo de execução de uma operação,
- *Waiting time* [sec] – Tempo de espera entre operações.

O tempo de execução de uma operação, Figura 76, é obtido por:

$$Activity\ time = influenciabile\ time + non\ influenciabile \ [sec],$$

- *influenciabile time* [sec] – Tempo impactam a produto,
- *non influenciabile time* [sec] – Tempo que não impactam o produto.

O tempo permitido para eventuais interrupções, Figura 76 é obtido por:

$$Allowance\ time = Thechinal\ time + Personal \ [sec],$$

- *Thechinal* [sec] – Interrupções devido à, situações técnicas,
- *Personal* [sec] – Interrupções devido á situações pessoais.

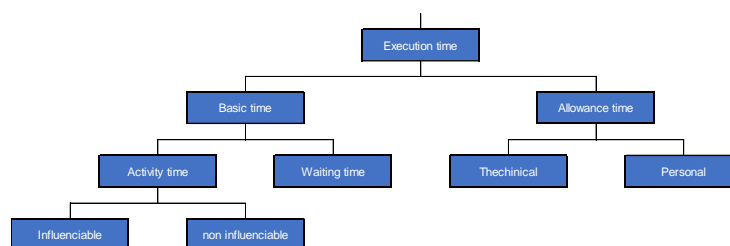


Figura 76 - Estrutura do tempo de execução (tempo de ciclo)

No Apêndice 16, consta árvore resultante da reunião dos ramos apresentados acima, e uma tabela que apresenta as formulas descritas, ordenadas de acordo com o nível e posições que os respectivos indicadores devem tomar na KPI tree. É importante referir também, que os *Improvements* KPIs podem ser decompostos, ou ainda serem adicionados novos, na medida que for necessário, não sendo limitando ao número já existente, principalmente quando surge a necessidade de representar uma nova operação.

5.3 Criação de base de dados para as KPI trees

Um dos problemas identificados, era ausência de bases de dados para as KPI trees, isto é, bases de dados com valores dos indicadores medidos e atualizados para que as KPI trees os reportassem automaticamente, ao invés destas serem preenchidas manualmente. Deste modo, fez-se um levantamento das bases de dados existentes para os diferentes KPRs, que serviriam para ligar às KPI trees. E constatou-se que os KPRs Nuabs, LIWAKS, TCT e MOC tinham bases de dados já construídas e atualizadas mensalmente. Deste modo, as bases de dados citadas acima foram utilizadas para ligar às KPI trees e foram criadas novas bases de dados para os restantes KPRs.

5.3.1 Base de dados criadas e adaptadas

Procedeu-se à criação das bases de dados para os KPRs OKm, IDC, Produtividade direta WPD e Produtividade indireta WPI, que serão atualizadas mensalmente como as outras já existentes. A estes documentos, o processo de desenvolvimento passou por criar os respetivos ficheiros em *Excel*, organizá-los e formatá-los de forma a facilitar a leitura por parte da KPI tree (ver Apêndice 7). A Figura 77 apresenta o exemplo da base de dados Okm do *Value Stream* CLA para serem reportados mensalmente.

VS	BOSC	Down	31 jan/20	29 fev/20	31 mar/20	30 abr/20	31 mai/20	30 jun/20	31 jul/20	30 ago/20	31 set/20	30 out/20	31 nov/20	30 dez/20	31 jan/21	YTD
CLA			24	22	44	18	20	26	38	9	0	0	0	0	0	201
D. quantity			117210	116819	90030	55433	56872	113104	91846	641314	0	0	0	0	0	1282628
Okm			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B		13	15	32	12	5	15	16	1	0	0	0	0	0	109
		Development	2	4	25	4	0	12	8	0	0	0	0	0	0	55
		Application	1	0	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
		Software	1	4	1	0	0	12	8	0	0	0	0	0	0	26
		Supplier	8	9	5	6	5	3	7	0	0	0	0	0	0	43
		External	8	9	5	6	5	3	7	0	0	0	0	0	0	43
		Internal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Logistic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
		Production soldering	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
																0
		Production assembly	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		3U27														0
		3U48														0
		3U50														0
		3u52														0
	C		2	1	2	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	10
	S		5	3	3	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	18
	O		4	3	7	5	14	4	19	8	0	0	0	0	0	64

Figura 77 - Exemplo: Base de dados Okm para VS CLA.

Adicionalmente, foi criado um documento *standard*, Figura 78, com instruções de como obter os valores para as bases de dados, de forma a facilitar a coleta e o cálculo dos dados para as bases de dados criadas (ver Apêndice 8). Contudo, algumas bases de dados são preenchidas automaticamente, sendo que estas estão ligadas a outras existentes na fábrica.

The screenshot displays a software interface for configuring a dynamic table. On the left, under 'Base de dados Okm', the document is identified as 'DPG'. A 'Drill down and filter' section lists various filters with checkmarks, including 'Not_in cust_Statistic', 'Complaint mode', and 'ProductGoup'. The 'Campos da Tabela Dinâmica' section allows for selecting fields from a list, with 'Complaint_Mode' and 'not_in_Cust_Statistic' selected. A data table is shown on the right, and a watermark 'Then copy to Okm report_L_for_KPItree' is overlaid on the interface.

Figura 78 - Standard para coleta de dados para base de dados Okm.

5.3.2 Ligação das KPI trees às bases de dados

Para tornar o uso das KPI tree mais eficiente, e colmatar a dificuldade dos VS Managers e Project Owner na obtenção de dados para as KPI trees de uma maneira rápida e eficiente, as KPI trees foram ligadas diretamente às bases de dados, permitindo uma busca de dados numa ordem mensal em conformidade com os dados disponíveis. Cada KPR foi ligado à sua respectiva base de dados, permitindo o carregamento apenas dos valores da KPI tree aberta e do Value Stream de referência. As ligações foram estabelecidas por meio de código VBA Excel, permitindo assim um processamento rápido da operação. Ver exemplo do código de recolha em (ver Apêndice 6).

5.4 Mapeamento dos System CIP Projects, foco: KPI tree

Um dos problemas identificados, tem a ver com o cumprimento dos papéis que cada interveniente do System CIP Project devia adotar, nomeadamente, VS Manager e Project owner. Constatou-se que os VS Managers entregavam projetos sem KPI tree aos Project owners, e estes por sua vez não solicitavam o documento, que eventualmente poderia contribuir para um melhor entendimento do projeto. Portanto, foi proposto um mapa de processos com foco na KPI tree, na linguagem de modelação BPMN (Business Process Model and Notation), representada na Figura 79, que descreve como estas duas entidades devem proceder durante o ciclo System CIP Project relativamente à KPI tree. Uma matriz de responsabilidades, Tabela 21, foi desenvolvida para reiterar o papel de cada entidade.

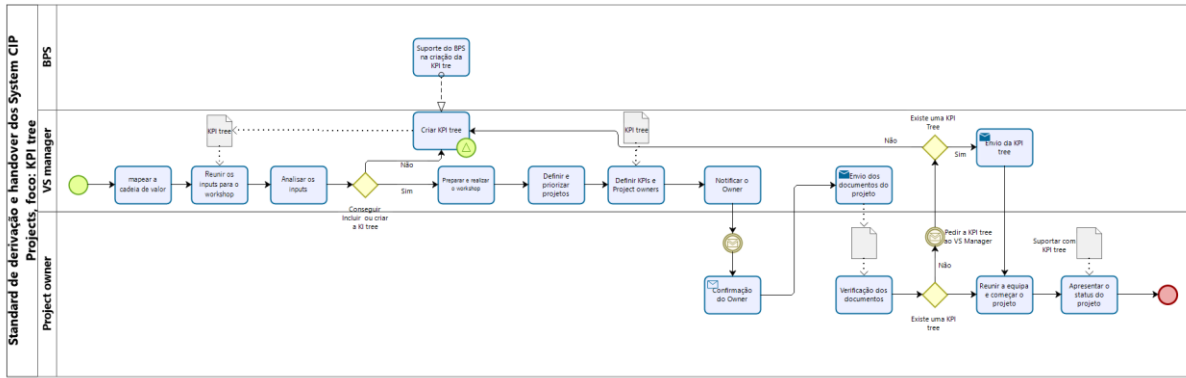


Figura 79 - Standard de derivação, foco: KPI tree.

• **Matriz de responsabilidades**

Na Tabela 21 constam as atribuições dos papéis que cada entidade envolvida no *System CIP Project* deve tomar para que o fluxo de informação e de recursos desde a derivação até a entrega do projeto ao *Project owner* seja bem conduzido.

Tabela 21 - Matriz de responsabilidades.

System CIP Projects, foco: KPI tree				
R: Responsável A: Aprova S: Suporta	I: Informar C: Cooperação	VS Manager	Project Owner	BPS
Garantir a KPI tree		R	I	S
Derivação do projeto		R	I	S
Suporte com a KPI tree		C	I	R
Execução do projeto		S	R	C

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, realiza-se a discussão e análise dos resultados obtidos e estimados após a implementação das propostas de melhoria apresentadas no Capítulo 5. As propostas foram implementadas até à terceira revisão do ano 2020, em que os projetos foram derivados, e por essa razão algumas propostas implementadas não apresentaram ainda resultados, sendo que, estes apenas serão visíveis durante a execução dos projetos que vão decorrer até à primeira revisão do *System CIP Approach* do ano 2021. Foram realizados inquéritos para analisar a satisfação das partes envolvidas nomeadamente, *Project owners* e *VS Managers*, relativa a algumas melhorias implementadas. Estes inquéritos são compostos por três perguntas, a primeira como forma de introduzir o tema a ser abordado e a segunda de escolha múltipla, com o propósito de avaliar o grau de concordância relativamente às afirmações colocadas. A escala varia desde (1) discordo plenamente a (4) concordo plenamente. Por fim surge uma resposta aberta, para o inquirido emitir algum comentário que seja relevante.

6.1 Novo *standard* visual da KPI tree

O novo *standard* visual da KPI tree foi proposto para colmatar o problema relacionado com a falta de um *standard* visual para as KPI trees existentes nos projetos. Este *standard* permitiu aos utilizadores da ferramenta fazer uma leitura clara dos indicadores de desempenho que a mesma apresenta. Devido ao formato adotado, é possível visualizar o valor atual, objetivo, peso e a unidade do indicador. Ademais, o novo *standard* permite por meio de cores definidas, fazer a distinção entre um indicador fora ou dentro do *target*, como também a existência ou não, de dados nos indicadores, para uma análise visual, crítica e eficiente.

Foi conduzido um inquérito de satisfação a 10 *VS Managers* e 13 *Project owners* (ver Apêndice 9). A análise às repostas do inquérito demonstrou que, na primeira questão todos os inquiridos concordaram que a implementação do novo *standard* visual trouxe vantagens.

Na Figura 80 consta o resultado das respostas à segunda questão, relativa às características do *standard*. Os inquiridos concordaram que o *standard* visual ajuda na leitura, que é perceptível a distinção entre os diferentes dados do KPI, é perceptível a distinção entre os indicadores e os estados que eles apresentam. Os inquiridos, sentiram-se confortáveis com o *standard*, e concordaram que os indicadores têm campos de dados suficientes. Entretanto, este último fator, teve menor valor de concordância porque os alguns inquiridos alegaram que os indicadores deviam ter apenas de 3 a 4 campos de dados (*Name, Current e Target*), ou (*Name, Current, Target e Unity*), o que é uma sugestão aceitável para uma visualização mais objetiva.

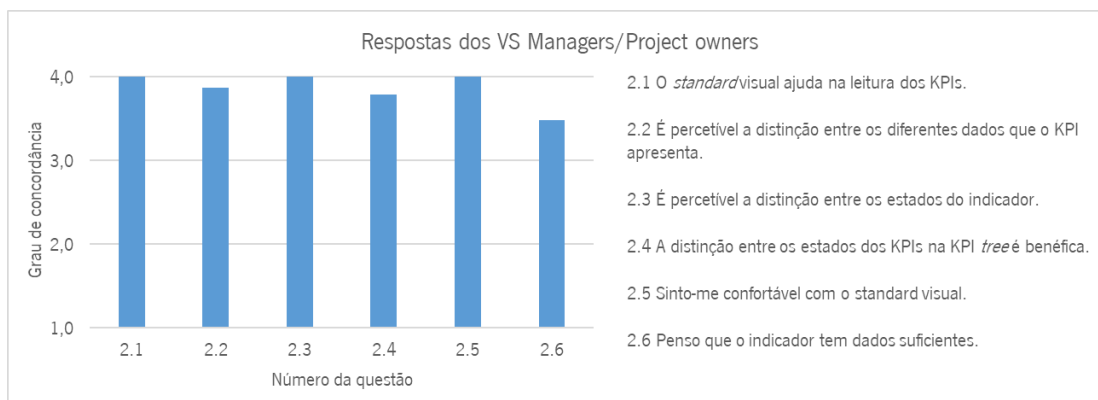


Figura 80 - Respostas relativas à satisfação com o standard visual

6.2 Ferramenta de criação das KPI trees: KPI TreE Tool

A KPI TreE tool foi proposta para resolver questões que tanto os VS *Managers* como os *Project owners* enfrentavam, que tem que ver com a criação das *KPI trees* para os projetos, estes não tinham uma ferramenta *standard* que os facilitasse na criação das *KPI trees*. KPI-TreE Tool permitiu às pessoas envolvidas criar uma *KPI Tree* independentemente do KPR associado, com flexibilidade, agregando funções que facilitam a leitura e o manuseamento das *KPI trees*. Por meio desta ferramenta foi possível criar *KPI tree* dos oito KPRs para os *System CIP Projects* de uma maneira rápida e eficiente, com dispensa a formatações adicionais e com adição do novo *standard* visual.

Foi conduzido um inquérito de satisfação a 10 VS *Managers* e 13 *Project owners* (ver Apêndice 10). A análise às repostas do inquérito demonstrou que, na primeira questão todos inquiridos concordaram que a implementação da KPI TreE tool como ferramenta para criar *KPI trees* trouxe vantagens.

Na Figura 81 consta o resultado das respostas à segunda questão, relativa às características e funcionalidades da ferramenta. Os inquiridos concordaram que é fácil criar uma *KPI tree* com a mesma, considerando que em geral a ferramenta é intuitiva e de fácil utilização apresentando funções suficientes, sendo também rápida na obtenção e atualização dos dados e que é benéfica para os *System CIP Projects*.

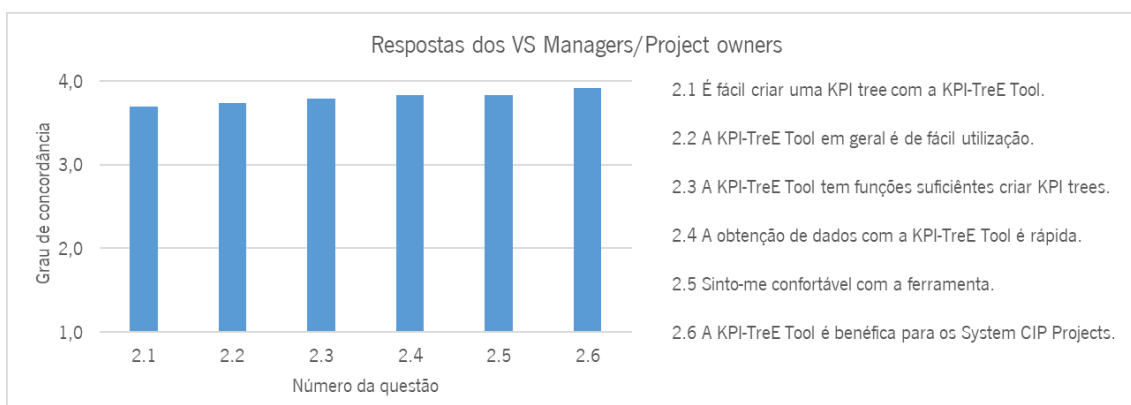


Figura 81 - Respostas relativas à satisfação com a KPI-TreE Tool

6.3 Uso da KPI *tree* na terceira revisão dos *System CIP Projects* 2020

Durante a terceira revisão dos *System CIP Projects* realizada em setembro de 2020, deu-se a oportunidade de aplicar as KPI *trees* dos oito KPRs para definição dos projetos de melhoria contínua. Desta forma analisaram-se os impactos desta ferramenta nesta primeira fase do *System CIP Approach*.

6.3.1 Derivação dos Projetos com recurso à KPI *tree*

A derivação de projetos sem KPI *tree* foi um dos problemas identificados no ponto 4, para colmatar essa questão, foram criadas as KPI *trees* para os oito KPRs. Durante o *workshop*, os VS *Managers* analisaram os *inputs* para derivação dos projetos em que as KPI *trees* dos oito KPRs estiveram incluídas. A Figura 82 apresenta dois momentos da terceira revisão do *System CIP workshop*, a) análise da KPI *tree* dos Nuabs (taxa de utilização dos equipamentos), para o *Value Stream* 1, b) análise da KPI *tree* do LIWAKS (performance de entrega), para o *Value Stream* 2

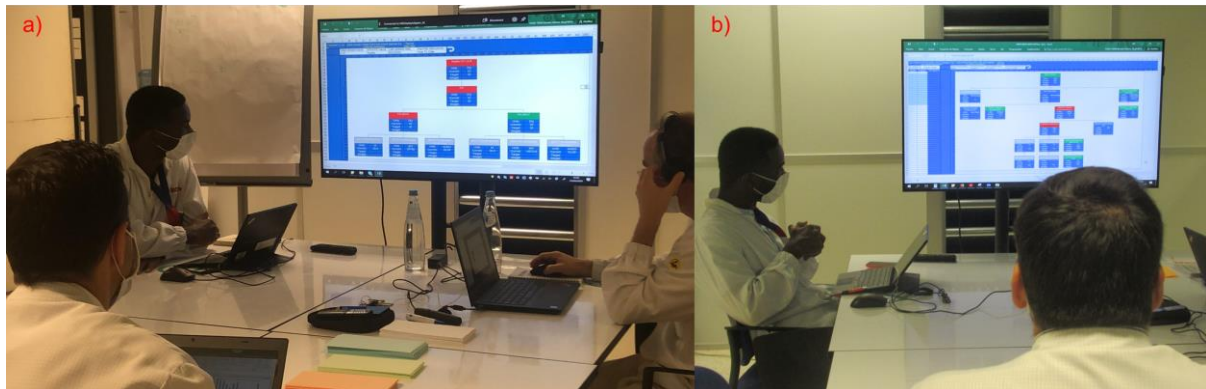


Figura 82 - Análise das KPI *trees* a) Nuabs e b) LIWAKS.

Com a inclusão das KPI *trees* no processo de derivação de projetos, foi possível cumprir com a diretiva do *BPS Assessment* relativamente à definição dos *System CIP Projects*. Neste, que é exigido uma KPI *tree* para fundamentar o porquê do projeto. Com esta melhoria, o BPS passa para o nível três de maturidade do ponto “*Definition of System CIP Projects*” Tabela 22.

Tabela 22 - *BPS Assessment* tópico *System CIP Projects*, definição dos projetos.

Topic	Assessment	Nível			
		1 BPS Essentials	2 Standards	3 Standards	4 Standards
System CIP projects and Point CIP	Concept	Definition of System CIP projects: >Every System CIP project has defined monitoring KPI targets.	Definition of System CIP projects: >Derivation of the project targets down to Monitoring KPI level has been done. >Effect on result, value stream KPI is clearly visible (e.g. with the help of a KPI Tree).	Definition of System CIP projects: >Derivation of the project targets down to Improvement KPI level has been done. >KPI Tree from value stream KPR down to Improvement KPI >There exists a standardized Lessons Learned Process for System CIP projects.	Definition of System CIP projects: >All of the improvement projects (RPP or similar) are derived out of System CIP and described as System CIP projects.
	Execution	//	//	//	//

6.3.2 Redução do tempo na derivação dos projetos

O tempo de derivação dos projetos também foi um dos problemas identificados durante a análise da situação atual. Constatou-se que os *VS Managers* levavam em média, 154 minutos para derivar um projeto. Destes 154 minutos, 35 eram dedicados a análise dos KPIs e KPI *trees* existentes Tabela 23.

Tabela 23 - Tempo na derivação dos projetos sem a KPI-TreE Tool.

Tempo na derivação dos projetos por <i>Value Stream</i>				
Inputs do System CIP	Duração da atividade (min)			Total/Projeto
	Obtenção da documentação	Preparação + Análise	Aprovação	
1. + 2. + 3.	127	90	30	24,7
4. <i>KPI Tree</i> (exemplos)	30	20	10	6
5. Indicators (KPRs)	60	40	10	11
6. Target Analysis/ <i>KPI Tree</i> Losses (MOE2+MOE2)	110	60	10	18
7. + 8. + 9. +10. + 11. + 12. +13. + 14.	363	380	200	94,3
Em média são derivados 10 projetos por <i>Value stream</i>		Total (min/projeto)		154

É de salientar que na análise da situação atual foram identificados *inputs* do *System CIP*, que não são o foco a ser estudado. Por este motivo, na tabela 21 apenas estão descritos os *inputs* relevantes para este projeto.

Com a implementação da KPI TreE Tool, o tempo de análise dos KPIs foi reduzido de 35 minutos para 7 minutos por projeto, Tabela 24, traduzindo-se numa redução de 80% do tempo despendido, tendo sido reduzidas, de três fases de análise para apenas uma. A redução de 80% do tempo de análise dos KPIs deu-se devido ao facto de os *VS Managers* terem à disposição os dados de forma automática, à um clique de atualização na KPI TreE Tool, que por sua vez reúne as KPI *trees* para os 8 KPRs necessários para definir projetos. Deste modo, o tempo de derivação de um projeto passou de 154 minutos para 126 minutos, uma redução de 18%.

Tabela 24 - Tempo na derivação dos projetos com a KPI-TreE Tool.

Tempo na derivação dos projetos por <i>Value Stream</i>				
Inputs do System CIP	Duração da atividade (min)			Total/Projeto
	Obtenção da documentação	Preparação + Análise	Aprovação	
1. + 2. + 3.	127	90	30	24,7
4. <i>KPI Tree</i>	10	50	10	7
5. + 6. + 7. + 8. + 9. + 10. + 12.	363	380	200	94,3
Em média são derivados 10 projetos por <i>Value stream</i>		Total (min/projeto)		126

Além da redução do tempo de derivação dos projetos, é expectável, apesar de não ter sido estimado, um impacto no tempo de execução dos projetos, uma vez que devido à má definição do foco dos projetos, há um aumento no tempo previsto para execução do mesmo, sendo que estes têm de ser redefinidos. Deste modo, com as KPI *trees* disponíveis, a probabilidade de erro na definição do foco dos projetos é reduzida, e consequentemente o tempo previsto para execução dos mesmos.

6.3.3 Aumento do número de projetos com KPI *tree*

Um dos problemas identificado no ponto 4, era o número reduzido de projetos sem KPI *tree*, que levava a dificuldades no estudo da causa raiz dos projetos e na análise de impactos entre os indicadores que são abrangidos pelos projetos. Estimaram 38% dos projetos com KPI *tree*. Entretanto, estes 38% não apresentavam KPI *trees* em condições para suportar os mesmos projetos.

Com a implementação da KPI-treE Tool foi possível aumentar o número de projetos com *KPI tree* de 38%, num universo de 39 projetos, para 77%, num universo de 70 projetos, Tabela 25. Este aumento foi possível devido ao facto de que a KPI-treE Tool esteve disponível como *input* para derivação dos projetos. Esta ferramenta continha as KPI *trees* dos KPRs necessários para análise dos indicadores com os dados atualizados. É importante referir que, estes 77% também correspondem à quantidade de KPI *trees* construídas de forma correta e de acordo com os *standards* do BPS. Estas têm uma estrutura base de indicadores, contudo, não são completas devido à eventual adição ou redução de indicadores.

Os 23% dos projetos sem KPI *tree* nesta terceira revisão, foram projetos migrados da revisão anterior que não estavam acompanhados com as devidas KPI *trees*. É espectável serem adicionadas novas KPI *trees* quando a execução destes projetos for retomada.

Tabela 25 - Aumento do número de projetos com KPI *tree*.

Periodo	nov/19		out/20	
Nº Projetos	39	100%	70	100%
Nº Projetos Sem <i>KPI Tree</i>	24	62%	16	23%
Nº Projetos Com <i>KPI Tree</i>	15	38%	54	77%

6.3.4 Uso da KPI *Tree* na terceira revisão dos *System CIP Projects*

Tendo em conta que os *VS Managers* tiveram oportunidade de usar a KPI TreE Tool que continha as KPI *trees* necessárias como input para derivação dos projetos, foi conduzido um inquérito a 10 *VS Managers* (ver Apêndice 11), em que foi avaliada a satisfação dos mesmos com o uso da ferramenta na terceira revisão dos *System CIP Projects*.

A análise às repostas do inquérito demonstrou que, na primeira questão todos inquiridos concordaram que a implementação das KPI *trees* com a KPI TreE tool trouxe vantagens durante derivação dos projetos. Na Figura 83, consta o resultado das respostas à segunda questão, relativa ao uso da ferramenta durante o *System CIP Workshop*. Os inquiridos concordaram que a KPI TreE Tool tem os KPRs necessários para definir os projetos, fornece acesso rápido aos dados dos KPIs, reduz o tempo de análise aos indicadores e contém os KPIs relacionados com os KPRs necessários.

Os inquiridos concordaram também com o facto de não precisarem de outros *inputs* para analisar as KPI *trees* e que a ferramenta fornece dados fidedignos para a tomada de decisões rápidas.

Na terceira questão, os inquiridos comentaram o facto de a KPI TreE Tool não ter todos KPRs da fábrica como *Safety* e *material costs*, sendo que eventualmente são derivados projetos ligados a esses indicadores. Comentaram também o facto de terem tido a necessidade de recorrer à árvore de perdas do OEE porque contém registos com descrição de problemas.

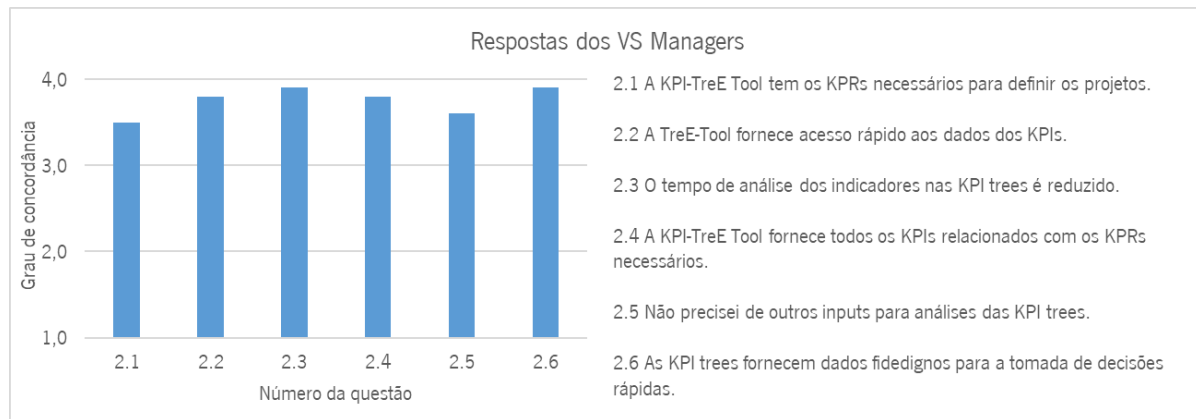


Figura 83 - Respostas relativas à satisfação com uso das KPI trees nos System CIP Workshop

Também foi direcionado um inquérito a 13 *Projects owners* (ver Apêndice 12), mas este foi para avaliar as expectativas, tendo em conta que eles só teriam oportunidade de usar as KPI *trees* durante a execução dos projetos. A análise às repostas do inquérito demonstrou que, na primeira questão todos inquiridos concordaram que a implementação das KPI *trees* trará vantagens durante a execução dos projetos.

Na Figura 84, consta o resultado da segunda questão, relativa ao uso da ferramenta durante a execução dos projetos. Os inquiridos concordaram que tinham as KPI *trees* para os projetos que receberam, e que a ferramenta lhes permitirá uma análise rápida das causas raiz dos projetos. Concordaram também que a função de simulação da KPI *tree* será benéfica para análise de impactos entre os indicadores, proporcionando-lhes um estudo mais conciso e centralizado, mostrando que a ferramenta é flexível a nível de alteração do gráfico e conteúdo.

Relativamente a terceira questão, os inquiridos comentaram que, independentemente de a KPI *tree* indicar o foco de atuação, a rapidez na análise da causa raiz do projeto dependerá também da metodologia de resolução do projeto e do tipo de problema a ser abordado.

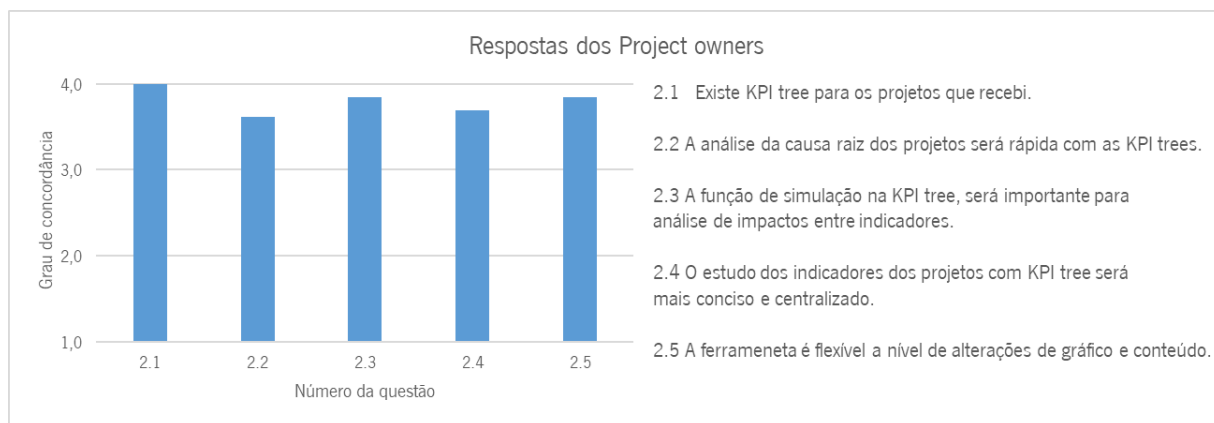


Figura 84 - Respostas relativas à satisfação com uso das KPI trees nos System CIP Workshop

6.4 Benefícios do mapa de processos dos System CIP Projects

A falta de *standard* dos procedimentos relacionados com a KPI tree foi também um problema identificado no ponto 4. Não há melhoria sem *standard*, logo, a elaboração do mapa de processos com foco na KPI tree para definir os procedimentos e o fluxo de informação nos System CIP Projects, foi a medida aplicada para conter os desvios relacionados à ausência de KPI tree na definição e no seguimento dos projetos. Deste modo, é espectável que com o *standard* e a matriz de responsabilidades implementada, os VS Manager e os Project owners cumpram os standards de modo a garantir a existência sustentável de KPI trees na definição e execução dos System CIP Projects.

6.5 Fácil acesso aos novos e antigos documentos sobre KPI tree

A KPI tree mostrou-se um tema novo para algumas entidades envolvidas, principalmente para os Projects owners. Constatou-se uma falta de informação que levou tanto aos VS Managers como Project owners, a construir KPI trees e tratar alguns indicadores de forma errada. Para resolver essa questão, facilitou-se o acesso as informações básicas e necessárias para conhecer uma KPI tree, e se possível contruir uma. Ademais, foram construídas bases de dados dos indicadores, instruções de recolha de dados para os KPIs e instruções sobre como usar a KPI TreE Tool. A agregação destas informações num só canal, contribuirá a nível de redução de tempo na procura de informações sobre KPI tree, e também no aumento do conhecimento sobre a ferramenta, sendo espectável, que as partes envolvidas tenham domínio deste tema à medida que vão trabalhando com o mesmo.

7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões deste trabalho, adicionalmente, são apresentadas propostas de trabalhos futuros.

7.1 Conclusões

O principal objetivo desta dissertação consistiu em fomentar a implementação de KPI *tree* nos projetos de melhoria contínua, com a melhoria das condições existentes para este processo, permitindo reduzir o tempo de derivação dos projetos e aumentar o número de projetos com KPI *tree*.

O princípio deste projeto passou por um processo de integração na empresa, propriamente na equipa do BPS. De seguida deu-se início à fase de diagnóstico, em que foram feitas análises documentais, participação direta nas atividades relacionadas com *System CIP Approach* e entrevistas às partes envolvidas nos *System CIP Projects*.

Posteriormente, foram identificados os problemas relacionados com a fraca utilização das KPI *trees* nos projetos de melhoria contínua. Deste modo, constatou-se que não existiam *standards para* visualização da KPI *tree* e para criação da mesma. Os projetos eram derivados sem recurso à KPI *tree* e havia dificuldades no acesso à documentação sobre a mesma, o que conseqüentemente, levou à falta de conhecimento sobre a ferramenta e sobre os KPIs por parte dos *VS Managers e Project owners*.

A seguir ao estudo da situação atual, foram analisadas as causas raiz dos problemas encontrados, em que de uma maneira geral, a falta de foco da organização em criar métodos e processos que facilitassem a implementação da KPI *tree* foi a base do problema.

Após identificação das causas raiz, foram feitas propostas de melhorias para a resolução do problema. As propostas consistiam em criar novos *standards*, um visual da KPI *tree* e outro para criação da ferramenta, criação das bases de dados para alimentar as KPI *trees*, bem como os documentos para suportar o uso das ferramentas e enriquecer o conhecimento sobre ela e sobre os KPIs.

Feitas as propostas de melhorias, passou-se para o processo de implementação realizado na terceira revisão dos *System CIP Projects*, em que foram monitorizados o número de projetos com KPI *tree*, o tempo de derivação dos projetos, o cumprimento das normas do *BPS Assessment* e foram feitos inquéritos de satisfação relativos à implementação das propostas de melhorias.

Desta forma, com a implementação das propostas de melhorias apresentadas, obteve-se uma redução de 80% no tempo de análise dos KPIs e conseqüentemente uma redução de 18% no tempo de derivação de cada projeto.

Constatou-se também um aumento do número de projetos com KPI *tree* de 38% para 77%, ultrapassando o objetivo preconizado de 68%. Atingiu-se o nível 3 do *BPS Assessment*, tópico *System CIP Project and Point CIP* no ponto *Definition of System CIP Projects*. Os *feedbacks* obtidos com os inquéritos de satisfação das medidas implementadas foram maioritariamente positivos, tanto para os resultados imediatos quanto para os resultados espectáveis.

7.2 Trabalho futuro

No desenvolvimento deste projeto de dissertação, foram implementadas várias ações de melhorias, ações essas que precisam de ser acompanhadas e monitorizadas para garantir a manutenção das mesmas. Deste modo, é recomendado garantir que essas práticas sejam realizadas e melhoradas até ganharem alguma independência e conseqüente sustentabilidade. Recomenda-se também o acompanhamento das medidas que não tiveram resultados imediatos, de modo a garantir que os resultados sejam como previstos.

Sugere-se como trabalho futuro, o estudo de um *software* ou uma linguagem de programação adequada, para o desenvolvimento de ferramentas como a KPI *tree*, pois apesar das respostas dos inquiridos terem sido maioritariamente positivas, constatou-se que o desempenho do *software* criado poderia ser mais rápido na execução dos algoritmos para criar as KPI *trees*, dependendo muitas das vezes do computador em que era executado. Deste modo, propõe-se o estudo de uma linguagem mais flexível e mais rica a nível gráfico que a linguagem usada.

Sugere-se também um projeto de virtualização deste tipo de ferramenta, de modo a torná-la numa aplicação *web* permitindo assim, o acesso a todas as áreas necessárias, em vez de serem usado ficheiros em *Excel*.

Ainda como trabalho futuro, propõe-se a preparação de módulos de formações relativas aos KPIs e as KPI *trees* de fábrica para as entidades envolvidas nos *System CIP Projects*, uma vez que, foram identificadas falta de conhecimentos relativos a estes tópicos, e a documentação disponibilizada poderá não ser suficiente, tendo de ser complementada com módulos de formações.

Um dos pontos menos conseguidos neste projeto, foi a criação de bases de dados para os *Targets* e *Weights* dos indicadores. A empresa tem alguns registos dos *targets*, pelo menos até ao nível do *Monitoring KPI*. Para este projeto foram reunidos os *targets* necessários para a implementação do mesmo, entretanto, de modo a tornar o processo mais eficaz, é necessário que se criem bases de dados para os *targets* de fábrica. Relativamente à base de dados para o *Weight* dos indicadores, esta praticamente não existe. Deste modo, recomenda-se a criação dessas ferramentas de suporte para melhor gestão e análise dos indicadores.

O *Value Stream Organization* é o modelo de organização que a empresa tem vindo a implementar para fazer face aos desafios que enfrenta. Atualmente ainda se verifica uma mistura de dois modelos organizacionais, o VSO e o modelo departamental. Este último é caracterizado por uma visão de redução de custos, cujo o orçamento é limitado. Enquanto que, o VSO tem em vista o aumento dos lucros para cada *Value Stream*, ainda que para isso, seja necessário despende de mais recursos para um futuro sustentável. O VSO garante uma transparência profunda a nível de ligação e análise dos indicadores, sendo adequado para a aplicação de um PMS como a *KPI tree*, uma vez que, a ferramenta permite o desdobramento dos mesmos. Contudo, a implementação efetiva do VSO carece de um sistema de gestão de base de dados muito amplo, uma vez que, as medições dos elementos da cadeia de valor, sejam elas de processos, recursos financeiros e não financeiros, são efetuadas a um nível muito específico. Deste modo, recomenda-se um projeto de fábrica, com foco na gestão de todos os dados das cadeias de valor. Seria um projeto do campo *Big Data* que tornaria a empresa preparada para usar softwares de *reporting* sem ter de recorrer a bases de dados singulares e departamentais, o que consequentemente, contribuiria para uma implementação efetiva *do Value Stream Organization*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ante, G., Facchini, F., Mossa, G., & Digiesi, S. (2018). Developing a key performance indicators tree for lean and smart production systems. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.227>
- Bateman, N., Philp, L., & Warrender, H. (2016). *Visual management and shop floor teams – development, implementation and use*. 54(24), 7345–7358.
- Belassi, W. (1996). *A new framework for determining critical success / failure factors in projects*. 14(3), 141–151.
- Berger, A., & Berger, A. (1997). *Continuous improvement and kaizen : standardization and organizational designs*. 110–117.
- Beynon-davies, P., & Lederman, R. (2017). The Management of Operations Making sense of visual management through affordance theory. *Production Planning & Control*, 7287, 1–16. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1243267>
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2005). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, (2002), 56–72. <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>
- Bititci, U. S., Carrie, A. S., & McDevitt, L. (1997). Integrated performance measurement systems: A development guide. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(5), 522–534. <https://doi.org/10.1108/01443579710167230>
- Bosch. (2020). Bosch-Nossa empresa. Retrieved March 10, 2020, from <https://www.bosch.africa/pt/a-nossa-empresa/o-grupo-bosch-no-mundo/>
- Bosch Group. (2019). *Bosch Production System Always. Doing. Better*. 1–115.
- Bursk, E. C. (1966). View Your Customers as Investments. *Harvard Review Business*, 91–94.
- Butler, M., Szwejcowski, M., & Sweeney, M. (2018). A model of continuous improvement programme management. *Production Planning and Control*, 29(5), 386–402. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1433887>
- Cao, Q., & Hoffman, J. J. (2011). A case study approach for developing a project performance evaluation system. *International Journal of Project Management*, 29(2), 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.02.010>
- Cha, H. S., & Kim, C. K. (2011). Quantitative approach for project performance measurement on building construction in South Korea. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 15(8), 1319–1328. <https://doi.org/10.1007/s12205-011-1323-5>
- Coetzee, R., Van der merwe, K., & Van Dyk, L. (2016). LEAN IMPLEMENTATION STRATEGIES HOW ARE THE TOYOTA WAY PRINCIPLES ADDRESSED.pdf. *Engineering, South African Journal of Industrial*, 27(3), 79–91. <https://doi.org//dx.doi.org/10.7166/27-3-1641>
- Company, A. (2008). CHART IT NOW. Retrieved from RASIC Template website: <https://www.chartitnow.com/RASIC-Template.html>
- Courtois, A., Pillet, M., & Bonnefous-Martin, C. (2011). *Gestão da Produção* (7th ed.). Lisboa: LIDEL.
- Cross, K. F., & Lynch, R. L. (1988). The “SMART” way to define and sustain success. *National Productivity Review*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/npr.4040080105>
- Da Silva, E. C. (2011). Contínua Desenvolvidos Pelo Método a3. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, (October 2011). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/309035143>
- De Leede, J., & Looise, J. K. (1999). Continuous improvement and the mini-company concept. *International Journal of Operations and Production Management*, 19(11), 1188–1202. <https://doi.org/10.1108/01443579910291087>
- De Toni, A., & Tonchia, S. (2011). Performance measurement systems Models, characteristics and measures. *International Journal of Operations & Production Management*, 1310–1313. Retrieved

- from <http://www.emerald-library.com/ft>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., & Kurczewski, K. (2016). *Visual management , performance management and continuous improvement A lean manufacturing approach*. 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Eckerson, W. W. (2009). Performance management strategies: How to Create and Deploy Effective Metrics. *TDWI Best Practices Report*, 33.
- Fitzgerald, L., Johnston, R., Brignall, T., Silvestro, R., & Voss, C. (1991). Performance Measurement in Service Businesses. *Chartered Institute of Management Accountants*.
- Gautreau, A., & Kleiner, B. H. (2001). Recent trends in performance measurement systems – the balanced scorecard approach. *Management Research News*, 24(3–4), 153–156. <https://doi.org/10.1108/01409170110782793>
- Gead, F. C., Silva, T., & Cruz, L. (2012). *Value Balanced scorecard* (06–2012th ed.; E. Silabo, Ed.). Retrieved from <https://www.wook.pt/livro/value-balanced-scorecard-fatima-castanheira-geada/13165589>
- Ghalayini, A. M., & Noble, J. S. (1996). The changing basis of performance measurement”, *International Journal of Operations & Production Management*. *International Journal of Operations & Production Management*, 16 No. 8, 63–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/01443579610125787>
- Hicks, B. J. Å. (2007). *Lean information management : Understanding and eliminating waste*. 27, 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace, The Sourcebook for 5S Implementation* (Productivity Press, Ed.). New York, NY: Productivity Press.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*. (McGraw-Hill Education, Ed.). McGraw-Hill Education.
- Internacional Standard-ISO 22400. (2014). *Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 2: Definitions and descriptions*. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/54497.html>
- ISO 9000. (2020). ISO 9000. Retrieved from ISO 9000 family Quality management website: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
- Jonsdottir, S., Ingason, H. T., & Jonasson, H. I. (2014). Continuous Improvement Projects in Certified Organizations in Iceland: Traditional Projects or not? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.018>
- Jooste, J. L., & Botha, L. J. (2018). Improvements towards the identification and quantification of relationships between key performance indicators. *South African Journal of Industrial Engineering*, 29(2), 92–101. <https://doi.org/10.7166/29-2-1872>
- Kalwane, M. A. U., Waghmare, P. A. P., Ashish, P., Pg, P. W., Engg, C., & Soet, D. Y. P. (2016). *Identification of factors influencing the success of a construction projects*.
- Kang, N., Zhao, C., Li, J., & Horst, J. A. (2016). A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International Journal of Production Research*, 54(21), 6333–6350. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1136082>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). *The Balanced Scorecard – measures that drive performance*. Retrieved from <https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2>
- Keegan, D. P., Eiler, R. G., & Jones, C. R. (1989). Are your performance measures obsolete? *Management Accounting*, Vol. 70, pp. 45–50. <https://doi.org/10.1177/004057368303900411>
- Kerzner, H. (2009). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (10th ed.; J. Wiley & I. & Sons, Eds.). Hoboken, NJ:
- Kerzner, H. (2011a). Dashboards Project Management Dashboards. In *Learning*.

- Kerzner, H. (2011b). Dashboards Project Management Dashboards. In *Learning*.
- Khurram, K. (2011). Understanding performance measurement through the literature. *African Journal of Business Management*, 5(35). <https://doi.org/10.5897/ajbmx11.020>
- Kilpatrick, J. (2003). *Lean Principles*. 1–5.
- Koliouisis, I. (2018). *An Enterprise Performance Measurement System : Using the Balanced Enterprise Performance Measurement : Using the Balanced Scorecard for Business Optimization*. (September 2003).
- Komchaliaw, S. (2010). *A state of the art review on software project performance management*. 653–655. <https://doi.org/10.1109/DEST.2010.5610581>
- Kurpjuweit, S., Reinerth, D., Schmidt, C. G., & Stephan, M. (2019). *Implementing visual management for continuous improvement: barriers , success factors and best practices*. 7543. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1553315>
- Lauras, M., Marques, G., & Gourc, D. (2010a). Towards a multi-dimensional project Performance Measurement System. *Decision Support Systems*, 48(2), 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2009.09.002>
- Lauras, M., Marques, G., & Gourc, D. (2010b). Towards a multi-dimensional project Performance Measurement System. *Decision Support Systems*, 48(2), 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2009.09.002>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1st ed.; McGraw-Hill, Ed.). McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20. <https://doi.org/https://doi.org/10.5465/amp.2006.20591002>
- Lim, C. S., & Mohamed, M. Z. (1999). Criteria of project success: An exploratory re-examination. *International Journal of Project Management*, 17(4), 243–248. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00040-4](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00040-4)
- Lodgaard, E., Gamme, I., Aasland, K., Lodgaard, E., Gamme, I., Aasland, K., & Factors, S. (2017). *Success Factors for PDCA as Continuous Improvement Method in Product Development*. Retrieved from <https://hal.inria.fr/hal-01472304/document>
- Lucinda, M. A. (2010). *Qualidade fundamentos e práticas* (1st ed.; S. M. Oliveira, Ed.). Retrieved from https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=e9Baz6Jxh3MC&oi=fnd&pg=PA1&dq=principios+da+qualidade&ots=yhMr1nwH1i&sig=t9XVHGdY_T_ptqjgV2lyOIIeYZo&redir_esc=y#v=onepage&q=principios+da+qualidade&f=false
- Mach, P., & Guáqueta, J. (2001). Utilization of the seven Ishikawa tools (old tools) in the six sigma strategy. *Proceedings of the International Spring Seminar on Electronics Technology, 2001-Janua*, 51–55. <https://doi.org/10.1109/ISSE.2001.931009>
- Morisawa, T. (2002). Building Performance Measurement Systems with the Balanced Scorecard Approach. *Nomura Research Institute Ltd*, 45(45), 47–52. Retrieved from <http://www.chinagloves.com.cn/adminstxhx/upfiles/2007126942368570.pdf>
- Morris, P. W. G. ;Pint. J. k. (2007). *The wiley guide to Project Control* (P. W. G. ;Pint. J. k. Morris, Ed.). Retrieved from https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=sC__5u5hwDAC&oi=fnd&pg=PA75&dq=project+performance+measurement&ots=DcF17GXm-1&sig=UOnpkcMTRDs07nTLWDBTI4SNc_c&redir_esc=y#v=onepage&q=project+performance+measurement&f=true
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International Journal of Operations and Production Management*, 15(4), 80–116. <https://doi.org/10.1108/01443579510083622>
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design: A literature review

- and research agenda. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(12), 1228–1263. <https://doi.org/10.1108/01443570510633639>
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. *University of Toronto*, 1–15. Retrieved from <http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system : beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Osada, T. (1989). *5S – Tezukuri no Manajimentshuho (5S – Handmade Management Technique)* (Japan Inst; Japan Institute of Plant Maintenance, Ed.). Tokyo.
- Parmenter, D. (2010). Developing, Implementing, and using Winning KPIs. In N. J. Hoboken (Ed.), *Wiley & Sons, Inc (2^o)*. Canada: Wiley & Sons, Inc Jersey.
- Parmenter, D. (2014). *How to implement 'winning KPIs' by David Parmenter*.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2007). *Application of lean visual process management tools Application of lean visual process management tools*. 7287. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pfeifer, P. E., & Ovchinnikov, A. (2011). A Note on Willingness to Spend and Customer Lifetime Value for Firms with Limited Capacity. *Journal of Interactive Marketing*, 25(3), 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2011.02.003>
- Pillai, A. S., Joshi, A., & Rao, K. S. (2002). Performance measurement of R and D projects in a multi-project, concurrent engineering environment. *International Journal of Project Management*, 20(2), 165–177. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00056-9](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00056-9)
- PMI. (1978). PMBOK Guide. In *Project Management Institute*. (2000th ed., Vol. 69). <https://doi.org/10.1093/ajcp/69.5.475>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Reid, R. A. (2006). Productivity and quality improvement: an implementation framework. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 1(1&2), 26–36.
- Rodriguez, R. R., Saiz, J. J. A., & Bas, A. O. (2009). Quantitative relationships between key performance indicators for supporting decision-making processes. *Computers in Industry*, 60(2), 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2008.09.002>
- Saiz, J. J. A., Bas, A. O., & Rodríguez, R. R. (2007). Performance measurement system for enterprise networks. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(4), 305–334. <https://doi.org/10.1108/17410400710745324>
- Sanchez, L., & Blanco, B. (2014). Three decades of continuous improvement. *Total Quality Management and Business Excellence*, 25(9–10), 986–1001. <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.856547>
- Schultz, R. L., Slevin, D. P., & Pinto, J. K. (1987). Strategy and Tactics in a Process Model of Project Implementation. *Interfaces*, 17(3), 34–46. <https://doi.org/10.1287/inte.17.3.34>
- Schutta, J. T., & Cobb, C. G. (2006). Lean kaizen; a simplified approach to process improvements. In *Reference & Research Book News*. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&AN=edsgcl.148973490&lang=p t-br&site=eds-live&scope=site>
- Serrat, O. (2017). The Five Whys Technique. *Knowledge Solutions: Tools, Methods, and Approaches to Drive Organizational Performance*, 1–1140. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9>
- Shahin, A., & Mahbod, M. A. (2007). Prioritization of key performance indicators: An integration of analytical hierarchy process and goal setting. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(3), 226–240. <https://doi.org/10.1108/17410400710731437>
- Shook, J. (2009). Toyota's Secret: The A3 Report. *MITSloan-Management Review*. Retrieved from <https://sloanreview.mit.edu/article/toyotas-secret-the-a3-report/>
- Silva, E. M. (2007, January 25). No Title. *A3: Passo a Passo Com Exemplos Reais Por Edson Miranda*

- Da Silva*. Retrieved from <https://qualityway.wordpress.com/2017/05/04/a3-passo-a-passo-com-exemplos-reais-por-edson-miranda-da-silva/>
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Achievements in Material and Manufacturing Engineering*, 43(S1), 476–483. <https://doi.org/10.1186/1532-429x-10-s1-a169>
- Southworth, T. (2010). *Muda, mura, muri*. 32–34. Retrieved from <https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=b22b9be9-4701-461b-8e23-251e20ccb52%40sessionmgr4006>
- Stricker, N., Echsler, F. M., & Lanza, G. (2017). Selecting key performance indicators for production with a linear programming approach. *International Journal of Production Research*, 55(19), 5537–5549. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1287444>
- Striteska, M., & Spickova, M. (2012). Review and Comparison of Performance Measurement Systems. *The Journal of Organizational Management Studies*, 2012, 1–13. <https://doi.org/10.5171/2012.114900>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (2007). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for- human system. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION*, 7543. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Suzaki, Kiyoshi. (2017). *Lean-Gestão no chão de fábrica -Sustentando a melhoria contínua todos os dias* (2ª; LeanOp, Ed.). Ro Mesão: LeanOp.
- Swink, M., Talluri, S., & Pandepong, T. (2006). Faster, better, cheaper: A study of NPD project efficiency and performance tradeoffs. *Journal of Operations Management*, 24(5), 542–562. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.09.004>
- Tersine, R., & Wacker, J. (2000). Customer-aligned inventory strategies: agility maxims. *International Journal of Agile Management Systems*, 114–120. <https://doi.org/10.1108/14654650010337122>
- Transactions, T., & Techniczne, C. (2013). *SOME ASPECTS OF VISUAL MANAGEMENT SYSTEMS APPLIED IN MODERN INDUSTRIAL PLANT KONTROLI WIZUALNEJ W NOWOCZESNYCH*.
- Valmohammadi, C., & Servati, A. (2011). Performance measurement system implementation using Balanced Scorecard and statistical methods. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(5), 493–511. <https://doi.org/10.1108/17410401111140400>
- Vamsi, N., Jasti, K., & Kodali, R. (2015). *Lean production : literature review and trends*. 53(3), 867–885.
- Womack, J. P., Jones, D. P., & Roos, D. (1990). *The Machine that changed the world* (1ª; I. Collier Macmillan Canada, Ed.). New York: Collier Macmillan Canada, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking- Banish and Create Wealth in your corporation* (I. Division of Simon & Schuster, Ed.). New York, NY: FREE PRESS.
- Yang, Y., Lee, P. K. C., & Cheng, T. C. E. (2016). Continuous improvement competence, employee creativity, and new service development performance: A frontline employee perspective. *International Journal of Production Economics*, 171, 275–288. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.08.006>
- Zheng, L., Baron, C., Esteban, P., Xue, R., & Zhang, Q. (2017). Considering the systems engineering leading indicators to improve project performance measurement. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 13970–13975. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2416>
- Zhu, L., Johnsson, C., Mejvik, J., Varisco, M., & Schiraldi, M. (2018). Key performance indicators for manufacturing operations management in the process industry. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2017-Decem, 969–973. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290036>

Apêndice 1. EXEMPLO DE KPI TREES PARA OS 8 KPRS

1-KPI tree Okm

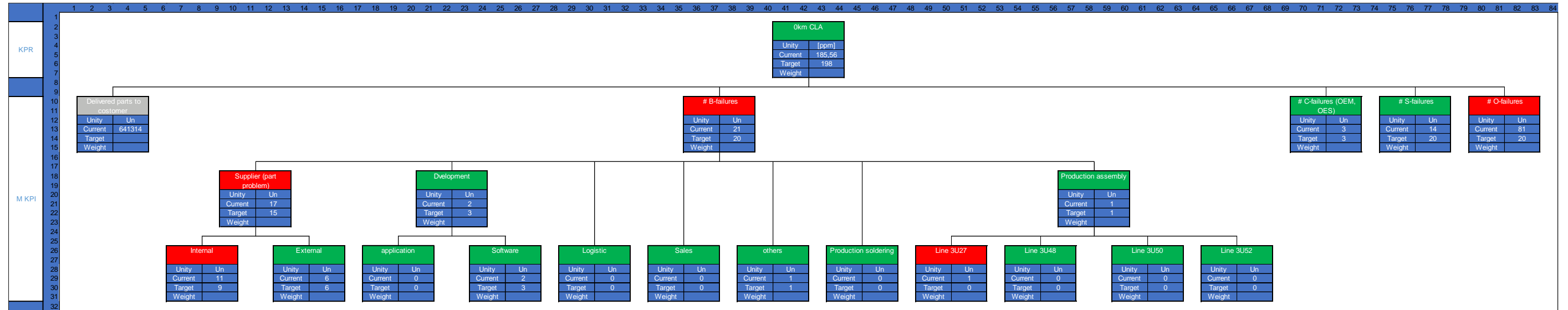


Figura 85 - KPI tree dos Okm

2-KPI tree IDCs

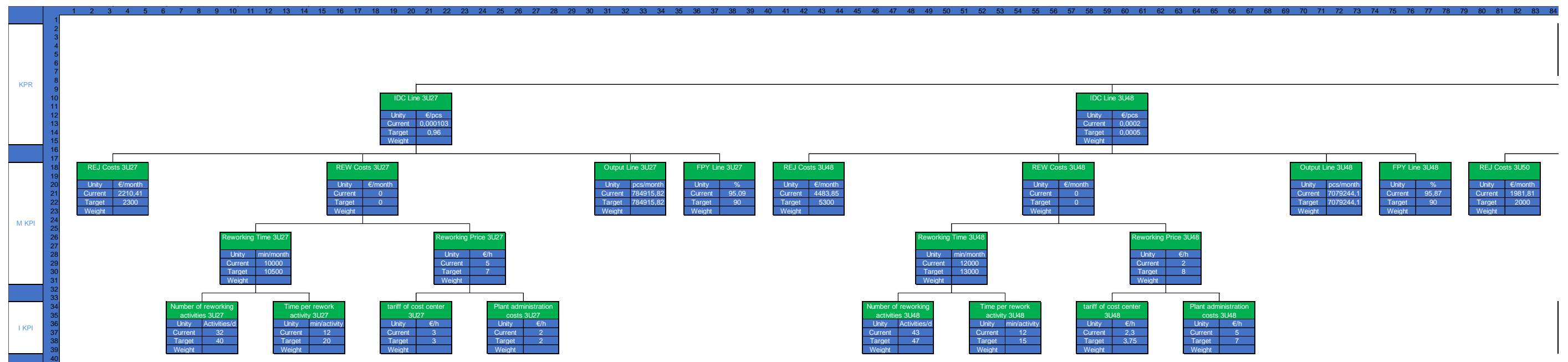


Figura 86 - KPI tree dos IDCs (Internal Defect Costs)

2-KPI tree IDCs continuação

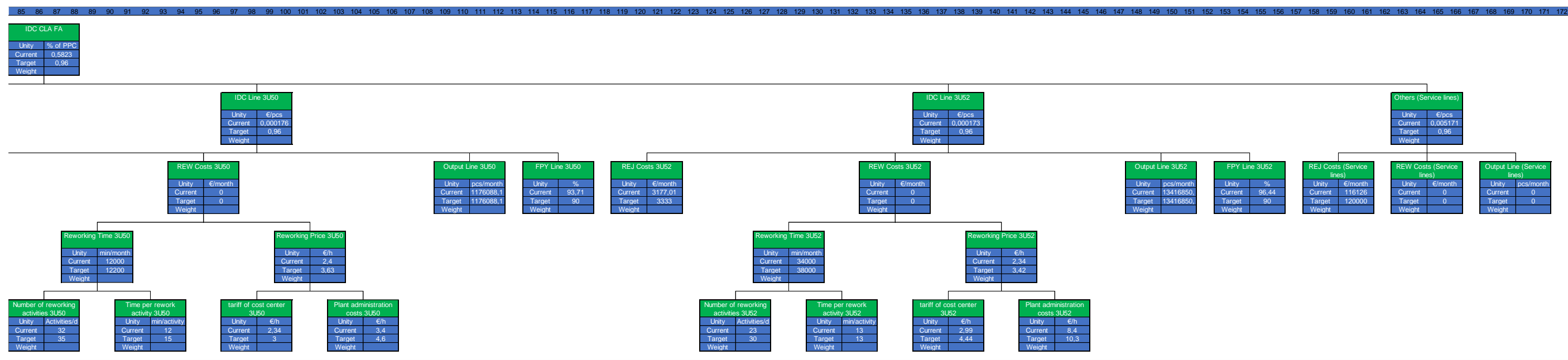


Figura 87 - KPI tree dos IDCs (continuação)

3-KPI tree Nuabs

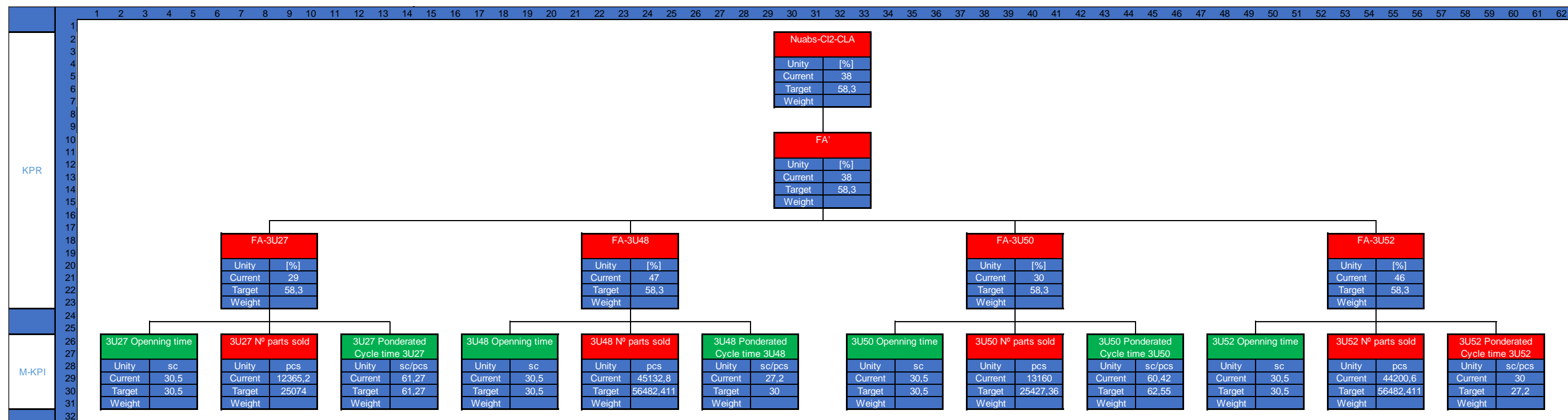


Figura 88 - KPI tree Nuabs (Relative Utilization)

4-KPI tree WPI

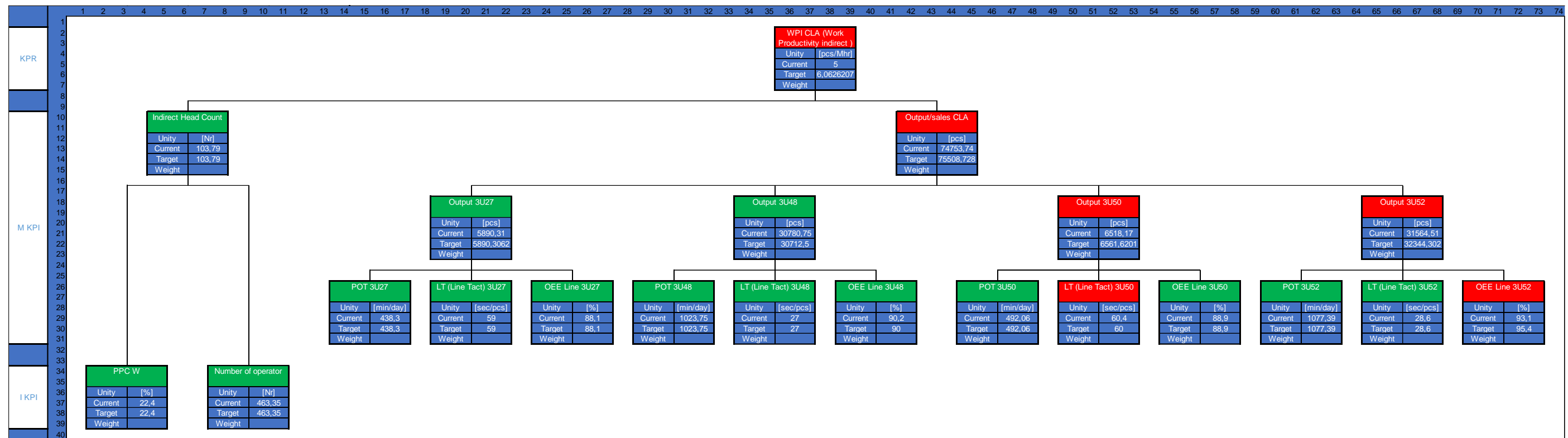


Figura 89 - KPI Tree WPI (Work Productivity indirect)

5-KPI tree DIO

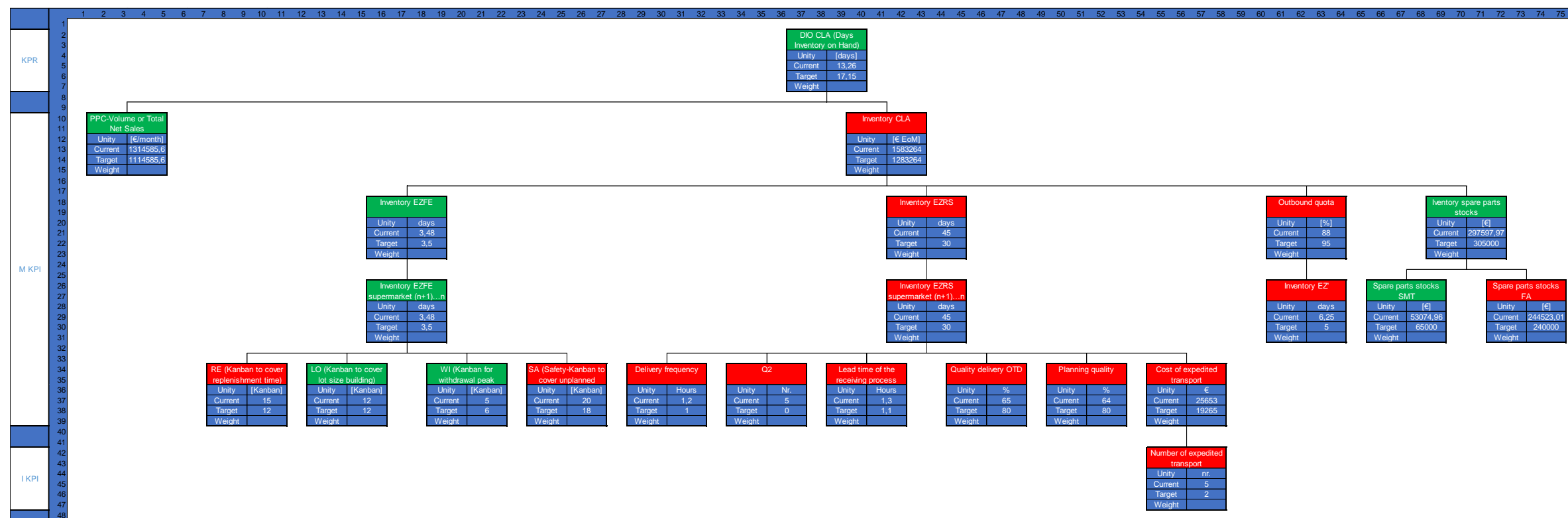


Figura 90 - KPI tree DIO (Days Inventory on Hand)

7-KPI tree WPD

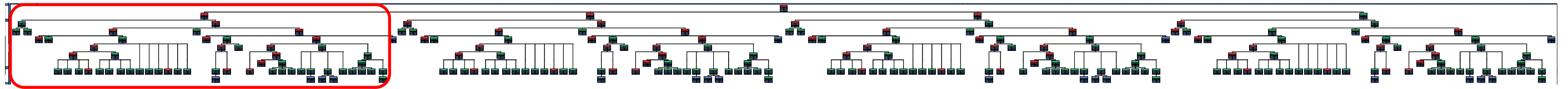


Figura 93 - KPI tree WPD (Work Productivity direct).

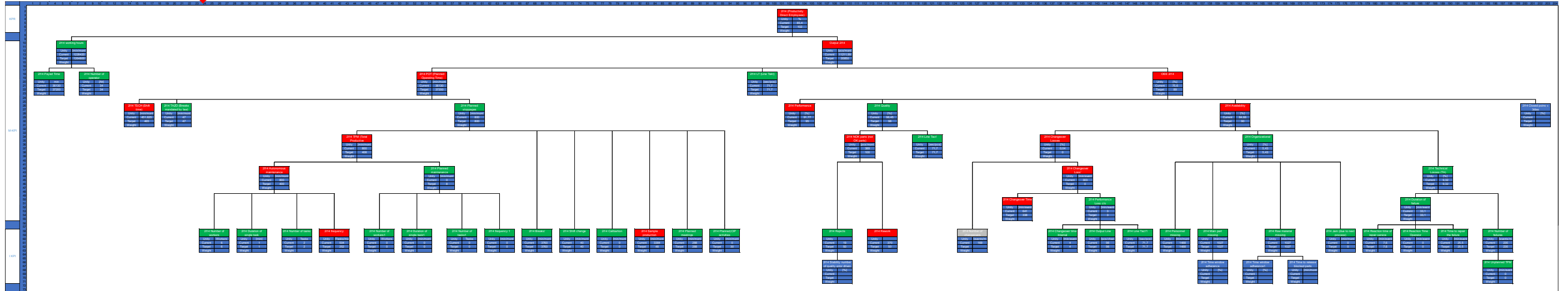


Figura 94 - 3U14 WPD.

8-KPI tree LIWAKS

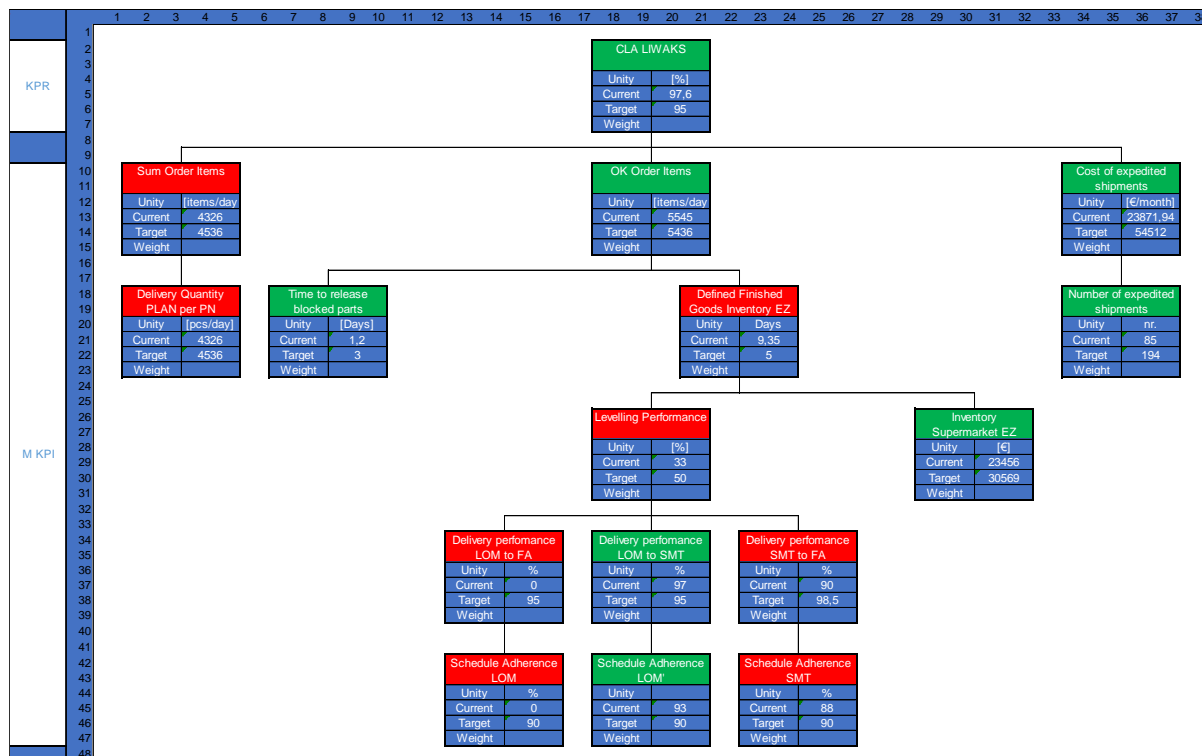


Figura 95 - KPI tree LIWAKS

KPI-TreE Tool

Instruções

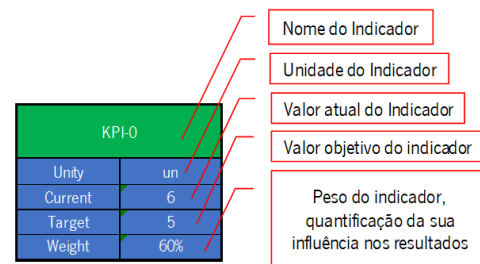
KPI-TreE Tool instruções

Conteúdo

- ▶ KPI
- ▶ KPI-Tree
- ▶ KPI-Tree Tool
 - ▶ Format Sheet
 - ▶ Inserir Dados
 - ▶ Design KPI-Tree
 - ▶ Clear data
 - ▶ Design pool
 - ▶ Update & Calculate
 - ▶ Clear tree
 - ▶ Caixa de info
 - ▶ Backward

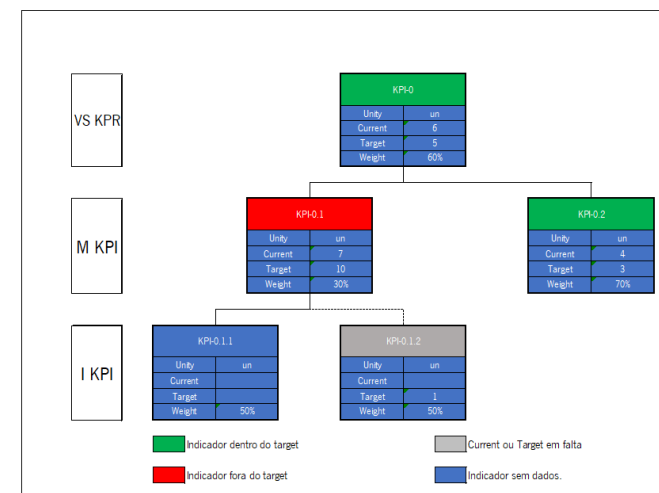
Interno | BgP/BPS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

KPI-TreE Tool instruções KPI-Key performance indicator



- KPI são métricas identificadas como chaves de um determinado processo, que indicam se os parâmetros do mesmo têm o desempenho desejado.
- Os indicadores na KPI-Tree Tool são representados como na figura ao lado

KPI-TreE Tool instruções KPI-Tree



➤ KPI-Tree é um diagrama em forma de árvore que combina e desdobra os indicadores de uma organização, desde os níveis estratégicos até aos níveis de processos.

➤ A KPI-Tree pode ser subdividida em 5 níveis:

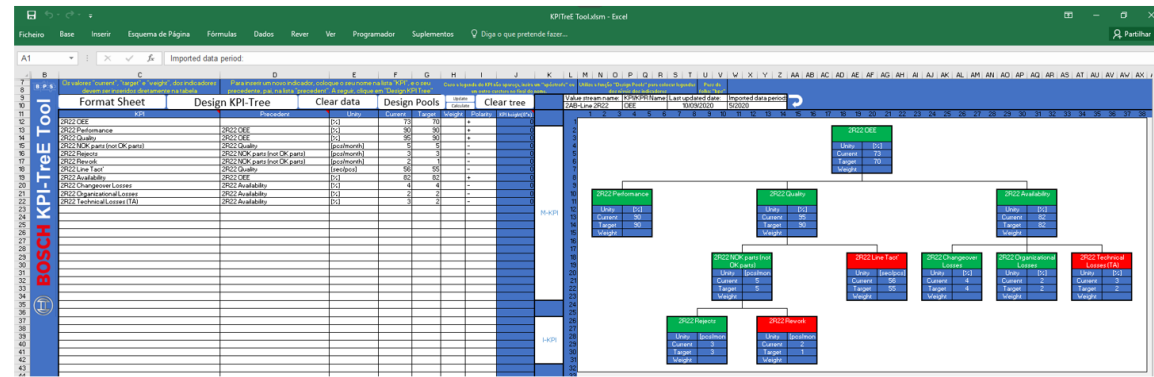
Nível	Nome	Exemplo
1	Value Contribution	Custo de produção
2	KPR	Custos variáveis
3	VS KPR	Produtividade direta
4	Monitoring KPI	OEE
5	Improvement KPI	Numero de operadores

Foco do System CIP Project

➤ Na figura ao lado, estão representados os níveis 3 níveis principais próximos aos KPIs de processo. Os indicadores na KPI-Tree Tool são representados como na figura ao lado.

Figura 96 - KPI-TreE-Tool Instructions.

KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool

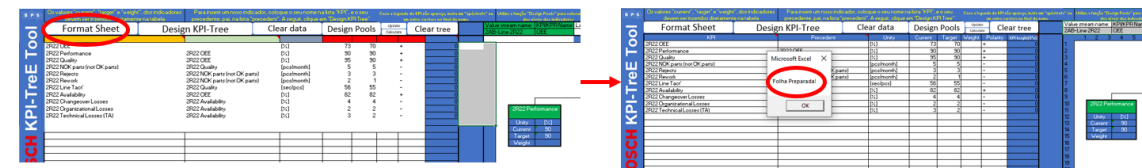


- KPI-TreE tool é uma ferramenta que essencialmente cria KPI-trees com base numa estrutura de indicadores fornecidos em forma de lista.

5 Interno | Brg/PS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Format sheet

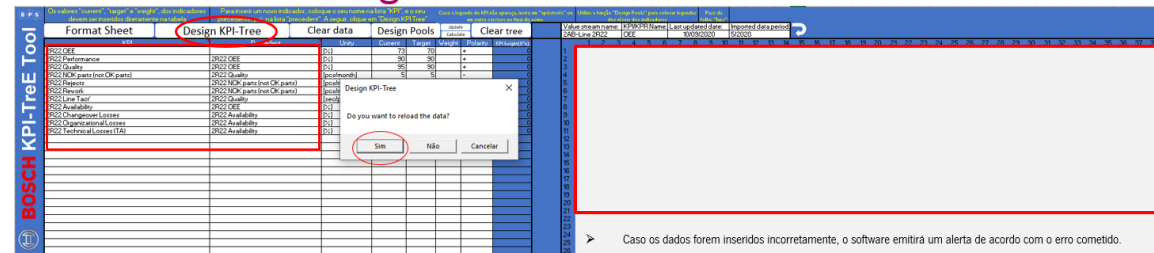


- A função *Format Sheet* serve para formatar a folha e deixa-la no modo standard para o uso.
- No caso de ser apagado alguma propriedade standard da ferramenta (Ex: tabela, régua, fórmulas), esta função insere novamente estas propriedades.

6 Interno | Brg/PS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

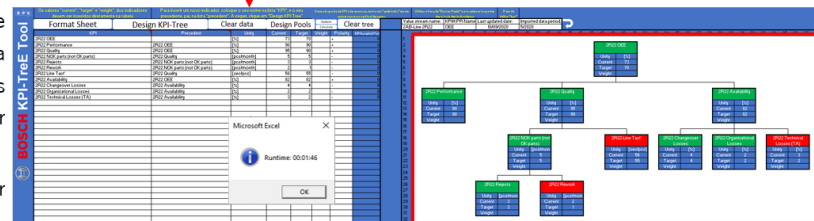


KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Design KPI-Tree



➤ Caso os dados forem inseridos incorretamente, o software emitirá um alerta de acordo com o erro cometido.

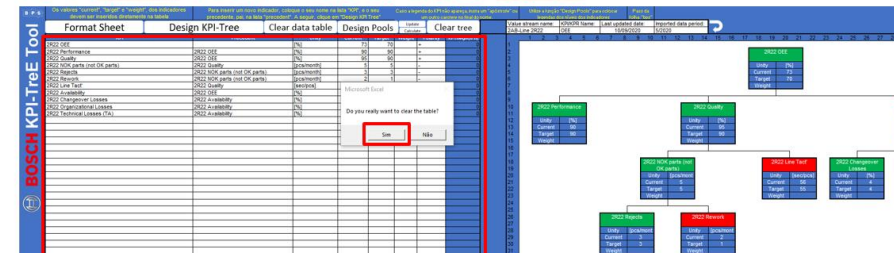
- A função *design KPI Tree* serve para desenhar a árvore a partir da lista formada pelos KPIs e os seus precedentes, esses devem ter relações de interdependência.
- As restantes colunas podem estar vazias



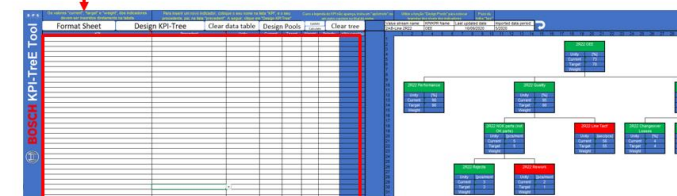
7 Interno | Brg/PS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Clear data table



- A função *Clear data table* serve para eliminar os dados inseridos na tabela para desenhar a KPI Tree.



8 Interno | Brg/PS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



Figura 97 - TreE Tool *Instructions* (continuação).

KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Design pools

Range where the VS KPI, M-KPI, I-KPI indicators are:

From: 2 To: 23

Level: M-KPI

Buttons: Apply, Clear, Cancel, Clear all

- A função *Design pools* serve para adicionar legendas de níveis dos indicadores. Com os mesmos parâmetros, é possível apagar as legendas específicas ou eliminar todas.
- A coluna *KPI height* serve para definir a altura dos indicadores, de acordo com a posição do grupo de um determinado nível.

9 Interno | BgP/BPS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Update & calculate

Period of analysis: Months

Buttons: OK, Cancel

- A função *Update* serve para importar automaticamente os dados numéricos para a tabela, no caso de a KPI-TreE ter sido ligada previamente a uma base de dados. Esta ligação pode ser feita em código VBA, ou formulas de planilha.

- A função *calculate* serve para calcular os valores dos indicadores que não têm valores importados diretamente, e que dependem de do input de outros indicadores para serem calculados. As formulas para relacionar os indicadores podem ser adicionadas em código VBA ou diretamente na planilha. Estas relações devem ser feitas diretamente na tabela.

10 Interno | BgP/BPS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Clear tree

- A função *Clear data table* serve para eliminar os dados inseridos na tabela para desenhar a KPI Tree.

11 Interno | BgP/BPS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

KPI-TreE Tool instruções KPI-TreE Tool > Caixa info

Caixa info: Informações relativas ao nome da área de atuação, indicador principal, data de atualização e período de importação dos dados.

- **Caixa de info:** contém informações relativas ao nome da área de atuação, indicador principal, data de atualização e período de importação dos dados. A data de atualização é atualizada quando o documento é modificado e guardado. O período de importação é referente ao mês em que os dados foram importados.
- **Backwards:** esta função tem utilidade quando são reunidas várias folhas em um livro Excel e são criados links para navegar entre elas.

12 Interno | BgP/BPS | 2020-09-10
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

Figura 98 - KPI-TreE Tool *Instructions* (continuação)



Mini-aula KPI-Tree Conteúdo

- O que são KPIs e KPI-Tree
- KPI-Tree são subdivididas em 5 níveis atribuídos a diferentes responsáveis
- Value Stream - Key Performance Results (VS-KPRs)
- Monitoring Key Performance Indicators
- Improvement Key Performance Indicators
- Derivation of VS-KPR from Value Contribution
 - 1. Direct Productivity
 - 1.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)
 - 1.2. Planned Operation Time (POT)
 - 2. Inventory TCT
 - 2.1. Raw Materials Defined Stocks – EZRS
 - 2.2. Finished Goods Defined Stocks – EZ
 - 2.3. WIP Defined Stocks - EZFE

2 Interno | BrgP/BPS | 2020-09-11
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



KPI-Tree Mini Teach O que são KPIs

- ▶ Key Performance Indicator (KPI) são métricas (parâmetros de processo ou resultados medidos) que foram identificados como importantes para mostrar se o desempenho está a melhorar nas áreas de suporte à visão da empresa.
- ▶ KPIs são divididos em três categorias:
 - ▶ Key Performance Result (KPRs)
 - ▶ Monitoring Key Performance Indicator
 - ▶ Improvement Key performance Indicator

3 Interno | BrgP/BPS | 2020-09-11
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



KPI-Tree Mini Teach O que são KPIs e KPI-tree

- ▶ Key Performance Indicator (KPI) são métricas (parâmetros de processo ou resultados medidos) que foram identificados como importantes para mostrar se o desempenho está a melhorar nas áreas de suporte à visão da empresa.
- ▶ KPIs são divididos em três categorias:
 - ▶ Key Performance Result (KPRs)
 - ▶ Monitoring Key Performance Indicator
 - ▶ Improvement Key performance Indicator
- ▶ KPI-Tree é um diagrama em forma de árvore que combina e desdobra os indicadores de uma organização, desde os níveis estratégicos até aos níveis de processos.

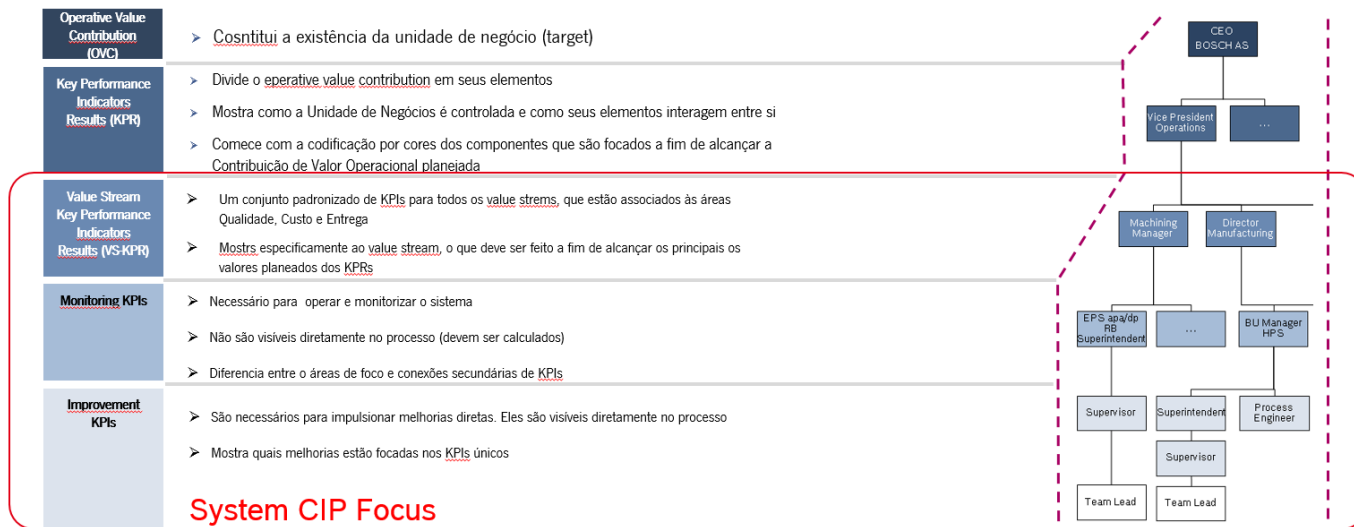
4 Interno | BrgP/BPS | 2020-09-11
© Robert Bosch GmbH 2020. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



Figura 99 - KPI tree Mini Teach

KPI-Tree Mini Teach

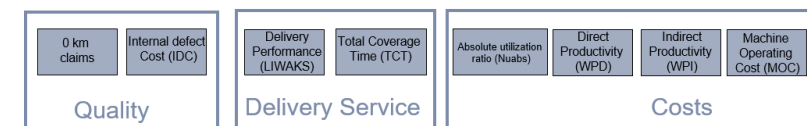
KPI-Tree são subdividas em 5 níveis atribuídos a diferentes responsáveis



KPI-Tree Mini Teach

Value Stream - Key Performance Results (VS-KPRs)

- Usado pelo Plant manager para priorizar as áreas de foco durante os System CIP Workshop
- Não pode ser diretamente medido ou observado, deve ser claculado
- Usa múltiplos monitorings KPI como inputs
- Focos em Segurança, Qualidade, Custo e Entrega:



KPI-Tree Mini Teach

Monitoring Key Performance Indicators

- Monitoring KPIs são usados para executar e monitorizar o sistema
- Não são visíveis diretamente no processo
 - Não podem ser diretamente medidos, devem ser calculados
 - Usam improvements KPI como input
- Usados para tomar decisões s nível de value stream, como selecionar atividades system CIP
- Podem ser multiníveis
- Exemplo:
 - OEE, Technical & Organizational Downtime, Change-over & Quality Losses, POT, Supermarket % Full, Capacity Bottleneck, Manhours, Customer Demand, Paid Working Hours, Planned Maintenance, Raw/WIP/Finished Goods Stock, Replenishment Time, Pickup Quantity, Pickup Frequency



KPI-Tree Mini Teach

Improvement Key Performance Indicators

- Improvement KPIs são necessários para conduzir melhorias diretas
 - Visíveis e tangíveis diretamente no processo
 - Diretamente medidos/observados/ não calculados
 - Devem ser rapidamente notáveis
 - Se tiveres que buscar informação em outro lugar que não seja no processo, então não o Improvement KPI não está devidamente identificado
- Usado para tomar decisões a nível do processo Group Leaders or FLMs
- Adherence to standard é confirmação de processo, não um KPI
- Target Condition aplica-se somente aqui
- Exemplos:
 - WIP at station
 - Response time to Andon
 - Changeover time
 - Number of jams in a feeder bowl
 - Fall out number for pressure
 - Planned cycle time
 - Duration of single task



Figura 100 - KPI tree Mini Teach (continuação).

KPI-Tree Mini Teach

Monitoring KPI deve ser um nível acima do improvement KPI

Project Title	VS-KPR			Monitoring KPI			Improvement KPI				Stability Criteria
	KPI	Initial	Target	KPI	Initial	Target	New Standard to be implemented	KPI	Initial	Target	
Gen9 Cycle Time Reduction Line 1 Pack station	Direct Productivity (pcs/MH)	21.8	22.2	Output (pcs/hr)	292	360	Line 1 Pack Station Operator Standard Work	Sta 74 C/T (sec)	12.3	10	+/- 0.5 sec for 2 weeks

Menos tipos de peças exigirão menos buffer e estoque de segurança em geral

Project Title	VS-KPR			Monitoring KPI			Improvement KPI				Stability Criteria
	KPI	Initial	Target	KPI	Initial	Target	New Standard to be implemented	KPI	Initial	Target	
Develop roadmap with customer to introduce variant coding to reduce variant qty	TCT (days)	17	16.8	Honda FG Coverage (days)	3.5	2.5	Sales Agreement	Honda Part Types (qty)	22	5	0 deviations

KPI-Tree Mini Teach

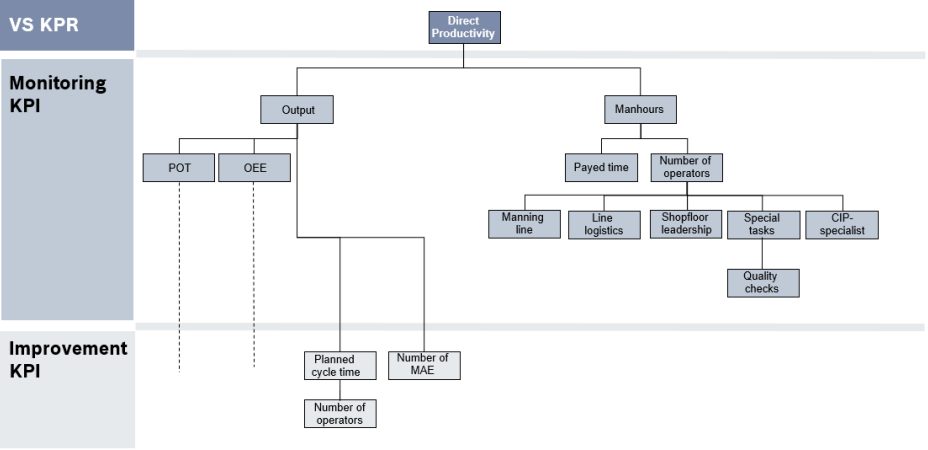
Project Title	VS-KPR			Monitoring KPI			Improvement KPI				Stability Criteria
	KPI	Initial	Target	KPI	Initial	Target	New Standard to be implemented	KPI	Initial	Target	
Reduce Spindle Incidents				Spindle incidents per month	4	2	Machine flushing system design/specification	# of occurrence of old tool being used	N/A	0	2 weeks no deviations
New Tool to increase to life				Tool Life	2000 cycles	2500 cycles	New Machine Drawing	# of occurrence of old tool being used	N/A	0	2 weeks no deviations

Ambos relacionados a atividades de custo indireto de material sem VS-KPRs aplicáveis!

Project Title	VS-KPR			Monitoring KPI			Improvement KPI				Stability Criteria
	KPI	Initial	Target	KPI	Initial	Target	New Standard to be implemented	KPI	Initial	Target	
MV9 and PE9 plastic parts relocation	Failure Costs (%)	0.35	0.3	Scrap HU due to leakage (pcs/line/day)	16	4	101-4 and 102-2 route standard work	# of occurrence below min. level per month	10	0	0 deviations for two months

KPI-Tree Mini Teach

1. Direct Productivity



KPI-Tree Mini Teach

1.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

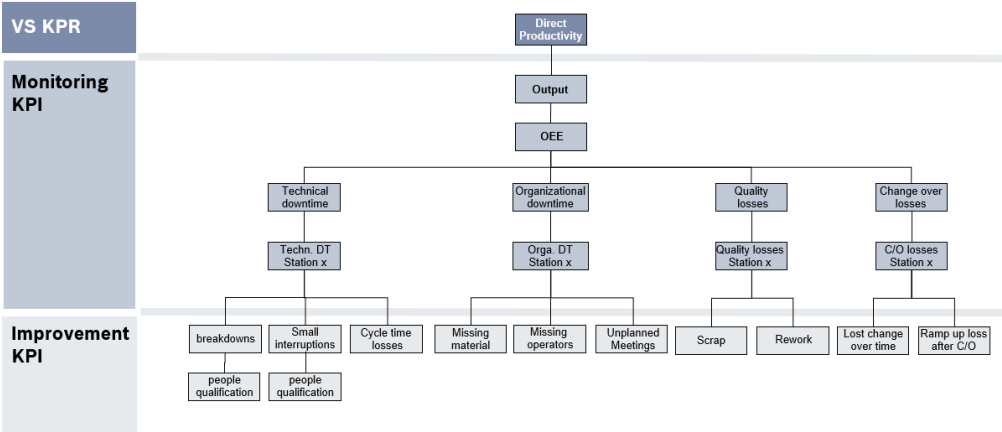


Figura 101 - KPI tree Mini Teach (continuação).

Apêndice 4. LISTA DE INDICADORES PRONTAS PARA KPI *TREE*

OKM				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
VS x OKm		[ppm]	-	VSKPI
Delivered parts to costomer	VS x OKm	Un	+	MKPI
# B-failures	VS x OKm	Un	-	MKPI
Supplier (part problem)	# B-failures	Un	-	MKPI
Internal	Supplier (part problem)	Un	-	MKPI
External	Supplier (part problem)	Un	-	MKPI
Dvelopment	# B-failures	Un	-	MKPI
application	Dvelopment	Un	-	MKPI
Software	Dvelopment	Un	-	MKPI
Logistic	# B-failures	Un	-	MKPI
Sales	# B-failures	Un	-	MKPI
others	# B-failures	Un	-	MKPI
Production soldering	# B-failures	Un	-	MKPI
Production assembly	# B-failures	Un	-	MKPI
Line X+1	Production assembly	Un	-	MKPI
Line X+n	Production assembly	Un	-	MKPI
# C-failures (OEM, OES)	VS x OKm	Un	-	MKPI
# S-failures	VS x OKm	Un	-	MKPI
# O-failures	VS x OKm	Un	-	MKPI

Figura 102 - Lista de Indicadores *Quality Okm*

IDC				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
VS x Quality-IDC			-	VSKPI
FA	VS x Quality-IDC			VSKPI
Incident with raw material FA	FA	ppm	-	MKPI
Lot size FA	Incident with raw material FA	psc	-	MKPI
Testing cost FA	FA	%	-	MKPI
Cost for testing machine machine & equipment depreciation FA	Testing cost FA	€/month	-	MKPI
personel cost for testing FA	Testing cost FA	€/month	-	MKPI
Manhour for testing FA	personel cost for testing FA	€/month	-	MKPI
IDC FA	FA	% of PPC	-	MKPI
IDC Line X+1	IDC FA	€/pcs	-	MKPI
REJ Costs X+1	IDC Line X+1	€/month	-	MKPI
REW Costs X+1	IDC Line X+1	€/month	-	MKPI
Reworking Time X+1	REW Costs X+1	min/month	-	MKPI
Number of reworking activities X+1	Reworking Time X+1	Activities/day	-	MKPI
Time per rework activity X+1	Reworking Time X+1	min/activity	-	MKPI
Reworking Price X+1	REW Costs X+1	€/h	-	MKPI
tariff of cost center X+1	Reworking Price X+1	€/h	-	MKPI
Plant administration costs X+1	Reworking Price X+1	€/h	-	MKPI
Output Line X+1	IDC Line X+1	pcs/month	+	MKPI
FPY Line X+1	IDC Line X+1	%	+	MKPI
IDC Line X+n	IDC FA	€/pcs	-	NKPI
REJ Costs X+n	IDC Line X+n	€/month	-	NKPI
REW Costs X+n	IDC Line X+n	€/month	-	NKPI
Reworking Time X+n	REW Costs X+n	min/month	-	NKPI
Number of reworking activities X+n	Reworking Time X+n	Activities/day	-	NKPI
Time per rework activity X+n	Reworking Time X+n	min/activity	-	NKPI
Reworking Price X+n	REW Costs X+n	€/h	-	NKPI
tariff of cost center X+n	Reworking Price X+n	€/h	-	NKPI
Plant administration costs X+n	Reworking Price X+n	€/h	-	NKPI
Output Line X+n	IDC Line X+n	pcs/month	+	NKPI
FPY Line X+n	IDC Line X+n	%	+	NKPI

Figura 103 - Lista de Indicadores *Quality (IDC)*

Productivity				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
VS x (Productivity Direct Employees)		Psc/Mah	+	VSKPR
Line x (Productivity Direct Employees)	VS x (Productivity Direct Employees)	Psc/Mah	+	VSKPR
Line x Manhour of direct employees	Line x (Productivity Direct Employees)	[h/shift]	-	MKPI
Line x Payed Time	Line x Manhour of direct employees	h	-	MKPI
Line x Number of operator	Line x Manhour of direct employees	[Nr]	-	MKPI
Output Line x	Line x (Productivity Direct Employees)	[pcs/month]	+	MKPI
Line x POT (Planned Operating Time)	Output Line x	[min/month]	+	MKPI
Line x TSCH (Shift time)	Line x POT (Planned Operating Time)	[min/month]	-	MKPI
Line x TAZO (Breaks mandated by law)	Line x POT (Planned Operating Time)	[min/month]	-	MKPI
Line x Planned stoppages	Line x POT (Planned Operating Time)	[min/month]	-	MKPI
Line x TPM (Total Productive Maintenance)	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Autonomous maintenance	Line x TPM (Total Productive Maintenance)	[min/month]	+	MKPI
Line x Number of workers	Line x Autonomous maintenance	Workers	-	IKPI
Line x Duration of single task	Line x Autonomous maintenance	[min/month]	-	IKPI
Line x Number of tasks	Line x Autonomous maintenance	Tasks	-	IKPI
Line x frequency	Line x Autonomous maintenance	[Tasks/month]	+	MKPI
Line x Planned maintenance	Line x TPM (Total Productive Maintenance)	[min/month]	-	MKPI
Line x Number of workers	Line x Planned maintenance	Workers	-	IKPI
Line x Duration of single task	Line x Planned maintenance	[min/month]	-	IKPI
Line x Number of tasks	Line x Planned maintenance	Tasks	-	MKPI
Line x frequency	Line x Planned maintenance	[min/month]	+	MKPI
Line x Breaks	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Shift change	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Calibartion	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Trial production	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Sample production	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Planned meetings	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x Planned,CIP activities	Line x Planned stoppages	[min/month]	-	MKPI
Line x LT (Line Takt)	Output Line x	[sec/pcs]	-	MKPI
OEE Line x	Output Line x	[%]	+	MKPI
Line x Performance	OEE Line x	[min/month]	-	MKPI
Line x Stability (cycle time flutuacion)	Line x Performance	[%]	-	MKPI
Line x Quality losses	OEE Line x	[%]	-	MKPI
Line x NOK parts (not OK parts)	Line x Quality losses	[pcs/month]	-	IKPI
Line x Rejects	Line x NOK parts (not OK parts)	[pcs/month]	-	IKPI
Line x Stability number of quality error driven by operat	Line x Rejects	[%]	+	MKPI
Line x Rework	Line x NOK parts (not OK parts)	[pcs/month]	-	IKPI
Line x Line Tact'	Line x Quality losses	[sec/pcs]	-	MKPI
Line x Availability	OEE Line x	[%]	+	MKPI
Line x Changeover Losses	Line x Availability	[%]	-	MKPI
Line x Number of changeovers	Line x Changeover Losses	[events/month]	-	MKPI
Line x Changeover Loss'	Line x Changeover Losses	[min/event]	-	MKPI
Line x Changeover Time	Line x Changeover Loss'	[min/event]	-	MKPI
Line x Change over time external	Line x Changeover Time	[min]		MKPI
Line x Performance Loss c/o	Line x Changeover Loss'	[min/event]	+	MKPI
Line x Changeover time Internal	Line x Performance Loss c/o	[min/event]	-	MKPI
Line x Output Line	Line x Performance Loss c/o	[pcs/changeover]	+	MKPI
Line x Line Tact'	Line x Performance Loss c/o	[sec/pcs]	-	MKPI
Line x Organizational Losses	Line x Availability	[%]	-	MKPI
Line x Personnel missing	Line x Organizational Losses	[min/month]	-	IKPI
Line xMain part missing	Line x Organizational Losses	[min/month]	-	IKPI
Line x Time window adherence	Line xMain part missing	[%]	+	MKPI
Line x Raw material missing	Line x Organizational Losses	[min/month]	-	MKPI
Line x Time window adherence	Line x Raw material missing	[%]	+	MKPI
Line x Time to release blocked parts	Line x Raw material missing	[min/month]	-	MKPI
Line x Jam (due to next process)	Line x Organizational Losses	[min/month]	-	MKPI
Line x Technical Losses (TA)	Line x Availability	[%]	-	MKPI
Line x Duration of failure	Line x Technical Losses (TA)	[min/event]	-	MKPI
Line x Reaction time of repair service	Line x Duration of failure	[min/event]	-	MKPI
Line x Reaction Time Operator	Line x Duration of failure	[min/event]	-	MKPI
Line x Time to repair the failure	Line x Duration of failure	[min/event]	-	MKPI
Line x Number of failures	Line x Technical Losses (TA)	[events/month]	-	MKPI
Line x Unplanned TPM	Line x Number of failures	[min/event]	-	MKPI
Line x Closed poins < 3dias	OEE Line x	[%]	+	MKPI

Figura 104 - Lista de Indicadores Costs (WPD)

Productivity				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
WPI VS x (Work Productivity indirect)		[pcs/Mhr]	+	VSKPR
Indirect Head Count	WPI VS x (Work Productivity indirect)	[Nr]	-	MKPI
PPC W	Indirect Head Count	[%]	+	MKPI
Number of operator	Indirect Head Count	[Nr]	-	MKPI
Output/sales VS x	WPI VS x (Work Productivity indirect)	[pcs]	+	MKPI
Output Line x	Output/sales VS x	[pcs]	+	MKPI
POT Line x	Output Line x	[min/day]	+	MKPI
LT (Line Tact) Line x	Output Line x	[sec/pcs]	-	MKPI
OEE Line Line x	Output Line x	[%]	+	MKPI

Figura 105 - Lista de Indicadores *Costs* (WPI)

VS x LIWAKS				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
VS x LIWAKS		[%]	+	VSKPI
Sum Order Items	VS x LIWAKS	[items/day]	+	VSKPI
Delivery Quantity PLAN per PN	Sum Order Items	[pcs/day]	+	VSKPI
OK Order Items	VS x LIWAKS	[items/day]	+	VSKPI
Time to release blocked parts	OK Order Items	[Days]	-	MKPI
Defined Finished Goods Inventory EZ	OK Order Items	Days	-	VSKPR
Levelling Performance	Defined Finished Goods Inventory EZ	[%]	+	MKPI
Delivery performance LOM to FA	Levelling Performance	%	+	MKPI
Schedule Adherence LOM	Delivery performance LOM to FA	%	+	MKPI
Delivery performance LOM to SMT	Levelling Performance	%	+	MKPI
Schedule Adherence LOM	Delivery performance LOM to SMT		+	MKPI
Delivery performance SMT to FA	Levelling Performance	%	+	MKPI
Schedule Adherence SMT	Delivery performance SMT to FA	%	+	MKPI
Inventory Supermarket EZ	Defined Finished Goods Inventory EZ	[€]	-	MKPI
Cost of expedited shipments	VS x LIWAKS	[€/month]	-	MKPI
Number of expedited shipments	Cost of expedited shipments	nr.	-	MKPI

Figura 106 - Lista de Indicadores *Delivery* (Liwaks)

TCT				
KPI	Precedent	Unity	Polarity	Level
VS x DIO (Days Inventory on Hand)		[days]	-	VSKPI
PPC-Volume or Total Net Sales	VS x DIO (Days Inventory on Hand)	[€/month]	+	VSKPI
Inventory	VS x DIO (Days Inventory on Hand)	[€ EoM]	-	MKPI
Inventory EZFE	Inventory	days	-	MKPI
Inventory EZFE supermarket (n+1)...n	Inventory EZFE	days	-	MKPI
RE (Kanban to cover replenishment time)	Inventory EZFE supermarket (n+1)...n	[Kanban]	-	MKPI
LO (Kanban to cover lot size building)	Inventory EZFE supermarket (n+1)...n	[Kanban]	-	MKPI
WI (Kanban for withdrawal peak coverage)	Inventory EZFE supermarket (n+1)...n	[Kanban]	-	MKPI
SA (Safety-Kanban to cover unplanned fluctuations)	Inventory EZFE supermarket (n+1)...n	[Kanban]	-	MKPI
Inventory EZRS	Inventory	days	-	MKPI
Inventory EZRS supermarket (n+1)...n	Inventory EZRS	days	-	MKPI
Delivery frequency	Inventory EZRS supermarket (n+1)...r	Hours	-	MKPI
Q2	Inventory EZRS supermarket (n+1)...r	Nr.	-	MKPI
Lead time of the receiving process	Inventory EZRS supermarket (n+1)...r	Hours	-	MKPI
Quality delivery OTD	Inventory EZRS supermarket (n+1)...r	%	+	MKPI
Planning quality	Inventory EZRS supermarket (n+1)...r	%	+	MKPI
Cost of expedited transport	Inventory EZRS supermarket (n+1)...r	€	-	MKPI
Number of expedited transport	Cost of expedited transport	nr.	-	MKPI
Outbound quota	Inventory	[%]	+	MKPI
Inventory EZ	Outbound quota	days	-	MKPI
Inventory spare parts stocks	Inventory	[€]	-	MKPI
Spare parts stocks SMT	Inventory spare parts stocks	[€]	-	MKPI
Spare parts stocks FA	Inventory spare parts stocks	[€]	-	MKPI

Figura 107 - Lista de Indicadores *Delivery* (TCT)

Apêndice 5. LISTA DE INDICADORES COM FÓRMULAS

Nome	Unidade	Nível	Dependência	Link	Polarity	Formula/Norma	Link
Personel cost/Personnel Costs MAKE	[€/month]		1		-	=Headcount direct Personnel+Headcount indirect Person	https://rb-normen.bosch.com
Headcount direct Personnel	[PC]	VSKPR	1.1	Logic	-	=PdMA*Headcount	
PdMA VS (Productivity Direct Employees)	[%]	VSKPR	1.1.1	Logic	+	N62C 6.3.3	https://rb-normen.bosch.com
PdMA Line (Productivity Direct Employees)	[%]	VSKPR	1.1.1.1	Logic	+	N62C 6.3.3	https://rb-normen.bosch.com
Sum of basic Times in the VS	[sec/pcs]	VSKPR	1.1.1.2	Math	+	N62C 2.2	https://rb-normen.bosch.com
Manhour of direct employees	[h/shift]	MKPI	1.1.1.3	Math	-	=Soma(Number of operator(i)*Horas trabalhadas(i))	
Output VS	[pcs/shift]	MKPI	1.1.1.4	Math	+	=POT*LT*OEE	
Headcount indirect Personnel	[PC]	VSKPR	1.2	Logic	-	N62C 6.4.3	https://rb-normen.bosch.com
WPI VS (Work Productivity Indirect)	[pcs/Mah]	VSKPR	1.2.1	Logic	+	N62C 6.4.3	https://rb-normen.bosch.com
Manhour of indirect employees	[h/month]	VSKPR	1.2.1.1	Logic	-	N62C 6.4.3	https://rb-normen.bosch.com
Output VS	[pcs/month]	VSKPR	1.2.1.2	Logic	+	=POT*LT*OEE	
Manhour of direct employees	[h/shift]	MKPI	1	Math	-	=Soma(Number of operator(i)*Horas trabalhadas(i))	
Payed Time	h	MKPI	1.1	Math	-	=horas trabalhadas	
Number of operator	H	MKPI	1.2	Math	-	=Soma(x1,x2,x3,x4,x5)	
Manning of line	H	MKPI	1.2.1	Math	-	=x1	
Line logistics	H	MKPI	1.2.2	Math	-	=x2	
Shop floor leadership	H	MKPI	1.2.3	Math	-	=x3	
Special tasks	H	MKPI	1.2.4	Math	-	=x4	
Quality	H	MKPI	1.2.4.1	Math	+	=x5	
CIP specialist	H	MKPI	1.2.5	Math	-	=x6	
Output VS (Output Pacemakerline(s))	[pcs/day]	MKPI	1	Math	-	=POT*LT*OEE	
POT (Planned Operating Time)	[min/day]	MKPI	1.1	Math	-	=TSCHTAZO-Planned stoppages	https://rb-normen.bosch.com
TSCH (Shift time)	[min/day]	MKPI	1.1.1	Math	-	Atribuido	https://rb-normen.bosch.com
TAZO (Regulatory break time)	[min/day]	MKPI	1.1.2	Math	-	Atribuido	https://rb-normen.bosch.com
Planned stoppages	[min/day]	MKPI	1.1.3	Math	-	=TPM+a1+a2+a3+a4+a5+a6+a7	https://rb-normen.bosch.com
TPM (Total Productive Maintenance)	[min/day]	MKPI	1.1.3.1	Math	-	=AM+PM	
Autonomous maintenance AM	[min/day]	MKPI	1.1.3.1.1	Math	-	=d1+d2+d3+d4	
Number of workers	Workers	IKPI	1.1.3.1.1.1	Math	-	=d1	
Duration of single task	[min/day]	IKPI	1.1.3.1.1.2	Math	-	=d2	
Number of tasks	Tasks	MKPI	1.1.3.1.1.3	Math	-	=d3	
frequency	[Tasks/day]	MKPI	1.1.3.1.1.4	Math	-	=d4	
Planned maintenance PM	[min/day]	MKPI	1.1.3.1.2	Math	-	=c1+c2+c3+c4	
Number of workers	Workers	IKPI	1.1.3.1.2.1	Math	-	=c1	
Duration of single task	[min/day]	IKPI	1.1.3.1.2.2	Math	-	=c2	
Number of tasks	Tasks	MKPI	1.1.3.1.2.3	Math	-	=c3	
frequency	[min/day]	MKPI	1.1.3.1.2.4	Math	-	=c4	
Breaks	[min/day]	IKPI	1.1.3.2	Math	-	=a1	
Shift change	[min/day]	MKPI	1.1.3.3	Math	-	=a2	
Calibration	[min/day]	MKPI	1.1.3.4	Math	-	=a3	
Trial production	[min/day]	MKPI	1.1.3.5	Math	-	=a4	
Sample production	[min/day]	MKPI	1.1.3.6	Math	-	=a5	
Planned meetings	[min/day]	MKPI	1.1.3.7	Math	-	=a6	
Planned CIP activities	[min/day]	MKPI	1.1.3.8	Math	-	=a7	
LT (Line Tact)	[sec/pcs]	MKPI	1.2	Math	-	N62C 6.3.3	https://rb-normen.bosch.com
OEE Line (Original Equipment Effectiveness)	[%]	MKPI	1.3	Math	+	N62C 6.3.4	https://rb-normen.bosch.com
LT (Line Tact)	[sec/pcs]	MKPI	1	Math	-	=Maior(CT OP (i), CT MAE (i))	
CT (Cycle Time MAE 1)	[sec/pcs]	IKPI	1.1	Math	-	Tempo de operação x	
CT (Cycle Time OP 2)	[sec/pcs]	IKPI	1.2	Math	-	Tempo de operação y	
OEE Line (Original Equipment Effectiveness)	[%]	MKPI	1	Math	+	N62C 6.3.4 ou = 1 - OEE Loss Line/POT	https://rb-normen.bosch.com
POT (Planned Operating Time)	[min/day]	MKPI	1.1	Math	-	=TSCHTAZO-Planned stoppages	https://rb-normen.bosch.com
OEE Loss Line (Original Equipment Effectiveness)	[min/day]	MKPI	1.2	Math	+	= TA+Performance+ OL+QL+CL	https://rb-normen.bosch.com
Technical Losses (TA)	[min/day]	MKPI	1.2.1	Math	-	=Losses on code level	
Losses on code level	[min/day]	MKPI	1.2.1.1	Math	-	=Duration of failure	
Duration of failure	[min/event]	IKPI	1.2.1.1.1	Math	-	=d1+d2+Time to repair the failure	
Reaction Time Service	[min/event]	IKPI	1.2.1.1.1.1	Math	-	=d1	
Reaction Time Operator	[min/event]	IKPI	1.2.1.1.1.2	Math	-	=d2	
Time to repair the failure	[min/event]	IKPI	1.2.1.1.1.3	Math	-	=Number of failure	
Number of failures	[events/day]	IKPI	1.2.1.1.2	Math	-	=soma(K(i))	
Unplanned TPM	[min/event]	IKPI	1.2.1.1.2.1	Math	-	K	
Performance	[min/day]	MKPI	1.2.2	Math	-	Velocidade	
Organizational Losses OL	[min/day]	MKPI	1.2.3	Math	-	=b1+b2+b3+b4	
Personnel missing	[min/day]	IKPI	1.2.3.1	Math	-	b1	
Main part missing	[min/day]	IKPI	1.2.3.2	Math	-	b2	
Raw material missing	[min/day]	IKPI	1.2.3.3	Math	-	b3	
Jam (due to next process)	[min/day]	IKPI	1.2.3.4	Math	-	b4	
Quality Losses QL	[min/day]	MKPI	1.2.4	Math	-	=NOK*Line Takt	
NOK parts (not OK parts)	[pcs/day]	MKPI	1.2.4.1	Math	-	=s1+s2	
Rejects	[pcs/day]	IKPI	1.2.4.1.1	Math	-	=s1	
Rework	[pcs/day]	IKPI	1.2.4.1.2	Math	-	=s2	
Line Tact	[sec/pcs]	MKPI	1.2.4.2	Math	-	tempo de ciclo	
Changeover Losses CL	[min/day]	MKPI	1.2.5	Math	-	=number of CO*CO Loss	
Number of changeovers	[events/day]	MKPI	1.2.5.1	Math	-	=CO Loss	
Changeover Loss	[min/event]	MKPI	1.2.5.2	Math	-	=CO loss *CO Time	
Changeover Time	[min/event]	MKPI	1.2.5.2.1	Math	-	=CO Time	
Performance Loss c/o	[min/event]	MKPI	1.2.5.2.2	Math	-	=u1+u2+u3+u4	
Internal changeover time	[min/event]	MKPI	1.2.5.2.2.1	Math	-	=u1	
Output Line	[pcs/changeover]	MKPI	1.2.5.2.2.2	Math	-	=u2	
Line Tact	[sec/pcs]	MKPI	1.2.5.2.2.3	Math	-	=u3	
Changeover Time	[min/event]	MKPI	1.2.5.2.2.4	Math	-	=u4	

Figura 108 - Lista de Indicadores com fórmulas Costs

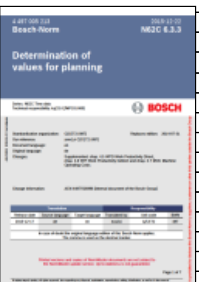
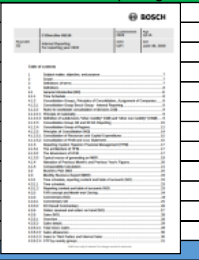
Nome	Unidade	Nível	Depênder	Link	Polarity	Formula/Norma	Links
Delivery Plant	[€]	KPR	1		+	=WABL^Delivery Performance ^Inventory	
WABL (Plant delivery)	[€/time unit]	KPR	1.1	Logic	+	=Delivery Value stream	
Delivery Value Stream		VSKPR	1.1.1	Logic	+	=TRLT ^ Delivery Performance VS ^TCT VS	
TRLT (Total Replenishment Lead Time)	[days]	VSKPR	1.1.1.1	Logic	-		https://connect.bosch.com/comr
Delivery Performance VS	[%]	VSKPR	1.1.1.2	Logic	+	=OK Order items/Sum Oerder Items	
TCT VS (Total Coverage Time)	[days]	VSKPR	1.1.1.3	Logic	-	=Inv VS/PPC (C/AOR internal reporting 4.3.9.3)	
Delivery Performance	[%]	VSKPR	1.2	Logic	+	=DP VS	
Delivery Performance VS	[%]	VSKPR	1.2.1	Logic	+	=OK Order items/Sum Oerder Items	
Inventory	[€]	VSKPR	1.3	Logic	-	=MAZE +HIBE+EZRS+EZFE+EZ	
Inventory MAZE (machine accessories a	[€]	VSKPR	1.3.1	Math	-	=inventário em €	
Inventory HIBE (Inventory operating supp	[€]	VSKPR	1.3.2	Math	-	=inventário em €	
Inventory EZRS (Inventory raw material)	[€]	VSKPR	1.3.3	Math	-	=a1+a2	
Inventory EZRS Value Stream 1	[€]	VSKPR	1.3.3.1	Math	-	a1	
Inventory EZRS Value Stream 2	[€]	VSKPR	1.3.3.2	Math	-	a2	
Inventory EZFE (Inventory semi-finished g	[€]	VSKPR	1.3.4	Math	-	=s1+s2	
Inventory EZFE Value Stream 1	[€]	VSKPR	1.3.4.1	Math	-	s1	
Inventory EZFE Value Stream 2	[€]	VSKPR	1.3.4.2	Math	-	s2	
Inventory EZ (Inventory finished goods)	[€]	VSKPR	1.3.5	Math	-	=x1+x2	
Inventory EZ Value Stream 1	[€]	VSKPR	1.3.5.1	Math	-	x1	
Inventory EZ Value Stream 2	[€]	VSKPR	1.3.5.2	Math	-	x2	
TRLT (Total Replenishment Lead Time)	[days]	VSKPR	1	Logic	-	RT Loop1	
RLT Loop1 (Replenishment Lead Time of	[days]	MKPI	1.1	Logic	-	=(KPN(i)*Kanba(i)/Share V in pull)*TT	https://connect.bosch.com/comr
Share volume in Pull	[%]	MKPI	1.1.1	Math	-	=(pull1+pull2+pull3)/(pull1+pull2+pull3+Exotics)	https://connect.bosch.com/comr
TT (Customer Tact Time of the control lo	[min]	MKPI	1.1.2	Math	-	= período do Loop/ quantidade	
PR (Period requirement of the control loc	[pcs/period]	MKPI	1.1.2.1	Math	-	Período definido	
POT (Planned operating time of the loop)	[min/period]	MKPI	1.1.2.2	Math	-	=TSCH-TAZO-Planned stoppages	
K (Σ Kanban all part numbers in the loop	[Kanban]	MKPI	1.1.3	Math	-	=RE+LO+W+SA	https://connect.bosch.com/comr
KPN (Number of Kanban per part numbe	[Kanban]	MKPI	1.1.3.1	Math	-	# part number por Kanban	https://connect.bosch.com/comr
RE	[Kanban]	IKPI	1.1.3.1.1	Math	-	=RTloop/(TTpn*NPK)	https://connect.bosch.com/comr
LO	[Kanban]	IKPI	1.1.3.1.2	Math	-	=Lot Size/NPK	https://connect.bosch.com/comr
WI	[Kanban]	IKPI	1.1.3.1.3	Math	+	=(Withdrawal Amount/NPK)-RE-LO	https://connect.bosch.com/comr
SA	[Kanban]	IKPI	1.1.3.1.4	Math	-	=RTloop/(TT*NPK)	https://connect.bosch.com/comr
Delivery Performance VS	[%]	VSKPR	1	Logic	+	=OK Order items/Sum Oerder Items	(C/AOR internal reporting 4.2.4)
Sum Order Items	[items/day]	VSKPR	1.1	Math	-	=quantidade planeada	
Delivery Quantity PLAN per PN	[pcs/day]	VSKPR	1.1.1	Math	+	=info do cliente	
OK Order Items	[items/day]	VSKPR	1.2	Math	+	=quantidade planeada	
Delivery Quantity ACTUAL per PN	[pcs/day]	VSKPR	1.2.1	Math	+	=info do cliente	
Time to release blocked parts	[min/event]	MKPI	1.2.1.1	Logic	-	=tempo médio para libertar as peças	
Inventory EZ (Finished Goods)	[€]	KPR	1.2.1.2	Logic	-	=L Adherence*Inventory EZ	
Leveling Adherence [%]	[%]	MKPI	1.2.1.2.1	Math	+	=# of OK orders in t /Total #r of lots in t	
Inventory Supermarket EZ	[€]	KPR	1.2.1.2.2	Math	-	=Soma da q inventário em €	
Leveling Adherence [%]	[%]	MKPI	1.2.1.2.2.1	Logic	+	=# of OK orders in t /Total #r of lots in t	
Output VS (Output Pacemakerline(s))	[pcs/day]	MKPI	1.2.1.2.2.2	Logic	+	=POT*LT*OEE	
Other EZ inventories (not in Supermarket	[€]	KPR	1.2.1.2.3	Math	+	=L Adherence*Inventory EZ	
Leveling Adherence [%]	[%]	MKPI	1.2.1.2.3.1	Logic	+	=supermarket	
Output VS (Output Pacemakerline(s))	[pcs/day]	MKPI	1.2.1.2.3.2	Logic	+	=POT*LT*OEE	
TCT VS (Total Coverage Time)	[days]	VSKPR	1		-	=Inv VS/PPC (C/AOR internal reporting 4.3.9.3)	
PPC-Volume or Total Net Sales	[€/month]	VSKPR	1.1	Math	+	= (C/AOR internal reporting 4.3.9.3)	
Inventory Value VS	[€ EoM]	VSKPR	1.2	Math	-	=MAZE +HIBE+EZRS+EZFE+EZ	
Inventory EZFE	[€]	VSKPR	1.2.1	Math	-	=EZFE supermarket	
Inventory EZFE supermarket	[€]	MKPI	1.2.1.1	Math	-	= VS WIP	
RE (Kanban to cover replenishment time	[Kanban]	MKPI	1.2.1.1.1	Math	-	=RTloop/(TTpn*NPK)	ht
LO (Kanban to cover lot size building)	[Kanban]	MKPI	1.2.1.1.2	Math	-	=Lot Size/NPK	ht
WI (Kanban for withdrawal peak coverage)	[Kanban]	MKPI	1.2.1.1.3	Math	-	=(Withdrawal Amount/NPK)-RE-LO	ht
SA (Safety-Kanban to cover unplanned fi	[Kanban]	MKPI	1.2.1.1.4	Math	-	=RTloop/(TT*NPK)	ht
Inventory of the supermarket of a transp	[€]	MKPI	1.2.1.2	Math	-	Contagem dos kanban por PN	
KPN (Σ Number of Kanban per part numi	[Kanban]	MKPI	1.2.1.2.1	Math	-	inventário em €	
Inventory HIBE	[€]	KPR	1.2.2	Math	-	inventário em €	
Inventory EZRS	[€]	KPR	1.2.3	Math	-	inventário em €	
Inventory EZRS supermarket	[€]	KPR	1.2.3.1	Math	-	inventário em €	
Inventory EZ	[€]	KPR	1.2.4	Math	-	inventário em €	
Inventory EZ supermarket	[€]	KPR	1.2.4.1	Math	-	inventário em €	
Other EZ inventory (e.g. profiled stock)	[€]	KPR	1.2.4.2	Math	-	inventário em €	
Inventory MAZE [€]	[€]	KPR	1.2.5	Math	-	inventário em €	

Figura 109 - Lista de Indicadores com fórmulas *Delivery*

Nome	Unidade	Nivel	Dependencia	Link	Polarity	Formula	Norma
Quality Value stream		KPR	1	Logic	+	Quality VS =testing cost	https://connect.bosch.c
Testing Costs	[€/month]	KPR	1.1	Math	-	=Cost for test-Depreciation cost	
Costs for test machines & equipment - depreciation	[€/month]	KPR	1.1.1	Math	-	=tempo de teste*custo do tecnico	
Personnel costs for testing	[€/month]	KPR	1.1.2	Math	-	=custo do tecnico	
Manhour for testing	[h/month]	VSKPR	1.1.2.1	Math	-	=tempo de teste	
Time parts are blocked (off-line test)	[min]	IKPI	1.2	Logic	-	Tempos de teste fora da linha (contargem)	
Lot size	[pcs]	IKPI	1.2.1	Logic	-	Quantidade em lote	
FPY Line x (First Pass Yield)	[%]	MKPI	1.3	Math	+	=x1/x2	
error free parts	[pcs/day]	IKPI	1.3.1	Math	-	=x1	
total number of parts	[pcs/day]	IKPI	1.3.2	Math	-	=x2	
EDC Plant (External Defect Costs Plant)	[€/month]	KPR	1.4	Logic	-	=soma (EDC VS)	
EDC VS (External Defect Costs)	[€/month]	VSKPR	1.4.1	Math	-	=0Km VS*8D-Reports	
0km VS	[ppm]	VSKPR	1.4.1.1	Logic	-	=(claimed parts/delivery qty)*10^6	
8D-Reports external	[]	MKPI	1.4.1.1.1	Logic	-	External report	
IDC Plant (Internal Defect Costs Plant)	[€/month]	KPR	1.5	Logic	-	=Soma (IDC VS)	
IDC VS (Internal Defect Costs)	[€/month]	VSKPR	1.5.1	Math	-	=soma IDC Lines	
IDC Line x (Internal Defect Costs)	[€/pcs]	MKPI	1.5.1.1	Math	-	=(REJ+REW+ADE)/Output lune	
REJ Costs (Rejection Costs)	[€/month]	MKPI	1.5.1.1.1	Math	-	R1+R2	
#Rejects	[rejects/day]	MKPI	1.5.1.1.1.1	Math	-	R1	
PPC or S-Price (Planned Product Costs, Standard Price)	[€/pcs]	MKPI	1.5.1.1.1.2	Math	+	R2	
REW Costs (Rework Costs)	[€/month]	MKPI	1.5.1.1.2	Math	-	=Reworking Time*Reworking price	
Reworking Time	[min/day]	MKPI	1.5.1.1.2.1	Math	-	#Rew * T1	
Number of reworking activities	[activities/day]	IKPI	1.5.1.1.2.1.1	Math	-	# Rew	
Time per rework activity	[min/activity]	IKPI	1.5.1.1.2.1.2	Math	-	T1	
Reworking Price	[€/h]	MKPI	1.5.1.1.2.2	Math	-	=c1+c2	
tariff of cost center	[€/h]	MKPI	1.5.1.1.2.2.1	Math	-	c1	
Plant administration costs	[€/h]	MKPI	1.5.1.1.2.2.2	Math	-	c2	
ADE (additional expenses)	[€/month]		1.5.1.1.3	Math	-	=RPL	
RPL (replacement Costs)	[pcs/month]		1.5.1.1.3.1	Math	-	=s1+s2+s3	
# components	[pcs]	IKPI	1.5.1.1.3.1.1	Math	-	s1	
S-Price (Standard Price)	[€/pcs]	IKPI	1.5.1.1.3.1.2	Math	-	s2	
MOH xx (Material Overhead)	[€/pcs]	IKPI	1.5.1.1.3.1.3	Math	-	s3	
Output Line	[pcs/month]	MKPI	1.5.1.1.4	Logic	+		
FPY Line 1 (First Pass Yield)	[%]	MKPI	1.5.1.1.5	Logic	+	=x2/x2	
error free parts	[pcs/day]	IKPI	1.3.1.1.5.1	Math	-	x1	
total number of parts	[pcs/day]	IKPI	1.3.1.1.5.2	Math	+	x2	

Figura 110 - Lista de Indicadores com fórmulas *Quality*

Apêndice 6. EX: IMPORTAÇÃO DE DADOS E CÁLCULO DOS INDICADORES

```

Public y As Integer ' mês com numero de trabalhadores calculado

Sub ImportarDadosNuabs()
    ActiveSheet.Unprotect Password:="contimpr"
    Application.Calculation = xlCalculationManual
    certo = True
    Dim mes As Integer

    'Importar o mês
    On Error Resume Next
    Do While certo = True

        mes = Application.InputBox(Prompt:="Month:", Title:="Period of analysis ")

        If mes = 0 Then
            MsgBox "Invalid data or canceled operation!"
            Exit Sub
        Else
            If Not IsNumeric(mes) Then
                MsgBox "Month must be numeric!" & vbCrLf & "Insert 13 for YTD values!"
            Else
                If mes > 13 Or mes < 1 Then
                    MsgBox "Month must be between 1 and 12, inclusive!" & vbCrLf & "Insert 13 for YTD values!"
                Else
                    certo = False
                End If
            End If
        End If

        'colocar data do periodo importado
        'obter data
    Loop

    If mes < 13 Then
        ThisWorkbook.ActiveSheet.Range("W10").Value = mes & "/" & Year(Date)
    Else
        ThisWorkbook.ActiveSheet.Range("W10").Value = "Year To Date"
    End If

    UpdateLinks = xlUpdateLinksNever
    Application.AskToUpdateLinks = False
    Application.DisplayAlerts = False
    Application.ScreenUpdating = False

    Workbooks.Open Filename:="0:\Indirectproductivity.xlsx"

    Dim Origem As Worksheet
    Dim Destino As Worksheet
    Dim Origem2 As Worksheet

    Set Origem = Workbooks("Cópia de PEP_linhas_2020.xlsx").Worksheets("Data_Month")
    ThisWorkbook.Activate
    Set Destino = Sheets(ActiveSheet.Name)
    Destino.Range("f12:f1500").ClearContents
    j = mes '3U27
    'dias do mês
    Destino.Range("f15").Cells(1, 1).Value = Origem.Range("E5").Cells(1, j).Value 'tempo de abertura
    Destino.Range("f16").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E505").Cells(1, j).Value, 2) 'vendas
    Destino.Range("f17").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E506").Cells(1, j).Value, 2) 'T ciclo

    j = mes '3U48
    'dias do mês
    Destino.Range("f19").Cells(1, 1).Value = Origem.Range("E5").Cells(1, j).Value 'tempo de abertura
    Destino.Range("f20").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E561").Cells(1, j).Value, 2) 'vendas
    Destino.Range("f21").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E562").Cells(1, j).Value, 2) 'T ciclo

    j = mes '3U50
    'dias do mês
    Destino.Range("f23").Cells(1, 1).Value = Origem.Range("E5").Cells(1, j).Value 'tempo de abertura
    Destino.Range("f24").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E575").Cells(1, j).Value, 2) 'vendas
    Destino.Range("f25").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E576").Cells(1, j).Value, 2) 'T ciclo

    j = mes '3U52
    'dias do mês
    Destino.Range("f27").Cells(1, 1).Value = Origem.Range("E5").Cells(1, j).Value 'tempo de abertura
    Destino.Range("f28").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E589").Cells(1, j).Value, 2) 'vendas
    Destino.Range("f29").Cells(1, 1).Value = Round(Origem.Range("E590").Cells(1, j).Value, 2) 'T ciclo

    Workbooks("Cópia de PEP_linhas_2020.xlsx").Close SaveChanges:=False
    Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
End Sub

```

Figura 111 - Exemplo de Importação de dados VS CLA

```

Sub calculoNuabs()
Application.Calculation = xlCalculationManual
Dim Origem As Worksheet
Dim Destino As Worksheet

Set Destino = Workbooks(ThisWorkbook.Name).Worksheets(ActiveSheet.Name)

On Error Resume Next

'MOE2-3U27
Destino.Range("f14").Cells(1, 1).Value = Round((Destino.Range("f16").Cells(1, 1).Value * Destino.Range("f17").Cells(1, 1).Value) _
/ (Destino.Range("f15").Cells(1, 1).Value * 86400), 2) * 100
'MOE2-3U48
Destino.Range("f18").Cells(1, 1).Value = Round((Destino.Range("f20").Cells(1, 1).Value * Destino.Range("f21").Cells(1, 1).Value) _
/ (Destino.Range("f19").Cells(1, 1).Value * 86400), 2) * 100
'MOE2-3U50
Destino.Range("f22").Cells(1, 1).Value = Round((Destino.Range("f24").Cells(1, 1).Value * Destino.Range("f25").Cells(1, 1).Value) _
/ (Destino.Range("f23").Cells(1, 1).Value * 86400), 2) * 100
'MOE2-3U52
Destino.Range("f26").Cells(1, 1).Value = Round((Destino.Range("f28").Cells(1, 1).Value * Destino.Range("f29").Cells(1, 1).Value) _
/ (Destino.Range("f27").Cells(1, 1).Value * 86400), 2) * 100

Destino.Range("f13").Cells(1, 1).Value = Round(Application.WorksheetFunction.Average(Destino.Range("f14").Cells(1, 1).Value, _
Destino.Range("f18").Cells(1, 1).Value, Destino.Range("f22").Cells(1, 1).Value, Destino.Range("f26").Cells(1, 1).Value), 2)
Destino.Range("f12").Cells(1, 1).Value = Destino.Range("f13").Cells(1, 1).Value

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
End Sub

```

Figura 112 - Exemplo de Importação de dados VS CLA, Continuação

Apêndice 7. BASES DE DADOS (VS EXEMPLOS)

VS	BOSC	Down	31 jan/20	29 fev/20	31 mar/20	30 abr/20	31 mai/20	30 jun/20	31 jul/20	31 ago/20	30 set/20	31 out/20	30 nov/20	31 dez/20	31 jan/21	YTD
II1 YU			12	7	6	2	0	3	2	2	16	14	0	0	0	64
D. quantity			106307	98129	90498	36673	46732	57132	49949	485420	487520	485477	0	0	0	1943837
0km			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B		9	4	2	1	0	0	0	2	8	7	0	0	0	33
		Development	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Application	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Software	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Supplier	5	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
		External		3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Internal	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Logistic		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		production soldering	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Production assembly	1	1	0	0	0	0	0	2	8	7	0	0	0	19
		2K21														0
		2k23														0
		2K25														0
	C		1	2	0	0	0	2	1	0	2	3	0	0	0	11
	S		1	1	2	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	8
	O		1	0	2	1	0	1	0	0	4	3	0	0	0	12
		21														0
		20														0
II1 LUY			6	6	7	2	3	2	5	12	4	4	0	0	0	51
D. quantity			80183	69902	56073	18337	12856	44326	42879	324566	324536	324577	0	0	0	1298225
0km			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B		3	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
		Development	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Application														
		Software														
		Supplier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		External														
		Internal														
		Logistic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Production soldering			0											
		Production assembly	0	0	5	0	3	1	5	12	4	4	0	0	0	34
		2W78	0	0	5	0	3	1	5	12	4	4	0	0	0	34
	C		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	S		3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6
	O		0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	5
II1 JTP			14	0	9	7	5	4	2	3	5	13	0	0	0	62
D. quantity			55710	44138	37509	10486	9319	16853	15015	189030	189045	189085	0	0	0	756190
0km			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B		14	0	9	7	5	4	2	3	5	13	0	0	0	62
		Development	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Application														
		Software														
		Supplier	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		External			2											
		Internal														
		Logistic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Production soldering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Production assembly	13	0	7	7	5	4	2	3	5	13	0	0	0	
		2JP01	2	0	5	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0	16
		2JP14	5	0	2	0	5	4	2	2	1	8	0	0	0	29
		2JP17	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	C		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II2 CLA			24	19	44	18	25	21	35	0	8	10	12	0	0	216
D. quantity			117210	116819	90030	55433	56872	113104	91846	641314	645814	641414	0	0	0	2569856
0km			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	B		13	13	32	12	14	8	12	0	8	10	12	0	0	134
		Development	2	2	25	4	0	7	3	0	0	0	0	0	0	43
		Application	1	0	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
		Software	1	2	1	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	14
		Supplier	8	9	5	6	4	1	4	0	0	0	0	0	0	37
		External	8	9	5	6	4	1	4	0	0	0	0	0	0	37
		Internal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Logistic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Others	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Production soldering	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Production assembly	0	1	2	0	10	0	5	0	8	10	12	0	0	48
		2U27		1												1
		2U48			1		10						5	5		21
		2U50			1				5		5	5				16
		2U52								3		7				10
	C		2	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7
	S		5	3	3	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	18
	O		4	3	7	5	10	8	20	0	0	0	0	0	0	57

Figura 113 - Excerto da Base de dados 0km (Exemplo)

Line	VS	Dias Statistics	31	29	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	YTD
			jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20		
2048	CLA Final Assembly5	IDC	0,35	0,69	0,64	0,63	0,36	0,50	0,61	0,48	0,55	0,51				0,53
		REJ/ Costs	7511	7864	4925	2869	3088	4484	7894	4 706						5 418
		REW Costs	3582,80	3115,65	2733,10	1087,23	1958,50	1981,81	2156,23	1323,80	1455,00	1844,00				2 124
		Reworking Time	120,00	198,43	138,12	195,93	161,15	163,52	164,69	119,87	154,30	193,01				161
		Number of rewo activities	18000,00	11153,11	13988,64	15900,64	16612,35	17813,50	18729,79	11171,26	18016,28	10725,41				15 211
		Time per rewo activity	63,00	71,68	101,07	96,21	104,72	83,13	107,90	104,18	78,56	68,23				88
		Reworking Price	52000,00	68417,50	80217,19	77614,53	93658,11	53008,02	76270,04	55404,96	52484,08	91864,10				70 094
		Replacement cost	3,00	2,54	3,62	3,11	2,51	2,91	3,31	3,11	3,27	3,15				3
		Attrition rate cost	12,00	5,10	7,63	7,46	5,94	4,64	6,50	7,32	4,92	7,54				7
		tariff of cost center	9,00	4,04	3,59	3,76	3,17	5,30	5,35	4,34	3,61	5,63				5
		Plant administration costs	234,00	243,1	139,7	183,7	164,5	228,0	244,6	147,2	244,8	162,8				199
		Output	22452,00	42262,53	29293,78	40429,05	38426,49	29554,38	42400,46	22507,62	25960,92	41160,84				33 445
		PPC	12400,00	22114,94	15411,19	14993,92	22674,99	20263,39	18006,13	19759,10	14192,06	12602,88				17 242
		FPY	96	97	97	96	96	96	97	96	94,73	94,73				96
		Rej+Rep+Ab (A-Lines)	7525,7	7872,049452	4935,84427	2879,69406	3095,96266	4491,39852	7903,45854	4716,630143	8,19	10,68781853				4 344
3050	BMW 35up 4.1 Final Assembly6	IDC	0,35	0,66	0,36	0,56	0,68	0,56	0,47	0,62	0,43	0,43				0,51
		REJ/ Costs	3482,80	3115,65	2733,10	1087,23	1958,50	1981,81	2156,23	1323,80	1455,00	1844,00				2113,81
		REW Costs	100,00	143,48	180,42	182,53	118,50	156,89	192,97	182,25	127,52	199,68				158,43
		Reworking Time	10000,00	17216,86	19806,10	19887,19	12914,84	11156,60	10198,21	11127,11	14841,32	10173,51				13732,17
		Number of rewo activities	60,00	83,95	119,79	98,56	73,98	112,97	97,88	74,89	113,69	71,61				90,73
		Time per rewo activity	50000,00	58488,98	91252,75	64856,58	72099,50	51819,23	73976,82	90156,00	58745,72	55738,44				66713,40
		Reworking Price	2,20	3,13	2,73	3,25	3,22	3,88	3,08	2,21	3,22	2,38				2,95
		Replacement cost	4,00	6,91	5,27	7,28	6,07	5,23	4,12	7,69	5,33	6,08				5,80
		Attrition rate cost	3,00	3,25	4,43	4,83	4,86	5,23	4,17	5,47	5,40	4,42				4,52
		tariff of cost center	134,0	181,9	256,0	149,0	189,9	190,0	181,6	195,0	261,6	210,2				194,92
		Plant administration costs	22322,00	37254,01	27937,75	42215,72	30249,22	31676,96	26414,31	28722,80	30520,09	23846,02				30115,89
		Output	12000,00	14399,36	19848,28	14512,78	19862,59	14483,84	14366,54	13482,95	12690,92	12503,71				14815,10
		PPC	1025100,91	982599,09	632640,22	0,00	58176,06	1176088,15	869565,24	716640,81	715640,81	796680,81				697313,21
		FPY	93,78	91,04	92,75	94,14	92,82	93,71	94,68	94,73	94,73	94,73				93,71
		Rej+Rep+Ab (A-Lines)	3489,80	3125,91	2742,79	1099,34	1969,42	1992,27	2164,52	1336,96	1465,73	1854,50				2124,13
3052	BMW 35up 4.1 Final Assembly7	IDC	0,20	0,43	0,42	0,46	0,65	0,62	0,44	0,44	0,35	0,69				0,47
		REJ/ Costs	5203	9180	4483	2524	1959	3877	6999	5109	3220	1331				4 388
		REW Costs	1442,80	3115,65	2733,10	1087,23	1958,50	1981,81	2156,23	1323,80	1455,00	1844,00				1 910
		2	202,00	194,88	172,44	133,30	194,02	125,39	130,85	123,78	134,86	173,08				158
		Number of rewo activities	10000,00	13005,83	11393,28	10357,47	15369,51	14198,44	15829,69	12513,04	19553,39	16346,60				13 857
		Time per rewo activity	60,00	111,03	95,31	118,65	67,52	87,28	110,59	97,34	83,63	97,83				93
		Reworking Price	50200,00	94194,41	79596,86	80640,66	61084,83	71086,70	59103,40	82549,84	61660,62	91294,08				73 141
		Replacement cost	45,00	4,03	2,72	3,34	3,05	2,84	2,86	2,97	4,09	3,58				7
		Attrition rate cost	32,00	7,16	5,13	4,66	4,33	7,97	7,66	6,05	5,09	7,78				9
		tariff of cost center	22,00	5,71	4,75	4,72	3,40	3,92	5,83	3,10	5,06	5,71				6
		Plant administration costs	134,0	197,1	146,0	221,8	159,7	215,3	257,8	134,7	235,1	233,4				193
		Output	42322,00	31026,72	32186,99	34202,53	39177,54	30984,10	24538,17	24328,51	41614,17	37607,43				33 799
		PPC	12100,00	17663,48	15483,36	14375,54	13895,94	12304,67	18453,04	21335,71	22046,68	23658,21				17 132
		FPY	96,21	96,57	97,2	96,59	96,17	96,44	96,87	96,88	96,88	97				97
		Rej+Rep+Ab (A-Lines)	5279,69	9191,210263	4491,13544	2532,22176	1965,87707	3887,82223	7009,13122	5118,378391	3229,293256	1342,214017				4 405
3083	Audi FPK	IDC	22,00	0,36	0,37	0,46	0,67	0,37	0,46	0,69	0,37	0,66				3
		REJ/ Costs	786	3541	2467	1019	1452	1356,82	1577	706	562,43	237				1 370
		REW Costs	5433,00	3115,65	2733,10	1087,23	1958,50	1981,81	2156,23	1323,80	1455,00	1844,00				2 309
		Reworking Time	234,00	132,62	120,50	135,05	102,37	140,32	129,37	147,25	133,44	168,49				144
		Number of rewo activities	6755,00	16322,59	13496,80	12676,74	18648,32	10222,08	11657,04	16933,54	13228,91	14462,54				13 440
		Time per rewo activity	57,40	105,95	108,08	69,02	101,56	118,22	74,10	87,22	95,90	116,64				93
		Reworking Price	3476,00	81518,75	82982,45	62578,00	63920,05	9335,46	69348,41	53850,94	76438,23	52623,57				64 009
		Replacement cost	21,00	2,39	3,76	3,28	3,35	4,13	2,89	3,51	3,58	3,35				5
		Attrition rate cost	45,00	4,05	5,83	4,80	4,19	4,35	4,67	6,18	7,41	7,46				9
		tariff of cost center	67,00	5,12	3,30	3,45	4,19	5,22	4,10	5,00	5,43	5,51				11
		Plant administration costs	134,0	241,0	232,5	221,8	231,6	181,1	163,2	163,2	201,4	154,4				192
		Output	42322,00	22829,70	40746,68	37972,54	30687,27	42485,35	35479,86	23904,13	36479,45	37737,10				35 064
		PPC	112400,99	52973	24352	0	49500	30385,25	19838	15 452	6958,34	-508				31 135
		FPY	96,56	96,76	96,36	95,68	96,25	95,98	96,58	97,21	97,82	98,435				97
		Rej+Rep+Ab (A-Lines)	852	3547,321135	2476,75763	1026,74833	1459,96258	1365,30366	1584,93273	715,5781877	573,4139795	247,7707969				1 385

Figura 114 - Excerto da Base de dados IDC (exemplo)

Line	VS	Dias	31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	YTD
			Statistics	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20	ago/20	set/20	out/20	nov/20	dez/20
3048		Turnos	82	78	66	38	40	72	85	44	56				62
		Planeado	61273	56114	40730	26759	31371	54660	70055	35 198	44 606				46 752
		Producido	47581	46736	34944	23074	21516	47283	63113	32 328	41 431				39 778
		Operadores (Media)	10,47	11,00	8,98	8,90	9,33	11,50	11,88	11	12				11
		Horas	600,60	562,98	453,70	260,97	289,32	515,35	637,97	337	419				453
		PCS/Operador/Hora	7,57	7,55	8,58	9,93	7,97	7,98	8,33	8	8				8
		Perdas	13706	9348	5789	3668	9833	7323	6955	3 071	3 326				7 002
		Qualidade	638	2491	592	297	231	184	570	304	676				665
		Disponibilidade	12919	6730	4977	3234	9602	6973	6257	2 741	2 454				6 210
		Velocidade	149	127	220	137	0	166	128	26	196				128
		Assembly	1723	843	413	416	378	671	1432	468	535				764
		Testing	6562	3343	1708	1886	2660	4020	3826	943	1 247				2 911
		MTN-A	6950	3278	1906	1898	2778	4088	3872	893	1 255				2 991
		MTN-T	1601	787	319	416	378	710	1471	484	515				742
		CEE	77,9	83,9	86	86,5	68,9	86,7	90,2	91	93				85
		PO(Tmin)	987,18	902,98	731,05	780,47	882,31	819,90	1016,93	505,26	992,48				847
		CT(a)	29	28	28	28	27	27	27	27	27				27
		Nuabs	51,52	52,23	36,53	24,93	21,69	49,25	63,62	32,23	42,68				42
		Inicio	02/01/2020	01/02/2020	01/03/2020	14/04/2020	16/05/2020	01/06/2020	01/07/2020	01/08/2020	01/09/2020				43 956
		Fim	01/02/2020	01/03/2020	27/03/2020	30/04/2020	01/06/2020	01/07/2020	01/08/2020	01/09/2020	21/09/2020				43 981
	Dias	30,0	29,0	26,0	16,0	16,0	30,0	31,0	20,0	20,0				25	
	FPY	95,87	96,59	96,8	96,14	95,7	95,87	96,57	96	97				96	
3050	BMW 3Sup 4.1 Final Assembly6	Turnos	46	42	38	31	40	40	46	22	5				34
		Planeado	15162	11762	9855	7366	11891	11873	15328	7209	1246				10 188
		Producido	10052	9290	7682	6450	7769	9325	12510	6042	904				7 780
		Operadores (Media)	8,90	10,05	6,26	4,55	4,33	6,83	7,54	7,09	7,40				7
		Horas	341,88	303,53	264,05	210,42	289,38	280,42	350,00	167,57	38,08				249
		PCS/Operador/Hora	3,30	3,05	4,65	6,73	6,21	4,87	4,74	5,09	3,21				5
		Perdas	4497	2466	2136	888	4164	2529	2139	1103	342				2 252
		Qualidade	683	620	0	0	98	68	5	0	0				164
		Disponibilidade	3702	1654	1901	881	4063	2448	2100	1078	342				2 019
		Velocidade	112	192	235	7	3	13	34	25	0				69
		Assembly	604	149	169	183	190	391	636	106	0				270
		Testing	1650	1223	1516	618	1558	1254	1246	875	26				1 107
		MTN-A	1630	1249	1516	603	1573	1225	1157	666	26				1 072
		MTN-T	599	145	169	183	190	385	636	106	0				288
		CEE	71,6	80,1	78,8	88	65,3	78,8	86,1	84,8	72,6				78
		PO(Tmin)	527,18	474,40	396,83	463,44	748,14	412,14	514,34	259,18	418,10				468
		CT(a)	60,5	60,5	60,4	60,4	60,4	60,4	60,4	60,4	60,4				60
		Nuabs	22,71	22,43	17,32	15,03	17,52	21,73	28,21	13,63	2,11				18
		Inicio	02/01/2020	03/02/2020	02/03/2020	14/04/2020	16/05/2020	01/06/2020	01/07/2020	03/08/2020	01/09/2020				43 956
		Fim	31/01/2020	28/02/2020	27/03/2020	30/04/2020	01/06/2020	30/06/2020	31/07/2020	31/08/2020	04/09/2020				43 979
	Dias	29	25	25	16	16	29	30	28	3				22	
	FPY	93,78	91,04	92,75	94,14	92,82	93,71	94,68	95	94				94	
3052	BMW 3Sup 4.1 Final Assembly7	Turnos	82	78	65	37	40	72	85	44	56				62
		Planeado	63538	56700	41684	26827	31783	54667	69602	35502	44491				47 199
		Producido	49011	48377	36787	23159	21735	46808	64280	33569	40448				40 464
		Operadores (Media)	10,83	9,66	7,68	7,99	7,38	10,17	11,23	10,89	11,77				10
		Horas	603,03	579,20	476,20	256,52	289,73	513,77	637,90	336,50	420,07				457
		PCS/Operador/Hora	7,50	8,65	10,06	11,30	10,16	8,96	8,97	9,16	8,18				9
		Perdas	14544	8298	4966	3694	10065	7869	5412	2182	4106				6 793
		Qualidade	1013	2725	1026	871	318	344	401	389	1117				912
		Disponibilidade	13204	5526	3878	2527	9439	7440	4699	1750	2989				5 717
		Velocidade	327	47	62	296	308	85	312	43	0				164
		Assembly	938	858	687	277	264	1317	967	452	911				741
		Testing	7474	3022	973	1211	2493	3553	2560	519	919				2 525
		MTN-A	7305	2933	1156	1282	2466	3725	2652	527	921				2 552
		MTN-T	794	631	529	267	337	1254	955	452	965				687
		CEE	77,6	85,8	88,3	86,7	68,9	85,7	92,3	93,9	90,9				86
		PO(Tmin)	1009,55	931,97	764,21	799,22	946,87	868,60	1070,22	509,63	989,92				877
		CT(a)	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	28,6	26,7	26,7				28
		Nuabs	52,33	55,22	39,28	25,55	23,21	51,65	68,64	33,46	41,67				43
		Inicio	02/01/2020	01/02/2020	01/03/2020	14/04/2020	16/05/2020	01/06/2020	01/07/2020	01/08/2020	01/09/2020				43 956
		Fim	01/02/2020	01/03/2020	27/03/2020	30/04/2020	01/06/2020	01/07/2020	01/08/2020	01/09/2020	21/09/2020				43 981
	Dias	30	29	26	16	16	30	31	20	20				25	
	FPY	96,21	96,57	97,2	96,59	96,17	96,44	96,87	96,17	96,44				96	
3083	Audi FPK	Turnos	64	43	30	21	30	47	30	28	39				37
		Planeado	18425	11809	7328	4822	8677	10780	8567	6 957	10 468				9 759
		Producido	17119	11302	6881	4124	7550	10077	7691	6 273	8 938				8 884
		Operadores (Media)	8,17	8,83	4,88	0,59	0,88	3,92	6,75	4	4				5
		Horas	476,98	330,03	215,05	138,18	222,05	334,73	214,95	194	299				269
		PCS/Operador/Hora	4,39	3,88	6,56	50,44	38,50	7,67	5,30	9	7				15
		Perdas	1448	716	546	791	1208	896	899	961	1 877				1 038
		Qualidade	37	0	26	0	0	20	33	5	13				15
		Disponibilidade	1323	623	474	437	1059	752	857	949	1 847				925
		Velocidade	88	93	46	354	149	124	9	7	17				99
		Assembly	329	363	265	57	479	175	322	39	109				238
		Testing	557	238	91	216	329	448	524	282	150				315
		MTN-A	547	242	91	216	329	458	524	282	150				315
		MTN-T	320	359	265	57	479	175	243	39	109				227
		CEE	92,2	94	92,6	84,3	86,3	91,8	89,6	86	82				89
		PO(Tmin)	684,2840278	492,40614	318,204308	355,220667	600,15917	411,3747126	557,7987554	256,838504	579,686387				473
		CT(a)	66,85	67,55	67,74	66,3	66,4	66,4	66,41236495	66,4523944	66,4523944				67
		Nuabs	43	30	17	11	19	26	19	16	23				23
		Inicio	02/01/2020	01/02/2020	01/03/2020	14/04/2020	16/05/2020	01/06/2020	01/07/2020	01/08/2020	01/09/2020				43 956
		Fim	01/02/2020	28/02/2020	27/03/2020	29/04/2020	01/06/2020	30/06/2020	18/07/2020	31/08/2020	21/09/2020				43 979
	Dias	30	27	26	15	16	29	17	30						

Apêndice 8. INSTRUÇÕES DE RECOLHA DE DADOS

Base de dados Okm

Documento: 2DeliveryQuantities_MB51

ProductGoup > drill down and filter

Tabela dinâmica para as quantidades enviadas

Then copy to OKm repor_for_KPITree

Base de dados Okm

Documento: DMP_Global layout

Drill down and filter

Tabela dinâmica para as quantidades enviadas

Then copy to OKm repor_for_KPITree

Base de dados IDC

Documento: Products per lines_xx_xxxx

Replacement | **Attrition rate** | **Revora** | **Reject**

Drill down and filter

Relevant IDC 1 | Reason | Cost Ctr

Tabela dinâmica para as quantidades enviadas

Then copy to IDC repor_for_KPITree

Base de dados FPY

Documento: <https://brgtef7.pt.bosch.com/cockpit/fpy.php>

families | **Line** | **periodicity** | **From** to

Cost Ctr: Each V_s Line (Ex: 3U27) | Cost Ctr: Month | 2020/01/01 to 2020/09/02

FAMILY: ALL || PRODUCT CLASS: ALL || PRODUCT: ALL || LINE: 3U27 | VIP: ALL || STATION: ALL || BY Month

Then copy to IDC repor_for_KPITree

Figura 116 - Instruções de recolha de dados

Apêndice 9. INQUÉRITO DE SATISFAÇÃO: *STANDARD VISUAL DA KPI TREE*

Inquérito de satisfação - <i>Standard visual da KPI tree</i>		VS Manager/Project owner			
1. Considera que a implementação do novo <i>standard visual</i> trouxe alguma vantagem? Sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>					
1.1 Se respondeu "Não", diga porquê? <input type="text"/>					
2. Marque com um "X" o grau de concordância com as seguintes afirmações. (1-Discordo plenamente; 2-Discordo; 3-Concordo; 4-Concordo plenamente)					
		1	2	3	4
2.1 O <i>standard visual</i> ajuda na leitura dos KPIs.					
2.2 É perceptível a distinção entre os diferentes dados que o KPI apresenta.					
2.3 É perceptível a distinção entre os estados do indicador.					
2.4 A distinção entre os estados dos KPIs na <i>KPI tree</i> é benéfica.					
2.5 Sinto-me confortável com o <i>standard visual</i> .					
2.6 Penso que o indicador tem dados suficientes.					
3.Comentários:					

Figura 117 Inquérito de satisfação: *Standard visual da KPI tree*

Apêndice 10. INQUÉRITO DE SATISFAÇÃO: KPI-TRE E TOOL

Inquérito de satisfação - KPI-TreE Tool		VS Manager/Project owner			
1. Considera que a implementação da KPI-TreE Tool trouxe alguma vantagem? Sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/>					
1.1 Se respondeu "Não", diga porquê? <input type="text"/>					
2. Marque com um "X" o grau de concordância com as seguintes afirmações. (1-Discordo plenamente; 2-Discordo; 3-Concordo; 4-Concordo plenamente)					
		1	2	3	4
2.1 É fácil criar uma <i>KPI tree</i> com a KPI-TreE Tool.					
2.2 A KPI-TreE Tool em geral é de fácil utilização.					
2.3 A KPI-TreE Tool tem funções suficientes para criar <i>KPI trees</i> .					
2.4 A obtenção de dados com a KPI-TreE Tool é rápida.					
2.5 Sinto-me confortável com a ferramenta.					
2.6 A KPI-TreE Tool é benéfica para os <i>System CIP Projects</i> .					
3.Comentários:					

Figura 118 - Inquérito de satisfação: KPI-TreE Tool

Apêndice 11. INQUÉRITO DE SATISFAÇÃO KPI *TREE* NA DERIVAÇÃO DOS PROJETOS

Inquérito de satisfação - KPI <i>tree</i> na derivação dos projetos		VS Manager			
1. Considera que a implementação das KPI <i>trees</i> na derivação dos projetos trouxe alguma vantagem?		Sim	<input type="checkbox"/>	não	<input type="checkbox"/>
1.1 Se respondeu "Não", diga porquê?		<input type="text"/>			
2. Marque com um "X" o grau de concordância com as seguintes afirmações. (1-Discordo plenamente; 2-Discordo; 3-Concordo; 4-Concordo plenamente)					
		1	2	3	4
2.1	A KPI-TreE Tool tem os KPRs necessários para definir os projetos.				
2.2	A TreE-Tool fornece acesso rápido aos dados dos KPIs.				
2.3	O tempo de análise dos indicadores nas KPI <i>trees</i> é reduzido.				
2.4	A KPI-TreE Tool fornece todos os KPIs relacionados com os KPRs necessários.				
2.5	Não precisei de outros <i>inputs</i> para análises das KPI <i>trees</i> .				
2.6	As KPI <i>trees</i> fornecem dados fidedignos para a tomada de decisões rápidas.				
3.Comentários:					

Figura 119 - Inquérito de satisfação KPI *tree* na derivação dos projetos

Apêndice 12. INQUÉRITO DE SATISFAÇÃO KPI *TREE* NA EXECUÇÃO DOS PROJETOS

Inquérito de satisfação - KPI <i>tree</i> na execução dos projetos		Project owner			
1. Considera que a implementação da KPI <i>tree</i> na execução dos projetos trará alguma vantagem?		Sim	<input type="checkbox"/>	não	<input type="checkbox"/>
1.1 Se respondeu "Não", diga porquê?		<input type="text"/>			
2. Marque com um "X" o grau de concordância com as seguintes afirmações. (1-Discordo plenamente; 2-Discordo; 3-Concordo; 4-Concordo plenamente)					
		1	2	3	4
2.1	Existe KPI <i>tree</i> para os projetos que recebi.				
2.2	A análise da causa raiz dos projetos será rápida com as KPI <i>trees</i> .				
2.3	A função de simulação na KPI <i>tree</i> , será importante para análise de impactos entre indicadores.				
2.4	O estudo dos indicadores dos projetos com KPI <i>tree</i> será mais conciso e centralizado.				
2.5	A ferramenta é flexível a nível de alterações de gráfico e conteúdo.				
3.Comentários:					

Figura 120 - Inquérito de satisfação KPI *tree* na execução dos projetos

Apêndice 13. INQUÉRITO SOBRE A PERTINÊNCIA DAS KPI TREES NOS PROJETOS DE CIP

KPI Tree nos projetos CIP – Project Owners

O presente questionário surge no âmbito de um projeto de dissertação de mestrado. O objetivo do mesmo é avaliar a pertinência da KPI *tree* nos projetos CIP.

Assinale com um X apenas a resposta que considerar mais correta. Se achar pertinente, preencha o campo de resposta aberta.

1)- Já utilizou uma KPI *tree* em algum projeto?

Sim

Não (Passar para questão 2)

1.1)- Se sim, Qual foi a finalidade da utilização?

Monitorização dos KPIs do projeto Resolução do projeto

Explicação do foco (*causa raiz*) do projeto Outras razões: _____.

2)- Qual é a importância de ter uma KPI *tree* na definição de um projeto?

Não tem importância nenhuma Derivação do projeto

Analisar os KPIs do objetivo do projeto Outras razões: _____.

3)- No contexto BPS, é obrigatório a existência de uma KPI *tree* na definição de um projeto novo?

Sim porque _____.

Não porque _____.

4)- Já aceitou um projeto sem KPI *tree*?

Sim

Não porque _____ (Passar para questão 5).

4.1)- Se sim, porquê?

Não fez diferença a existência de uma KPI *tree* no projeto

Não é minha competência determinar ou não a existência de uma KPI *tree* no projeto

Outras razões: _____.

4.2)- No projeto sem KPI *tree* considerado na questão 4:

Tive dificuldades na perceção do foco do projeto

Tive dificuldades em entender os KPIs definidos

O foco estava bem definido

O foco estava mal definido

Teve Sucesso na mesma

Outras facilidades: _____.

Outras dificuldades: _____.

5)- Um levantamento feito em novembro de 2019 no ProGrow, concluiu que 62% dos projetos não estavam acompanhados de uma KPI *tree*, qual seria a causa?

6) – Enquanto *Project Owner*, o que sugere para os projetos estarem acompanhados de uma KPI *tree*?

Não aceitar projetos sem KPI *tree*

Criação de uma ferramenta de desenvolvimento da KPI *tree*

Fornecer standards para criação da KPI *tree* aos VS *Managers*

Criação e divulgação das KPI *trees* predefinidas

Outra Sistemática: _____.

Apêndice 14. INQUÉRITO SOBRE A PERTINÊNCIA DAS KPI *TREES* NOS PROJETOS DE CIP

KPI *Tree* nos projetos CIP –VS *Managers*

O presente questionário surge no âmbito de um projeto de dissertação de mestrado. O objetivo do mesmo é avaliar a pertinência da KPI *tree* nos projetos CIP.

Assinale com um X apenas a resposta que considerar mais correta. Se achar pertinente, preencha o campo de resposta aberta.

1)- Qual é a importância da KPI *tree* ?

Transparência Focos nos principais desperdícios e impacto dos KPR nos QCD
Exposição dos KPIs Não tem importância

Outra: _____.

2)- Qual é a importância de ter uma KPI *tree* na definição de um projeto?

Não tem importância nenhuma Derivação do projeto
Analisar os KPIs do projeto Resolução do projeto

Outras razões: _____.

3)- Já criou uma KPI *tree*?

Não porque _____.(Passar para questão 4)

Sim

3.1) Se sim, o que o motivou?

Análise dos Indicadores Imposição/regras de apresentação do projeto
Necessidades do projeto Explicação do foco do projeto

Outras razões: _____.

3.2) - Quais foram as dificuldades que enfrentou durante a criação da KPI *tree*?

Falta de conhecimento sobre os KPIs
Falta de conhecimento sobre as regras de construção da KPI *tree*;
Falta de conhecimento sobre as posições hierárquicas dos KPIs

Outras dificuldades: _____.

3.3) – De 1 a 5 como avalia a qualidade das KPI *trees* que criou em termos de hierarquia e dependência lógica entre os KPIs?

1 Baixa, 2 Média, 5 Alta

1 (KPIs mal identificados, Posição Hierárquica Incorreta, dependência Incorreta)

3 (KPIs bem identificados, Posição Hierárquica Incorreta, dependência incorreta)

5 (KPIs bem identificados, Posição Hierárquica correta, dependência bem definidas)

4)- Um levantamento feito em novembro de 2019 no ProGrow levou a conclusão que 62% dos projetos não estavam acompanhados de uma KPI *tree*, qual seria a causa?

5)- O que deve ser feito para os projetos estarem acompanhados de uma KPI *tree*?

Fornecer ferramentas de criação automática

Criação e divulgação das KPI *trees* predefinidas

Outra sistemática: _____.

6) – Enquanto VS *Manager*, o que sugere para promover a derivação dos projetos através das KPI *trees*:

Formações sobre como derivar

Criação de ferramentas para derivação

Criação de standard para derivação

Outra Sistemática: _____.

Apêndice 15. SYSTEM CIP WORKSHOP IMPLEMENTAÇÃO DAS KPI TREES



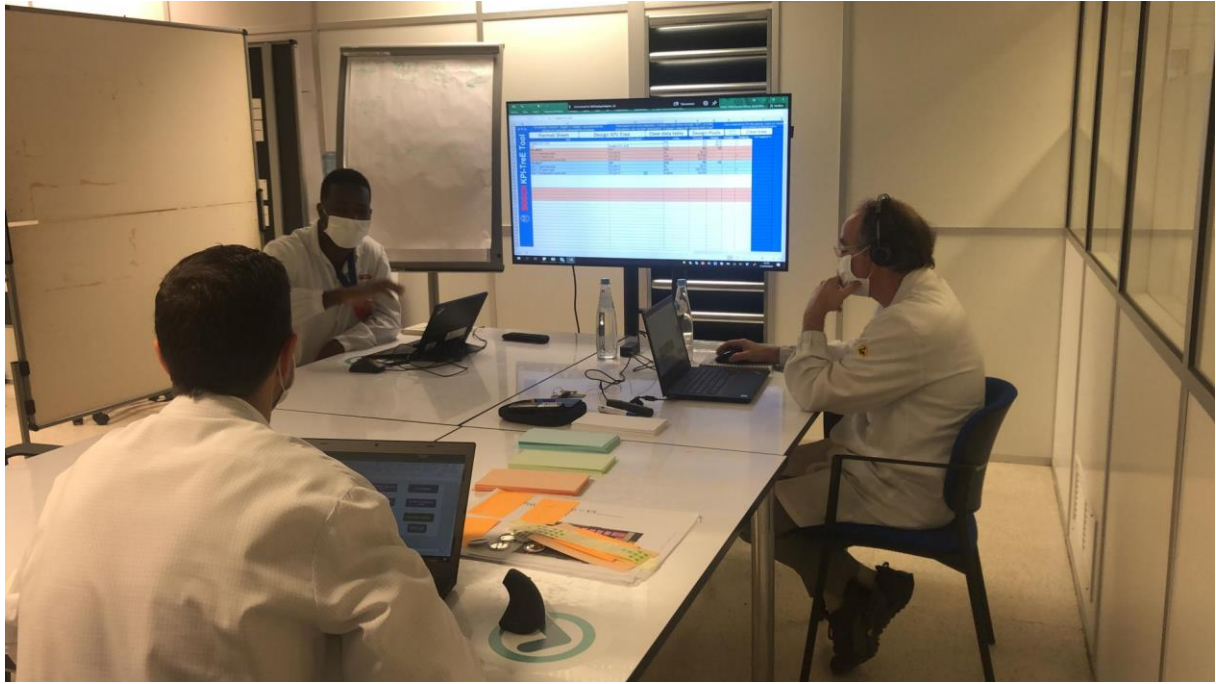


Figura 121 - Fotografias elucidativas da terceira revisão do *System CIP workshop*.

Apêndice 16. ÁRVORE E TABELA COM FORMULAS DOS KPIS PARA KPI TREE DO WPD

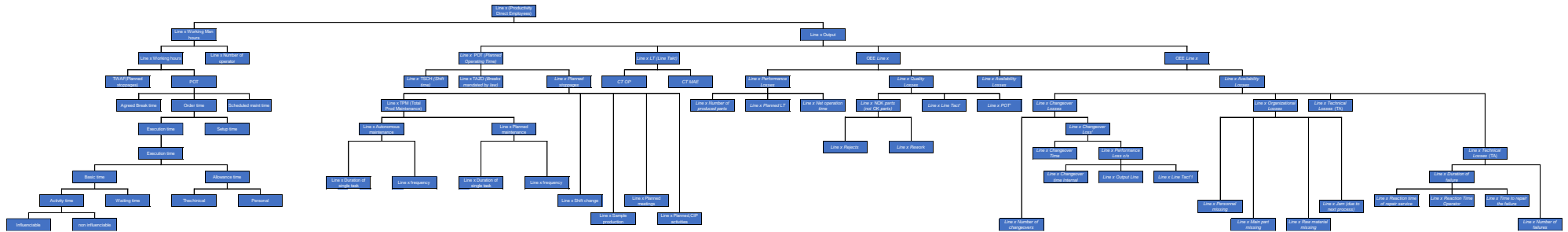


Figura - 122 KPI tree completa

Tabela 26 - Fórmulas para a KPI tree da produtividade

Level	KPI	Fórmula	Unidade	Descrição
0	KPR	WPD value stream	pcs/mhr	Produtividade do value stream considerando linhas iguais
1	KPR	WPD line	pcs/mhr	Produtividade da linha
1.1	I-KPI	Npcd	Nr	Soma do número de colaboradores direto
1.2	M-KPI	Working hours	h	período de produção observado
1.2.1	M-KPI	Planned stoppages	min	Parâmetros planejados
1.2.2	M-KPI	POT (Planned operating time)	min	Tempo planejado de operação
1.2.2.1	M-KPI	Agreed time	min	Tempo de pausa
1.2.2.2	M-KPI	Scheduled maintenance	min	Tempo planejado de manutenção
1.2.2.3	M-KPI	Order time	min	Tempo por encomenda (lot)
1.2.2.3.1	M-KPI	Setup time	min	Tempo de preparação
1.2.2.3.2	M-KPI	Execution time	sec	Tempo de execução
1.2.2.3.2.1	M-KPI	Basic time	sec	Tempo de atividade + tempo de espera
1.2.2.3.2.1.1	I-KPI	Waiting time	sec	Tempo de espera
1.2.2.3.2.1.2	M-KPI	Activity time	sec	Tempo de atividade
1.2.2.3.2.1.2.1	I-KPI	influenciabile time	sec	Tempo que impactam o produto
1.2.2.3.2.1.2.2	I-KPI	non influenciabile time	sec	Tempo que não impactam o produto
1.2.2.3.2.2	M-KPI	Allowance time	sec	Tempo de interrupções técnicas + pessoais
1.2.2.3.2.2.1	I-KPI	Thechnical	sec	Tempo de interrupções técnicas
1.2.2.3.2.2.2	I-KPI	Personal	sec	Tempo de interrupções pessoais
1.3	M-KPI	Output	pcs	Qualidade de peças produzida na linha
1.3.1	M-KPI	POT	min	Tempo planejado de produção
1.3.1.1	I-KPI	Legal breaks	min	Tempo de pausas legais
1.3.1.2	I-KPI	Shift time	min	Período de duração do turno
1.3.1.3	M-KPI	Planned stoppages	min	Período de paragens planejadas
1.3.1.3.1	I-KPI	Shift change	min	Período de mudança de turno
1.3.1.3.2	I-KPI	Planned meetings	min	Período de reuniões planejadas
1.3.1.3.3	I-KPI	Planned CIP activities	min	Período de atividades de melhoria contínua
1.3.1.3.4	I-KPI	sample production	min	Período de produção de amostras
1.3.1.3.5	M-KPI	TPM	min	Período de manutenção planejada
1.3.1.3.5.1	M-KPI	Auton maint	min	Período de manutenção autônoma
1.3.1.3.5.1.1	I-KPI	Durat of singl Task	min	Duração de uma tarefa
1.3.1.3.5.1.2	I-KPI	Frequency	Nr	Número de vezes em que é realizada a tarefa
1.3.1.3.5.1.3	I-KPI	Number of workers	Nr	Número de operários a realizar a tarefa
1.3.1.3.5.2	M-KPI	Plann Maant	min	Período de manutenção planejada
1.3.2	M-KPI	LT	sec/pcs	Tempo de ciclo da linha de produção
1.3.2.1	I-KPI	CT OP	sec/pcs	Tempo de ciclo da máquina
1.3.2.2	M-KPI	CT MAE	sec/pcs	Tempo de ciclo da máquina
1.3.3	M-KPI	OEE	%	Eficiência da linha
1.3.3.1	M-KPI	Performance losses	%	Perda de performance
1.3.3.1.1	M-KPI	Num of prod parts	pcs	Quantidades boas, defeituosas e retrabalhadas
1.3.3.1.2	M-KPI	plannLT	sec/pcs	Tempo planejado de produção
1.3.3.1.3	I-KPI	Net operation time	min	Tempo líquido de produção
1.3.3.2	M-KPI	Quality losses	%	Perdas de qualidade na linha
1.3.3.2.1	M-KPI	Reject	pcs	Quantidade de peças com defeitos
1.3.3.2.1.1	I-KPI	Reject	pcs	Quantidade de peças rejeitadas
1.3.3.2.1.2	I-KPI	Rework	pcs	Quantidade de peças retrabalhadas
1.3.3.3	M-KPI	Availibility losses	%	Perdas por disponibilidade
1.3.3.3.1	M-KPI	CO losses	min	Perdas durante o changeover
1.3.3.3.1.1	I-KPI	Num of changeover	Nr	Número de changeover ocorridos
1.3.3.3.1.2	M-KPI	Changeover losses	min/event	Perdas por changeover
1.3.3.3.1.2.1	M-KPI	Output CO	pcs/event	Peças produzidas por changeover
1.3.3.3.1.2.2	I-KPI	Changeover time internal	min	Tempo de changeover interno
1.3.3.3.2	M-KPI	Organizational losses	min	Perdas organizacionais da linha
1.3.3.3.2.1	I-KPI	Personel missing	min	Tempo de ausência do colaborador
1.3.3.3.2.2	I-KPI	raw material missing	min	Tempo de ausência de material
1.3.3.3.2.3	I-KPI	jam	min	Duração do congestionamento na linha
1.3.3.3.3	M-KPI	Technical losses	min	Duração das perdas técnicas
1.3.3.3.3.1	I-KPI	Number of failure	Nr	Número de falhas ocorridas na linha
1.3.3.3.3.2	M-KPI	Duration of failure	min	Duração da falha na linha
1.3.3.3.3.2.1	I-KPI	Reaction time of repair service	min	Tempo de reação do serviço de reparação
1.3.3.3.3.2.2	I-KPI	Reaction time of operator	min	Tempo que leva o reparador de avarias a reagir à mesma
1.3.3.3.3.2.3	I-KPI	Time to repair the failure	min	Tempo necessário para reparação da avaria

Anexo 1.BPS MATURITY PICTURE

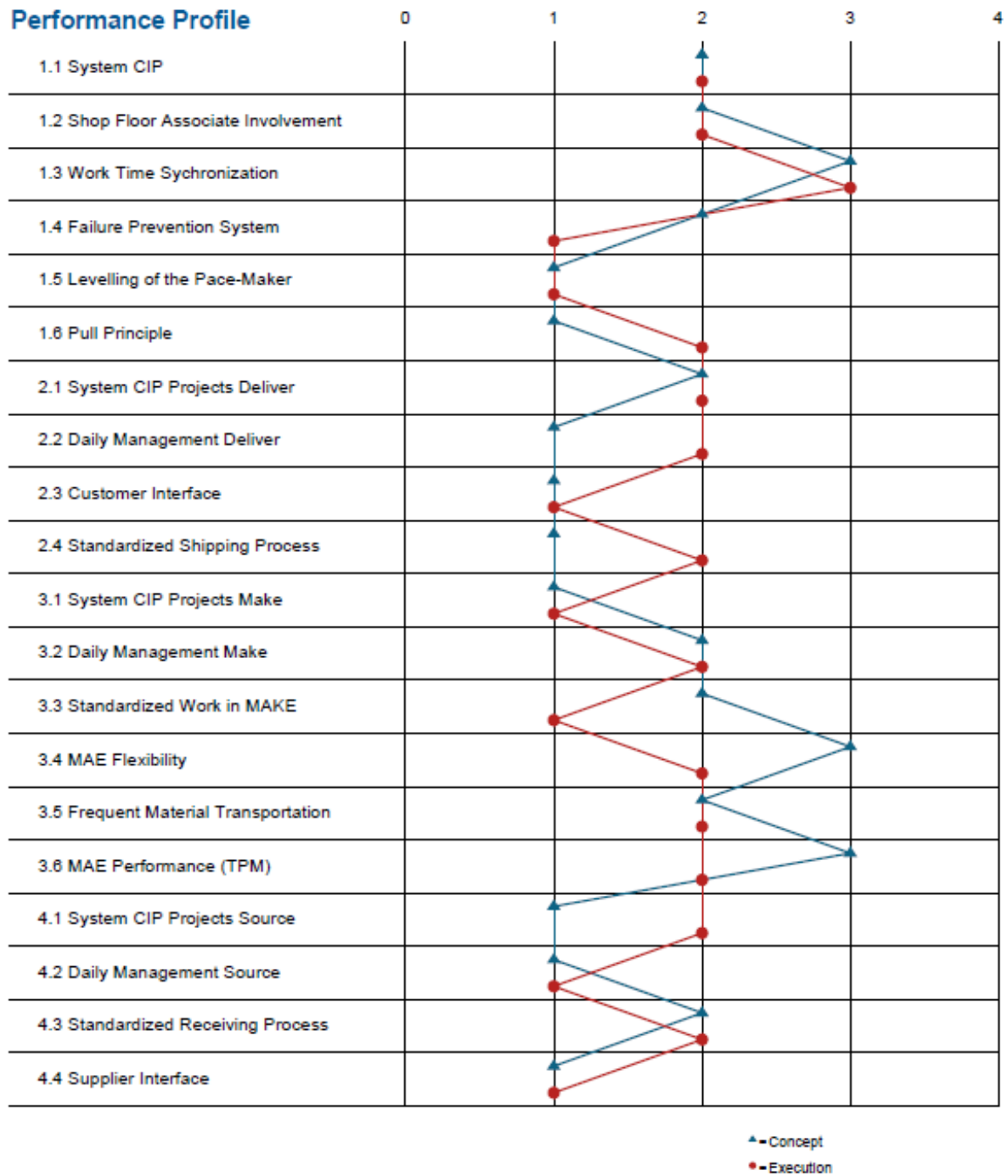


Figura 123 - BPS Maturity picture

A Figura 123 apresenta um do *BPS Maturity picture*, nível de cada tópico em termos de execução e conceito

Anexo 2. MODELOS USADOS PARA CRIAR KPI TREES

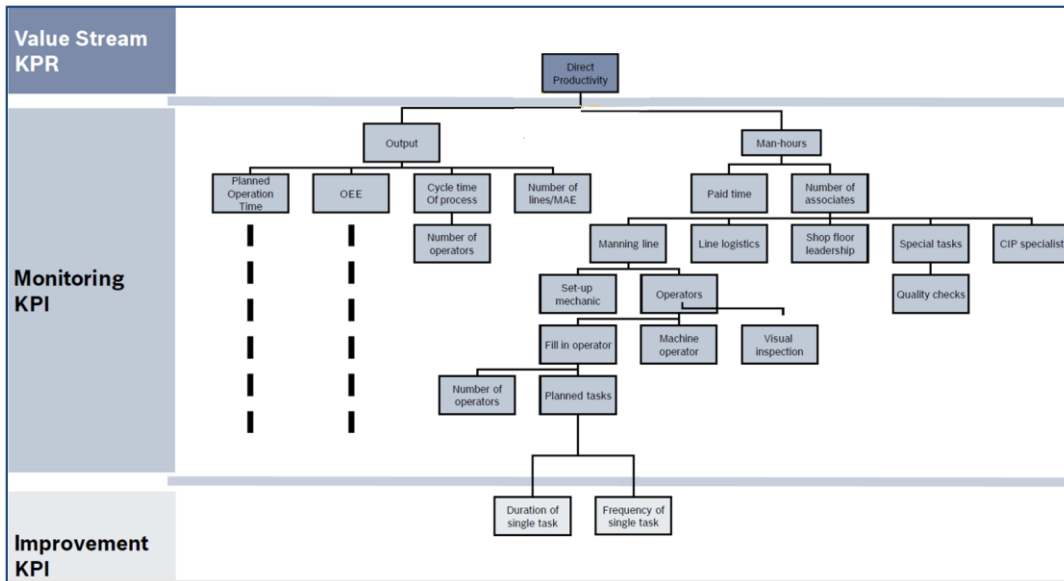


Figura 124 - Exemplo 1: *Standard KPI tree*.

Figura 35: *Standard* com nomenclatura dos indicadores.

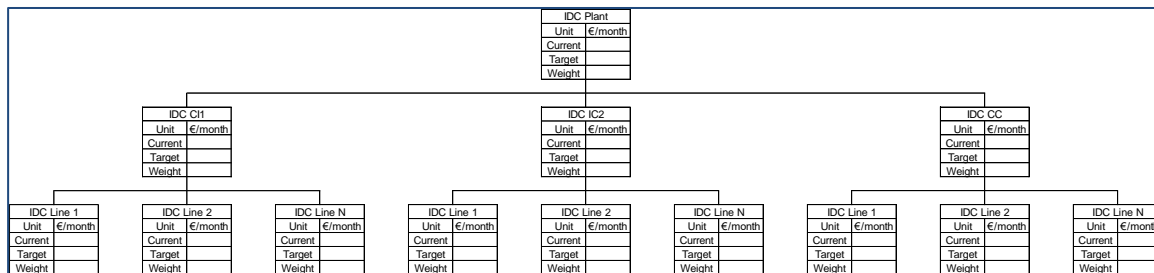


Figura 125 - Exemplo 2: *Standard KPI tree*.

Figura 125: *Standard* com os campos gerais *Name, Unity, Current, Target e Weight*.

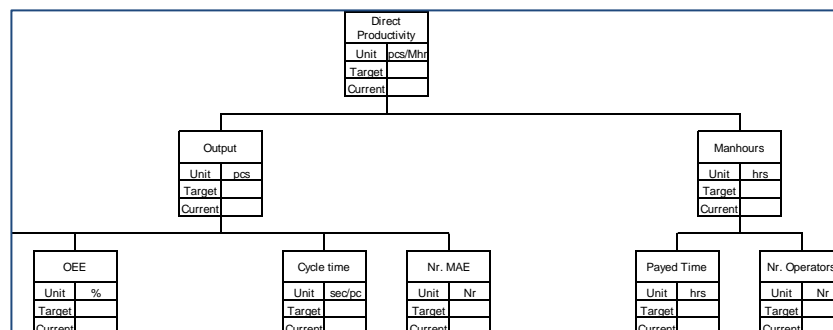


Figura 126 - Exemplo 3: *Standard KPI tree*.

Figura 126: *Standard* sem o campo *Weight*.

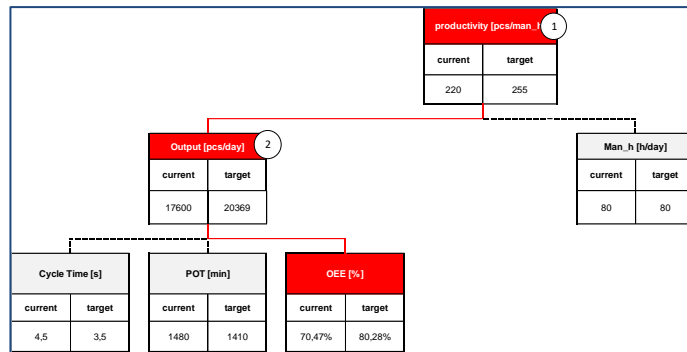


Figura 127 - Exemplo 4: Standard KPI tree.

Figura 127: Standard com os campos gerais Name e Unity, Current e Target.

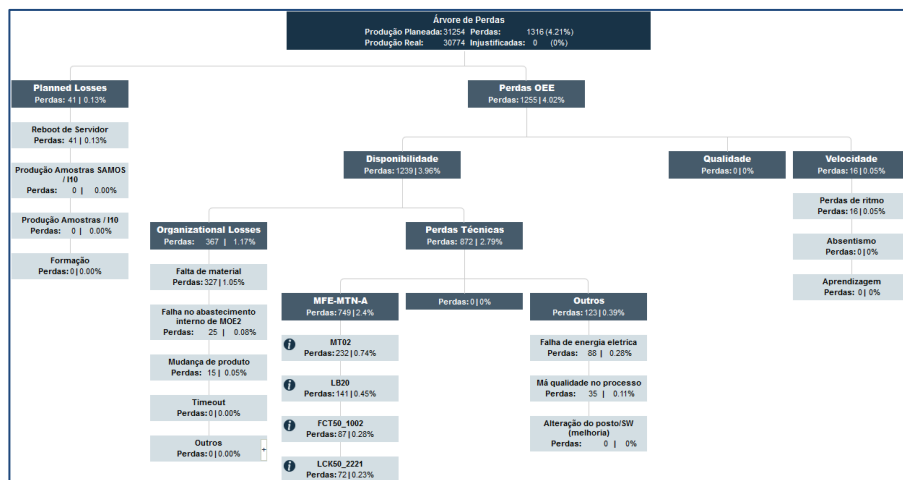


Figura 128 - Exemplo 4: Árvore de perdas.

Anexo 3. KPI TREE STANDARD CENTRAL BOSCH

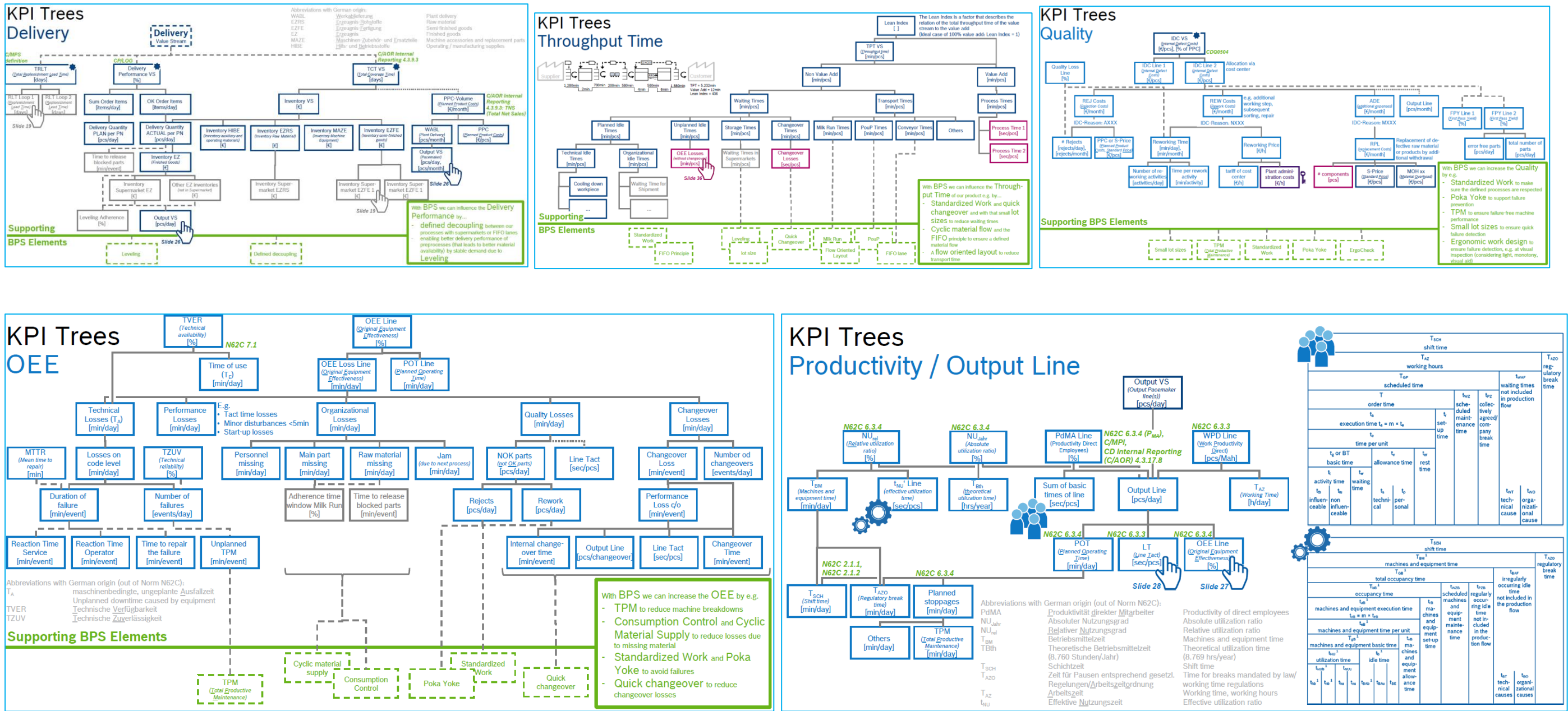


Figura 129 - Standard KPI trees da central Bosch