

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
Escola de Engenharia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais –  
PPGE3M

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE  
MANUTENÇÃO EM INDÚSTRIAS DE CONFORMAÇÃO DE REVESTIMENTOS  
CERÂMICOS**

**VILSON MENEGON BRISTOT**

**TESE DE DOUTORADO**

**PORTO ALEGRE  
2012**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
Escola de Engenharia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-  
PPGE3M

**ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE  
MANUTENÇÃO EM INDÚSTRIAS DE CONFORMAÇÃO DE REVESTIMENTOS  
CERÂMICOS**

**Vilson Menegon Bristot**  
Engenheiro Agrimensor  
Mestre em Engenharia Mecânica

Trabalho realizado no Departamento de Metalurgia da Escola de Engenharia da  
UFRGS, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas,  
Metalúrgica e de Materiais - PPGE3M, como parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Doutor

Área de Concentração: Processos de Fabricação

Porto Alegre  
2012

Esta Proposta de Tese foi julgada adequada para obtenção do título de Doutor em Engenharia, área de concentração Processos de Fabricação e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Lírio Schaeffer

Banca Examinadora:

Professor Dr. João Bosco da Mota Alves

Professor Dr. Jovani Castelan

Professor Dr. Vilson Gruber

Prof. Dr. Telmo Roberto Strohaecker

Coordenador do PPGE3M

Dedico este trabalho

*DEDICATÓRIA*

*À minha esposa Ana Paula e ao nosso bebê que está por vir,  
“Pelo amor, incentivo, apoio incondicional, companheirismo e suporte emocional,  
além dos puxões de orelha que me ajudaram em muito o término deste  
trabalho.....EU AMO VOCÊS!!!!!!”*

*Aos meus pais,  
“Razão maior de minha existência e exemplo de amor com que fui criado”*

*Ao meu irmão Vilmar,  
“Pelo apoio e pelas contribuições  
que muito enriqueceram este trabalho”*

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Lírio Schaeffer, por ter dado forma aos meus ideais, pela sua dedicação e paciência.

A Ana Paula Goulart Bristot, minha esposa, pela motivação, companheirismo e compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus pais, Valdemar Bristot e Ada Menegon Bristot, pelo apoio, incentivo à educação, exemplo de vida e carinho.

Ao meu irmão Vilmar Menegon Bristot, pelo compartilhamento do tempo e pelo constante incentivo que jamais me permitiu esmorecer.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>XVI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES .....	1
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA .....	7
1.3 JUSTIFICATIVA E ASPECTOS INOVADORES .....	8
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	10
1.5 ETAPAS DA PESQUISA .....	10
1.6 ESTRUTURA DA TESE .....	11
<b>2. CAPÍTULO 02 – REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 CONCEITOS DE MANUTENÇÃO .....	14
2.1.1 DEFEITO, FALHA E PANE .....	15
2.1.2 CONFIABILIDADE .....	15
2.1.3 CONCEITO DE SISTEMA .....	16
2.1.4 COMPONENTES E PEÇAS DE MONTAGEM .....	17
2.1.5 VIDA ÚTIL .....	18
2.1.6 A MANUTENIBILIDADE OU MANTENABILIDADE INDUSTRIAL .....	18
2.1.7 INTERCAMBIABILIDADE E ACESSIBILIDADE .....	19
2.1.8 DISPOSIÇÃO DE INDICADORES NOS EQUIPAMENTOS .....	20
2.2 MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA .....	21
2.2.1 ESTATÍSTICAS SOBRE A MANUTENÇÃO NO BRASIL .....	22
2.3 ADMINISTRAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO .....	26
2.3.1 ORGANIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO .....	30
2.3.2 PRINCÍPIOS QUE PREVALECEM NUMA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL .....	32
2.3.3 A GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO E A DIFERENÇA ENTRE EFICIÊNCIA E EFICÁCIA .....	34
2.3.4 MANUTENÇÃO ESTRATÉGICA .....	36
2.3.5 A RELAÇÃO DA MANUTENÇÃO COM A QUALIDADE, A PRODUTIVIDADE E A LUCRATIVIDADE .....	37
2.3.6 PCM – PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO .....	43
2.3.7 EDM – ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO .....	46
2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	48
2.4.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA .....	48
2.4.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	49
2.4.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA .....	51
2.4.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA .....	52
2.5 CADASTRO DE EQUIPAMENTOS .....	52
2.6 CUSTOS DA MANUTENÇÃO .....	53
<b>3. CAPÍTULO 03 – PROCESSO PRODUTIVO PARA OBTENÇÃO DE PLACAS CERÂMICAS</b> .	<b>56</b>
3.1 A HISTÓRIA DA CERÂMICA E O PROCESSO PRODUTIVO DE PLACAS DE REVESTIMENTOS .....	56
<b>4. CAPÍTULO 04 – DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DO SISTEMA PARA GESTÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO – ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>67</b>
4.1 MODELO DO SISTEMA DE GESTÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO .....	67

4.2 PLANEJAMENTO PARA GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO DO MODELO.....	69
4.3 HISTÓRICO E CADASTRO DOS EQUIPAMENTOS.....	70
4.3.1 ORDEM DE SERVIÇO DE TERCEIROS .....	72
4.3.2 REQUISIÇÃO DE COMPRA.....	75
4.4 MANUTENÇÃO CORRETIVA .....	81
4.4.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA INTERNA COM EMPRESAS TERCEIRAS.....	87
4.5 MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	89
4.6 MATERIAIS SOBRESSALENTES FABRICADOS PARA SUBSTITUIÇÃO .....	98
<b>5. CAPÍTULO 05 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL COM O MODELO DE SISTEMA PARA GESTÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO .....</b>	<b>103</b>
5.1 EXPERIMENTO COM USO DAS FERRAMENTAS DO MODELO .....	103
5.2 CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.....	103
5.3 ORDEM DE SERVIÇO DE TERCEIROS.....	104
5.4 REQUISIÇÕES DE COMPRAS .....	109
5.5 DADOS DO CARTÃO DE MANUTENÇÃO .....	110
5.6 SIMULAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA .....	114
5.6.1 CHECAGEM DE MANUTENÇÃO DE ROTINA SEM ANORMALIDADES.....	114
5.6.2 CHECAGEM DE MANUTENÇÃO DE ROTINA COM ANORMALIDADES .....	115
<b>6. CAPÍTULO 06 – RESULTADOS E DISCUSSÕES DA SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL COM A APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO.....</b>	<b>121</b>
6.1 PLANEJADOR E CONTROLADOR DE MANUTENÇÃO .....	121
6.2 CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.....	121
6.3 ORDEM DE SERVIÇO DE TERCEIROS.....	121
6.4 CARTÃO DE MANUTENÇÃO E RELATÓRIOS COM PARADA DE EQUIPAMENTOS E PRODUÇÃO.....	122
6.5 REQUISIÇÕES DE COMPRAS .....	122
6.6 PLANEJAMENTO ORÇAMENTÁRIO .....	123
<b>7. CAPÍTULO 07 – IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM INDÚSTRIAS DE CONFORMAÇÃO DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....</b>	<b>124</b>
7.1 O PANORAMA DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO.....	124
7.1.1 OS PROBLEMAS DETECTADOS NO DEPARTAMENTO.....	124
7.1.2 CARÊNCIA DE DOCUMENTOS NO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO .....	125
7.1.3 PRIVAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO .....	125
7.1.4 LIMITAÇÃO DO FUNCIONAMENTO PRÁTICO DA OFICINA CENTRAL .....	127
7.1.5 CONTROLE DE COMPRAS E DE ESTOQUE DEFICIENTES .....	127
7.1.6 CONGLOBAMENTO DOS PROBLEMAS APRESENTADOS .....	128
7.2 MODIFICAÇÕES REALIZADAS NO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO .....	129
7.2.1 FORMAÇÃO DE ENCERRAGADOS DE TURNOS PARA FORTALECER A MANUTENÇÃO .....	130
7.2.2 DESENVOLVIMENTO DA FUNÇÃO DE PLANEJADOR E CONTROLADOR DE MANUTENÇÃO .....	130
7.2.3 APLICAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO DO MODELO .....	131
<b>8. CAPÍTULO 08 – RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>133</b>
8.1 RESULTADOS .....	133
8.2 RESULTADOS NUMÉRICOS.....	133
8.3 RESULTADO QUALITATIVO .....	135
8.4 RESULTADOS COM OS ENCARREGADOS DE TURNOS .....	135
8.5 RESULTADOS COM O DESENVOLVIMENTO DA FUNÇÃO DE PLANEJADOR E CONTROLADOR DE MANUTENÇÃO.....	136
8.6 RESULTADOS COM O PLANO DE MANUTENÇÃO DE ROTINA .....	137
<b>9. CONCLUSÕES .....</b>	<b>138</b>
<b>10. TRABALHOS CORRELATOS A TESE.....</b>	<b>140</b>

11. RECOMENDAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	142
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	143
ANEXO 1 .....	150
ANEXO 2 .....	151
ANEXO 3 .....	152

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 01 – ILUSTRAÇÃO DO CONTEXTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (ANFACER, 2011).</b> .....	<b>1</b>
<b>FIGURA 02 – PRINCIPAIS PRODUTORES MUNDIAIS DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS (ANFACER, 2011).</b> .....	<b>2</b>
<b>FIGURA 03 – PRINCIPAIS MERCADOS CONSUMIDORES DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS (ANFACER, 2011).</b> .....	<b>3</b>
<b>FIGURA 04 – PRINCIPAIS PAÍSES EXPORTADORES DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS (ANFACER, 2011).</b> .....	<b>4</b>
<b>FIGURA 05 – EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS (ANFACER, 2011)</b> .....	<b>4</b>
<b>FIGURA 06 – CONSUMO INTERNO DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS PRODUZIDOS NO BRASIL (ANFACER, 2011).</b> .....	<b>5</b>
<b>FIGURA 07 – DESTINOS PRINCIPAIS DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS PRODUZIDOS, NO BRASIL, EM 2010 (ANFACER, 2011)</b> .....	<b>5</b>
<b>FIGURA 08 – TIPOLOGIAS DE PRODUTOS FABRICADOS NO BRASIL (ANFACER, 2011)</b> .....	<b>6</b>
<b>FIGURA 09 – PARTICIPAÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS NO BRASIL (ANFACER, 2011).</b> .....	<b>7</b>
<b>FIGURA 10 – PRODUÇÃO BRASILEIRA DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS (ANFACER, 2011)</b> .....	<b>9</b>
<b>FIGURA 11 – EVOLUÇÃO X PRÁTICA DE MANUTENÇÃO (PINTO, 1999)</b> .....	<b>46</b>
<b>FIGURA 12 – PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS VIA ÚMIDA (FONSECA, 2000)</b> .....	<b>57</b>
<b>FIGURA 13 – MOINHOS DE BOLAS (BRISTOT, 1996).</b> .....	<b>58</b>
<b>FIGURA 14 – ATOMIZADOR: (A) SISTEMA FÍSICO; (B) VISTA ESQUEMÁTICA (BRISTOT, 1996).</b> .....	<b>59</b>
<b>FIGURA 15 – PRENSA HIDRÁULICA CERÂMICA (SACMI, 2011).</b> .....	<b>60</b>
<b>FIGURA 16 – SECADOR VERTICAL (SACMI, 2011).</b> .....	<b>62</b>
<b>FIGURA 17 – LINHA DE ESMALTAÇÃO (BRISTOT, 1996)</b> .....	<b>63</b>
<b>FIGURA 18 – APLICAÇÃO DE ESMALTE (VÉU CAMPANA) (KINGERY, 1998).</b> .....	<b>64</b>
<b>FIGURA 19 – DECORADORA: (A) PLANA; (B) ROTATIVA; (C) JATO DE TINTA (BURZACCHINI E ZANNINI, 2009)</b> .....	<b>65</b>
<b>FIGURA 20 – FORNO A ROLO (BRISTOT, 1996).</b> .....	<b>66</b>

<b>FIGURA 21 – ZONA DE CLASSIFICAÇÃO, EMBALAMENTO, PALETIZAÇÃO E EXPEDIÇÃO (KINGERY, 1998).....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 22 – MODELO DE ARQUITETURA PROPOSTA PARA GESTÃO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 23 – PLACA DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 24 – SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA – SGI.....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 25 – SISTEMA DESENVOLVIDO PARA CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 26 – SISTEMA PARA ABERTURA DE ORDENS DE SERVIÇO DE TERCEIROS.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 27 – TELA PARA IMPRESSÃO DE ORDENS DE SERVIÇO DE TERCEIROS.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 28 – OST IMPRESSA.....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 29 – TELA PARA ENCERRAMENTO DE OST.....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 30 – FORMULÁRIO DE REQUISIÇÃO DE COMPRAS.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 31 – SISTEMA INFORMATIZADO DE REQUISIÇÃO DE COMPRAS.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 32 – MODELO PARA INSERÇÃO DE ITENS NUMA REQUISIÇÃO DE COMPRA.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 33 – TELA PARA LIBERAÇÃO DE REQUISIÇÕES DE COMPRAS.....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 34 – INCLUSÃO DE ORÇAMENTO PARA AS DESPESAS DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 35 – FERRAMENTA PARA SOLICITAÇÃO DE MANOBRA DE VERBA.....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 36 – CARTÃO DE MANUTENÇÃO; (A) VISTA EXTERNA; (B) VISTA INTERNA.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 37 – TELA PARA INCLUSÃO DE PEÇAS SUBSTITUÍDAS NOS EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 38 – TELA PARA CONSULTA DE PEÇAS SUBSTITUÍDAS POR EQUIPAMENTO.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 39 – TELA PARA INCLUSÃO DE PARADAS DE EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 40 – TELA PARA EMISSÃO DE RELATÓRIO DE PARADAS DE EQUIPAMENTOS NO PERÍODO.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 41 – RELATÓRIO DE PARADAS DE EQUIPAMENTOS POR PERÍODO.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 42 – TELA PARA INCLUSÃO DE PARADAS DE PRODUÇÃO POR DEFEITO DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 43 – TELA PARA GERAÇÃO DE RELATÓRIO DE PARADAS DE PRODUÇÃO POR MOTIVO DE MANUTENÇÃO NO PERÍODO.....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 44 – RELATÓRIO DE PARADAS DE PRODUÇÃO POR PERÍODO.....</b>	<b>86</b>
<b>FIGURA 45 – TELA DE SOLICITAÇÃO DE HORAS PERDIDAS NA PRODUÇÃO POR DEFEITOS DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>86</b>

<b>FIGURA 46 – RELATÓRIO SEMANAL DE PARADAS DE PRODUÇÃO. ....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA 47 – TELA PARA ABERTURA DE OST PARA MANUTENÇÃO INTERNA COM EMPRESAS TERCEIRIZADAS. ....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 48 – TELA PARA INCLUSÃO DE DADOS DO ROTEIRO DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>FIGURA 49 – MODELO PROPOSTO DE ROTEIRO DE MANUTENÇÃO.....</b>	<b>90</b>
<b>FIGURA 50 – TELA PARA INCLUSÃO DE SOLICITAÇÃO DE SERVIÇOS A SEREM REALIZADOS NA MANUTENÇÃO PROGRAMADA.....</b>	<b>91</b>
<b>FIGURA 51 – TELA DE CONSULTA DE SOLICITAÇÕES PENDENTES PARA MANUTENÇÃO... ..</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 52 – TELA DE CONSULTA DETALHADA DAS SOLICITAÇÕES DE MANUTENÇÃO PENDENTES.....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 53 – TELA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO DE SOLICITAÇÕES PENDENTES PARA MANUTENÇÃO DE ROTINA.....</b>	<b>93</b>
<b>FIGURA 54 – RELATÓRIO DE SOLICITAÇÕES PARA A MANUTENÇÃO PENDENTES DE ROTINA.....</b>	<b>94</b>
<b>FIGURA 55 – LISTA DE CHECAGEM SECUNDÁRIA PARA MANUTENÇÃO PROGRAMADA.....</b>	<b>95</b>
<b>FIGURA 56 – TELA DE ENCERRAMENTO DE SOLICITAÇÕES DE PENDÊNCIAS DE MANUTENÇÃO DE ROTINA.....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA 57 – TELA DE CONSULTA DA SITUAÇÃO DE SOLICITAÇÕES PENDENTES PARA MANUTENÇÃO A PARTIR DE UMA DATA. ....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 58 – TELA DE LANÇAMENTO DE REQUISIÇÃO DE COMPRAS COM OPÇÃO DE ANEXO DE DESENHO.....</b>	<b>99</b>
<b>FIGURA 59 – TELA DE VINCULAÇÃO DE DESENHOS A REQUISIÇÕES DE COMPRAS ELETRÔNICAS.....</b>	<b>99</b>
<b>FIGURA 60 – CROQUI ESCANEADO DE UMA PEÇA PARA FABRICAÇÃO. ....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 61 – CROQUI DE UMA PEÇA ENVIADA POR FAX. ....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 62 – DESENHO TÉCNICO REALIZADO COM AUXÍLIO DO SOFTWARE AUTO-CAD... ..</b>	<b>102</b>
<b>FIGURA 63 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL PARA CADASTRO DE EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>103</b>
<b>FIGURA 64 – ABERTURA DE OST PARA MANUTENÇÃO INTERNA. ....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA 65 – ABERTURA DE OST PARA MANUTENÇÃO EXTERNA DE EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 66 – DESCRIÇÃO DA OST DO TRABALHO A SER REALIZADO. ....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 67 – AUTORIZAÇÃO DE SAÍDA UTILIZADA ATUALMENTE PELA EMPRESA EM ESTUDO.....</b>	<b>106</b>
<b>FIGURA 68 – OST EXPERIMENTAL.....</b>	<b>107</b>

<b>FIGURA 69 – AUTORIZAÇÃO DE SAÍDA DE EQUIPAMENTOS PARA A OST EXPERIMENTAL.</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA 70 – COMPROVANTE DE RECEBIMENTO DE EQUIPAMENTOS PELO FORNECEDOR DA OST EXPERIMENTAL.....</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA 71 – OST EXPERIMENTAL QUE SIMULA O RETORNO DO EQUIPAMENTO DE UMA MANUTENÇÃO EXTERNA. ....</b>	<b>108</b>
<b>FIGURA 72 – ENCERRAMENTO DA OST DO EXPERIMENTO. ....</b>	<b>108</b>
<b>FIGURA 73 – REQUISIÇÃO DE COMPRA EXPERIMENTAL. ....</b>	<b>109</b>
<b>FIGURA 74 – APROVAÇÃO EXPERIMENTAL PARA REQUISIÇÃO DE COMPRA. ....</b>	<b>109</b>
<b>FIGURA 75 – REGISTRO SIMULADO NO CARTÃO DE MANUTENÇÃO. (A) VISTA EXTERNA; (B) VISTA INTERNA. ....</b>	<b>110</b>
<b>FIGURA 76 – LANÇAMENTO SIMULADO DE PEÇAS SUBSTITUÍDAS NO EQUIPAMENTO.....</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA 77 – LANÇAMENTO SIMULADO DA PARADA DE EQUIPAMENTO DEVIDO À INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>111</b>
<b>FIGURA 78 – LANÇAMENTO SIMULADO DA PARADA DE PRODUÇÃO DEVIDO INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO. ....</b>	<b>112</b>
<b>FIGURA 79 – RELATÓRIO SIMULADO COM A PARADA DE EQUIPAMENTO DEVIDO À INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>112</b>
<b>FIGURA 80 – RELATÓRIO SIMULADO COM A PARADA DE PRODUÇÃO DEVIDO À INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO.....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA 81 – RELATÓRIO SEMANAL COM PARADAS DE PRODUÇÃO E PORCENTAGEM DO SETOR SIMULADO.....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA 82 – SIMULAÇÃO DE ROTINA DE MANUTENÇÃO REALIZADA SEM VERIFICAÇÃO DE ANORMALIDADES.....</b>	<b>115</b>
<b>FIGURA 83 – ROTEIRO DE MANUTENÇÃO SIMULANDO UMA ANORMALIDADE VERIFICADA EM INSPEÇÃO. ....</b>	<b>116</b>
<b>FIGURA 84 – SIMULAÇÃO COM ENTRADA DE DADOS, NO SISTEMA INFORMATIZADO, DAS PENDÊNCIAS DE MANUTENÇÃO DE ROTINA.....</b>	<b>117</b>
<b>FIGURA 85 – TELA PARA CONSULTA DA SOLICITAÇÃO PENDENTE DA MANUTENÇÃO DE ROTINA SIMULADA.....</b>	<b>118</b>
<b>FIGURA 86 – RELATÓRIO COM A SOLICITAÇÃO PENDENTE DO EXPERIMENTO.....</b>	<b>118</b>
<b>FIGURA 87 – SIMULAÇÃO DE LISTA DE CHECAGEM SECUNDÁRIA PARA A SOLICITAÇÃO PENDENTE.....</b>	<b>119</b>
<b>FIGURA 88 – ENCERRAMENTO DA SOLICITAÇÃO PENDENTE DO EXPERIMENTO SIMULADO. ....</b>	<b>120</b>
<b>FIGURA 89 – TELA DE CONSULTA DA SOLICITAÇÃO ATENDIDA PARA O EXPERIMENTO... </b>	<b>120</b>

<b>FIGURA 90 – GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO DA INDISPONIBILIDADE DEVIDO A MANUTENÇÃO EM 2011.....</b>	<b>126</b>
<b>FIGURA 91 – GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO DO CUSTO TOTAL DA MANUTENÇÃO SOBRE O FATURAMENTO BRUTO EM 2011.....</b>	<b>127</b>
<b>FIGURA 92 – GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO MENSAL DA INDISPONIBILIDADE DEVIDO A MANUTENÇÃO EM 2012.....</b>	<b>133</b>
<b>FIGURA 93 – GRÁFICO DA EVOLUÇÃO PRODUTIVA NO ANO DE 2012.....</b>	<b>134</b>
<b>FIGURA 94 – GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO MENSAL DO CUSTO TOTAL DA MANUTENÇÃO SOBRE O FATURAMENTO BRUTO EM 2012.....</b>	<b>134</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 01 – AS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO (ABRAMAN, 2011). .....</b>	<b>24</b>
<b>TABELA 02 – EMPREGADOS NA MANUTENÇÃO / TOTAL DE EMPREGADOS DA EMPRESA (ABRAMAN, 2011).....</b>	<b>24</b>
<b>TABELA 03 – ROTATIVIDADE ANUAL DO PESSOAL DE MANUTENÇÃO (<i>TURN OVER</i>) (ABRAMAN, 2011).....</b>	<b>25</b>
<b>TABELA 04 – PESSOAL PRÓPRIO / TOTAL DO PESSOAL (EMPREGADOS + TERCEIROS) EQUIPE DE EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO (ABRAMAN, 2011).....</b>	<b>25</b>
<b>TABELA 05 – DISTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO (ABRAMAN, 2011).....</b>	<b>26</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS**

- ABC – Custeio Baseado em Atividades.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção.
- ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento.
- EDM – Engenharia de Manutenção.
- IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo.
- ISO – *International Organization for Standardization* ou Organização Internacional de Normalização.
- JIT – *Just in Time* ou Sistema Justo a Tempo.
- LCC – Custo do Ciclo de Vida dos Equipamentos.
- MC – Manutenção Corretiva.
- MM – Manutenção de Melhoramento.
- MP – Manutenção Preventiva.
- MPRED – Manutenção Preditiva.
- NBR – Norma Brasileira.
- OS – Ordem de Serviço.
- OST – Ordem de Serviço de Terceiros.
- PCM – Planejamento e Controle de Manutenção.
- PCP – Planejamento e Controle da Produção.
- PDF – *Portable Document Format* ou Formato Portátil de Documentos.
- PM – Placa de Manutenção.
- PNQC – Programa Nacional de Qualificação e Certificação.
- RC – Requisição de Compra.
- SGI – Sistema de Gestão Integrada.
- TDF – Teste para Detecção de Falhas.
- TMEF – Tempo Médio Entre Falhas.
- TOC – Teoria das Restrições.
- TPM ou MPT – *Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total.
- TQC – *Total Quality Control* ou Controle da Qualidade Total.
- WCP – *World Class Performance* ou Performance de Casse Mundial.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo para implementação de sistema de gestão de manutenção, em indústrias de conformação de placas de revestimentos cerâmicos, pois o assunto é de extrema importância em toda a unidade produtora que requer extrair o mais alto grau de retorno dos seus meios, sejam eles matérias-primas, equipamentos e, principalmente, das pessoas, a fim de defrontar-se com igualdade perante seus competidores. Os prejuízos e a falta de eficiência precisam ser atacados de modo incessante para não prejudicarem os rendimentos e a marcha competitiva do empreendimento comercial. Contudo, atualmente, nessas companhias, por não possuir um bom planejamento e um controle adequado da área de manutenção, a indisponibilidade devido à parada de equipamentos alcança valores entre 8% e 9% e é, em média, o dobro da operada, nas empresas economicamente desenvolvidas. Fundamentado nestes fatos, foi desenvolvido um modelo de gestão de manutenção, em que, após o estudo, este foi validado por intermédio de uma aplicação real, cujos resultados obtidos demonstram a eficácia do sistema de indicadores no monitoramento e planejamento das atividades de manutenção.

**Palavras-chave:** Conformação de placas cerâmicas, Gestão, Manutenção.

## ABSTRACT

This paper presents a study for implementation of system management and maintenance in industry-shaping of ceramic plates, because the subject of maintenance management is of utmost importance in the whole production unit that requires extracting the highest level of return their means, be they raw materials, equipment, and especially people in order to cope with equality before their competitors. The losses and inefficiencies need to be attacked incessantly not to harm the competitive yields and the march of commercial enterprise. Unfortunately for these companies, not having a good planning and adequate control of the area of maintenance, downtime due to the stoppage of equipment reaches values between 8% and 9% and is, on average, twice operated on companies economically developed. Based on these facts, we developed a model of maintenance management, in which, after study, this was validated through a real application, the results obtained demonstrate the effectiveness of the system of indicators for monitoring and planning of maintenance activities.

**Keywords:** Conformation of boards, Management, Maintenance.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Considerações preliminares

A indústria cerâmica é caracterizada por duas etapas distintas: a primária (a qual envolve exploração e exploração das matérias-primas) e de transformação (para elaboração do produto final). Independentemente de essas fases serem ou não desempenhadas pela mesma empresa, elas estão intimamente interligadas e interferem no desempenho de toda a cadeia produtiva (ANFACER, 2011).

Os materiais cerâmicos são fabricados por empresas de transformações que estão inseridas dentro da cadeia produtiva da Indústria da Construção (Figura 01). Os principais produtos finais cerâmicos utilizados, na construção civil, são: placas de revestimentos cerâmicos (para recobrimentos de pavimentos e paredes), blocos (de vedação e estruturais), elementos para lajes, telhas e louças sanitárias.



Figura 01 – Ilustração do contexto da indústria da construção (ANFACER, 2011).

O setor de placas de revestimentos cerâmicos do Brasil é constituído por 94 (noventa e quatro) empresas, com 117 (cento e dezessete) plantas industriais. Instaladas em 18 (dezoito) estados, tem sua maior concentração em São Paulo e

Santa Catarina e em expansão na região Nordeste do país. Segmento produtivo de capital essencialmente nacional, é também um grande gerador de empregos, com mais de 25 mil postos de trabalho diretos e em torno de 200 mil indiretos, ao longo de sua cadeia produtiva. Uma característica típica da produção brasileira, e única no cenário mundial do setor, é a utilização de dois processos produtivos distintos em seu parque industrial: a Via Seca e a Via Úmida (ANFACER, 2011).

Em 2007, foi publicada a Norma Brasileira para Porcelanato – ABNT NBR 15463, primeira iniciativa mundial do gênero que afirma o compromisso da cerâmica brasileira com a qualidade.

De acordo com dados publicados pela ANFACER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento), esses mostram que o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial de placas de revestimentos cerâmicos, no ano de 2008, como pode ser visualizado na Figura 02, com uma produção superior a 710 milhões de metros quadrados.

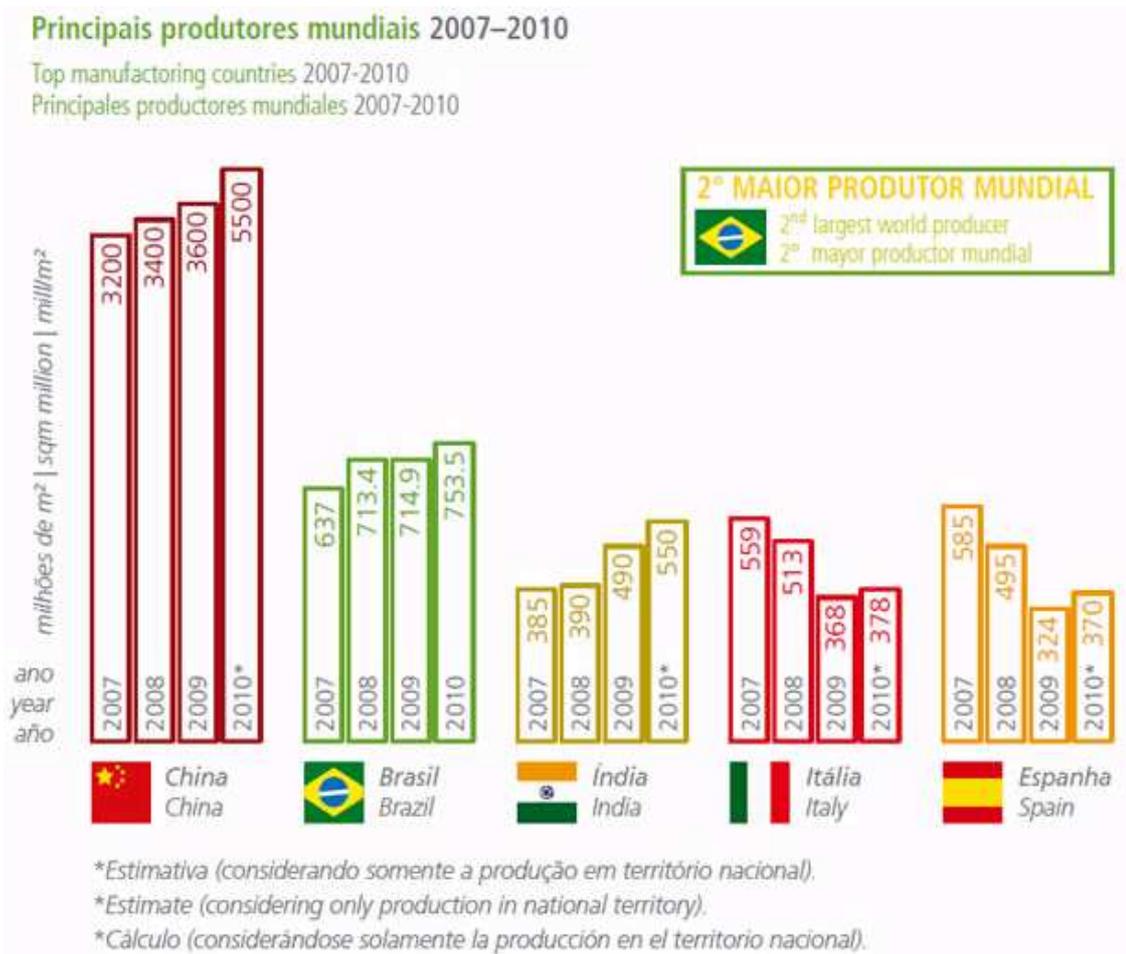


Figura 02 – Principais produtores mundiais de placas de revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2011).

Além disso, o Brasil é, também, o segundo maior mercado consumidor deste tipo de produto (Figura 03).

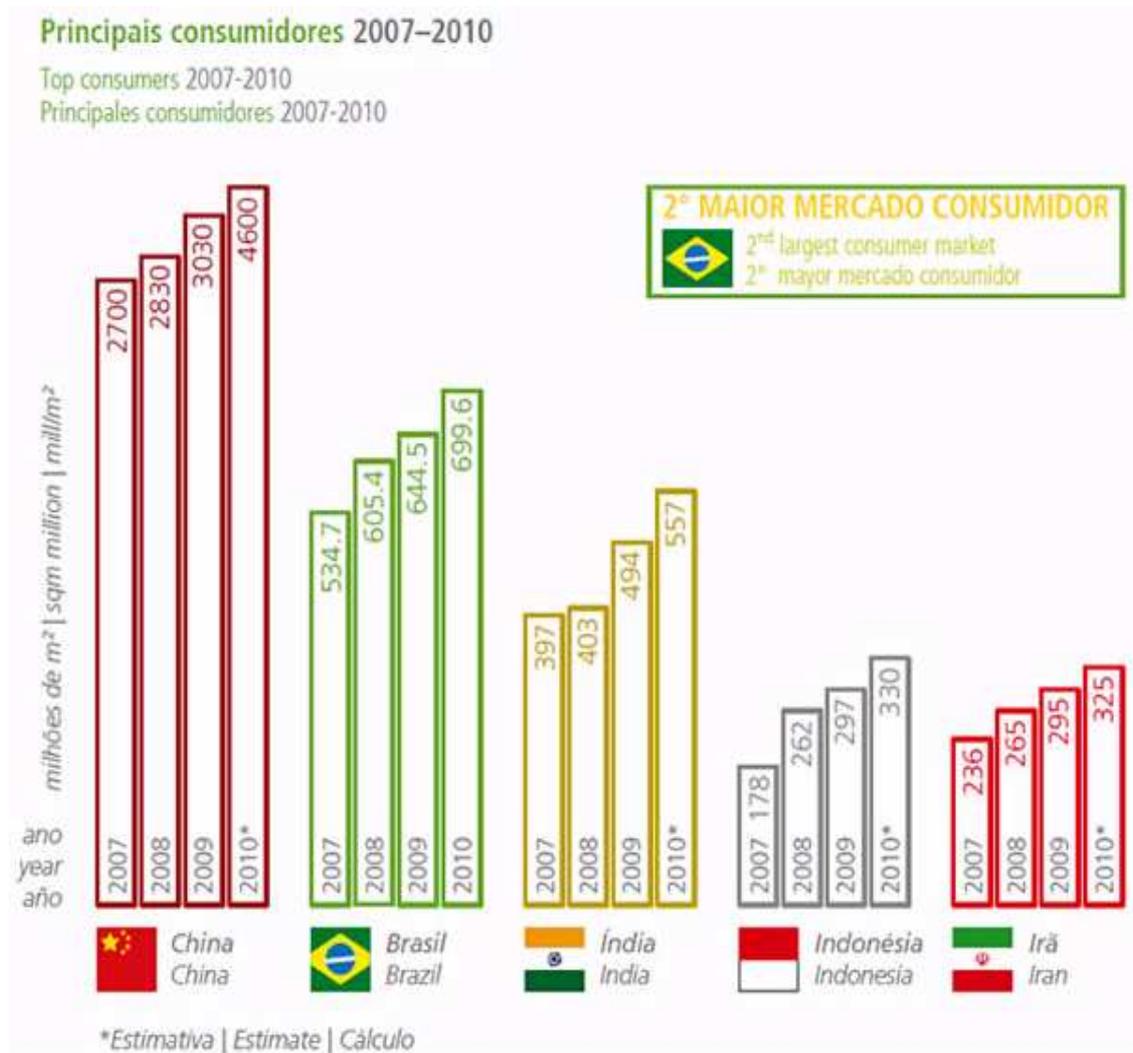


Figura 03 – Principais mercados consumidores de placas de revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2011).

Com relação às vendas externas, o Brasil é o quinto maior exportador mundial de placas de revestimentos cerâmicos (Figura 04), sendo prevista, para o ano de 2011, uma quantia exportada de cerca de 59 milhões de metros quadrados (Figura 05).

Apesar do pequeno volume exportado frente à sua produção, o mercado interno consome grande parte das placas de revestimentos cerâmicos produzidos no Brasil (Figura 06).

Quanto às exportações, os principais destinos dos produtos brasileiros são a América do Sul, a América Central e a América do Norte (Figura 07).

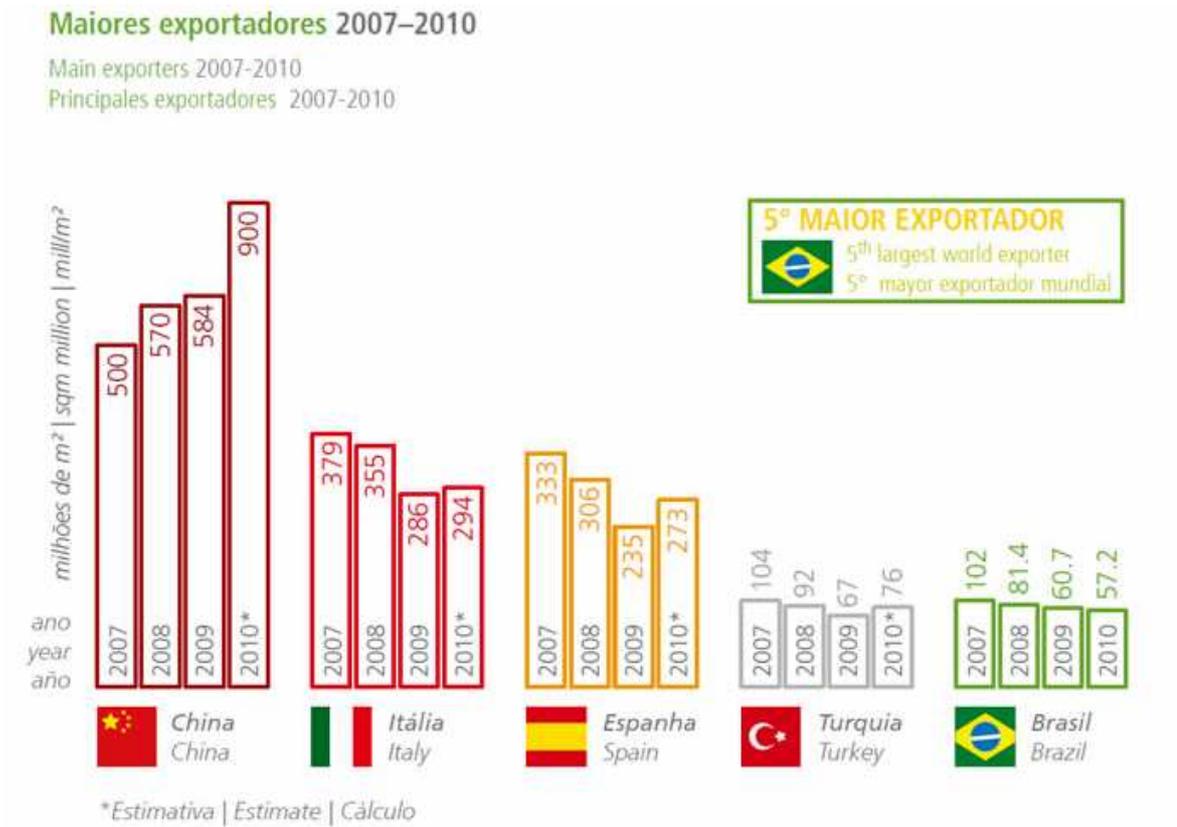


Figura 04 – Principais países exportadores de placas de revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2011).

### Exportações de revestimentos cerâmicos

Ceramic tiles exports

Exportación de revestimientos cerámicos

Figura 05 – Exportações brasileiras de placas de revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2011).

### Vendas de revestimentos cerâmicos no mercado interno

Ceramic tiles - domestic market sales

Revestimientos cerámicos - ventas en el mercado interno

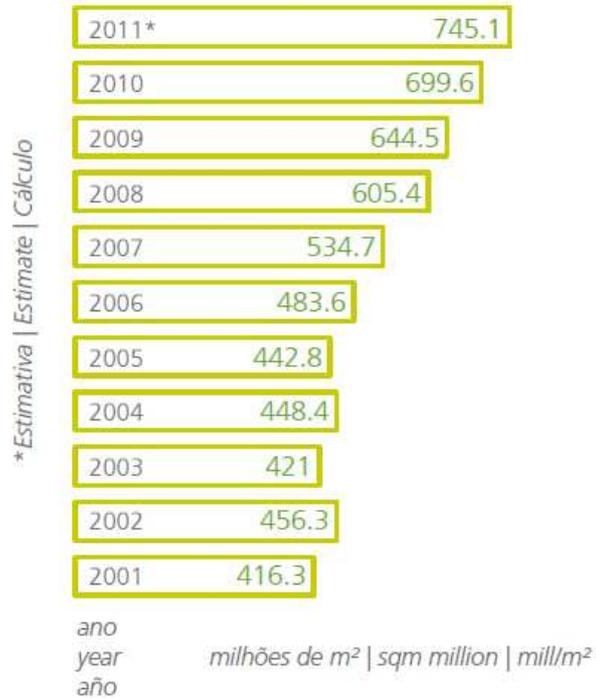


Figura 06 – Consumo interno de placas de revestimentos cerâmicos produzidos no Brasil (ANFACER, 2011).

### Destino das exportações brasileiras 2010

Brazilian exports - Markets 2010

Destino de las exportaciones brasileñas 2010

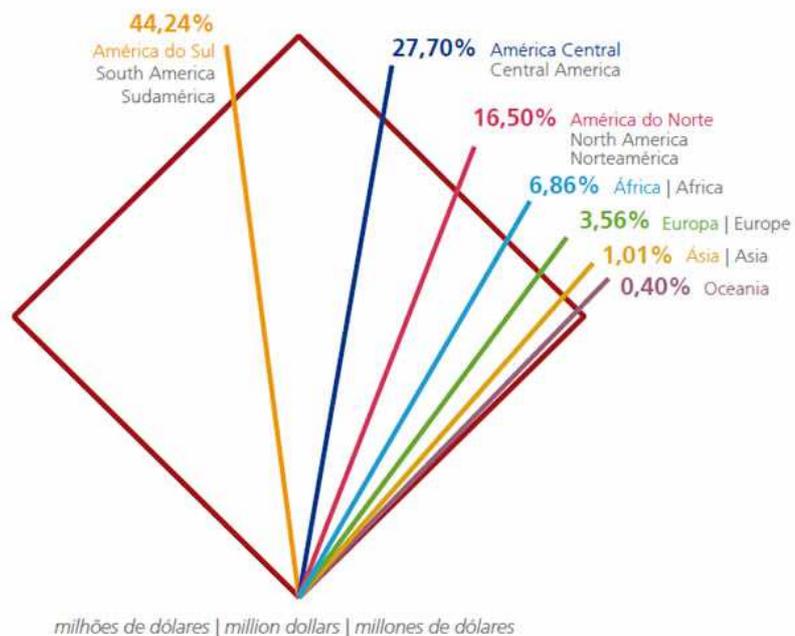


Figura 07 – Destinos principais dos revestimentos cerâmicos produzidos, no Brasil, em 2010 (ANFACER, 2011).

A produção brasileira concentra-se em revestimentos cerâmicos destinados para a aplicação de pisos, mas, ao mesmo tempo, é observado um aumento da produção da tipologia porcelanato (Figura 08).

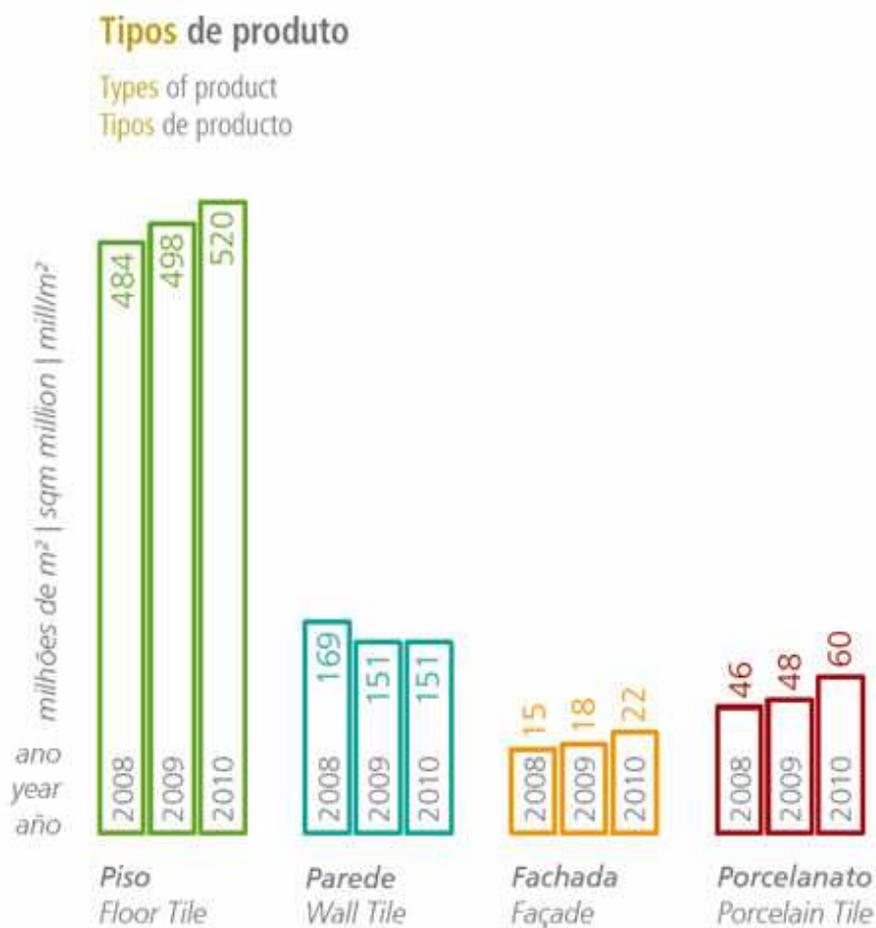


Figura 08 – Tipologias de produtos fabricados no Brasil (ANFACER, 2011).

Cabe ressaltar que a produção brasileira de placas de revestimentos cerâmicos está concentrada, principalmente, em dois Pólos Industriais: o Polo de Santa Gertrudes (Estado de São Paulo) e o Polo de Criciúma (Estado de Santa Catarina). Recentemente, novas empresas têm se instalado na Região Nordeste, criando um novo vetor de crescimento da indústria de revestimento, sobretudo, em decorrência da existência de um grande mercado consumidor naquela região.

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, cuja produção de revestimentos cerâmicos é predominantemente do tipo “via seca”, tornou-se o maior polo produtor do Brasil e das Américas. O processamento com moagem das matérias-primas por “via seca” já corresponde a 70% dos produtos fabricados no país (Figura 09) e foi desenvolvido na região sudeste desse. As empresas do Polo de Santa Gertrudes

têm uma história muito recente e, apesar de serem de grande porte, caracterizam-se por uma estrutura familiar (ANFACER, 2011).



Figura 09 – Participação dos diferentes tipos de processo de fabricação de placas de revestimentos cerâmicos no Brasil (ANFACER, 2011).

Daqui nasce a principal exposição de motivos que vai ser tratado nesta tese: preencher a carência de uma metodologia que promova o melhor direcionamento no processo. Pode-se afirmar que, embora a literatura sobre o tema manutenção seja vasta, poucas pesquisas enfocam a teoria organizacional de gestão desses departamentos, nas indústrias de conformação de placas de revestimentos cerâmicos.

## 1.2 Problema da Pesquisa

Pelo fato de não ter uma documentação organizada, ou até mesmo em não existir, dar alguma prioridade ficava complicado e a preparação dos trabalhos era ineficiente. O gestor do departamento de manutenção destinava os meios importantes para os trabalhos que iam emergindo de uma maneira não organizada e constantemente, com as necessidades do instante. Estes trabalhadores tinham grandes conhecimentos adquiridos pela prática e uma feição enorme pela a execução, mas necessitavam ter mais aptidão para a gestão.

O coordenador de manutenção tinha o costume de adquirir os materiais necessários para a realização dos afazeres com excesso nas quantidades. O que importava era executar a solicitação feita pela produção no período mais curto

possível, tornando secundário a avaliação dos custos envolto aos trabalhos realizados.

Logo, o método utilizado não tinha capacidade de abastecer os funcionários com benefícios adequados à realização dos deveres que possibilitasse proporcionar um ambiente que motivasse por meio do envolvimento no preparo de padronizações para a conquista de decisão em todos os níveis hierárquico.

Atualmente, o campo da manutenção deste ramo de atividade não está preparado o suficiente para suportar, durante muito tempo, o ritmo acelerado de produção que vem acontecendo no país, podendo trazer com isso consequências graves como a improvisação. Isto ocorre porque, geralmente nas empresas, a gestão deste departamento vem sendo tratada de forma empírica, pois não existe um modelo sistêmico que dê suporte para a tomada de decisão aos gestores de manutenção.

Assim, estabeleceu-se como problema da pesquisa a seguinte questão: quais são os fatores necessários a serem utilizados para a construção e aplicação de um modelo, baseado na abordagem sistêmica, para a gestão e controle de manutenção de indústrias de conformação de placas de revestimentos cerâmicos?

### **1.3 Justificativa e aspectos inovadores**

Nos dias de hoje, não se permite mais se tomar decisões empíricas no "achismo" ou no "bom senso". A grande falta de informações, dados e fatos, para a devida tomada de decisão, seja ela em nível gerencial ou operacional, traz prejuízos incalculáveis às empresas. Deve-se existir o gerenciamento, que nada mais é do que mensurar o grau de eficiência dos serviços prestados em cima de informações e assim atuar intensamente nas causas dos problemas, a fim de eliminar os seus efeitos danosos. Logo, para poder gerenciar com eficácia, é indispensável desenvolver um sistema que canalize todas as informações para que, em um segundo momento, possibilite a tomada de decisão (SOUZA, R. G. F., 1999).

É exatamente com esse propósito que o presente estudo foi desenvolvido, pois com os meios cada vez mais sintetizados, justifica-se este estudo com um sistema de gestão e controle de manutenção em indústrias de conformação de placas de revestimentos cerâmicos. Os principais motivos que levaram a priorizar o

departamento de manutenção são: a necessidade de uma eficaz manutenção nos equipamentos e instalações devido a ampliação da mecanização na produção cerâmica; pela maior dificuldade dos equipamentos defronte ao avanço de tecnologias; maior controle de prazos; comando de custos e elevada exigência quanto a qualidade dos produtos e serviços. Vale ressaltar que essas são algumas das fundamentações para o desenvolvimento nesta área, pois além disso, a maioria das unidades produtoras pesquisadas não dispõem de um departamento de manutenção organizado, faltando transparência, objetivos e standardização para melhor acudir as necessidades da clientela interna.

No Brasil, conforme mostra a Figura 10, os dados indicam para um crescimento da produtividade de placas de revestimentos cerâmicos, podendo ser ponderado um grande número de alterações inovadoras incorporado aos ambientes das organizações. Isso deve-se, em extensa parte, às capacidades tecnológicas e à globalização, que torna possível um grande poder de opção ao consumidor, já que ocorrem a abertura dos limites de mercado.

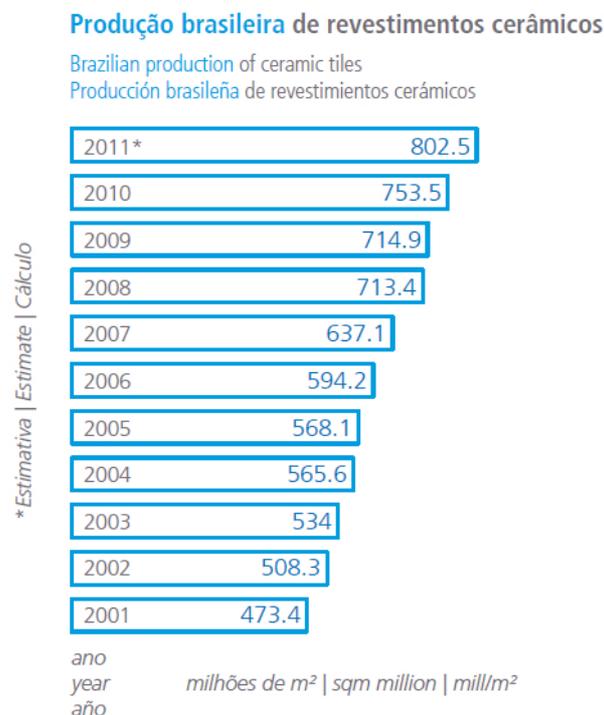


Figura 10 – Produção brasileira de placas de revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2011).

Esta posição oferece que produtos de qualquer local do globo terrestre disputem com empresas nacionais, e o mais sugestivo, à preços que se equivalem.

Assim, para que uma empresa possa progredir, é necessário ligeireza quanto ao aperfeiçoamento nos processos e serviços, que carece estar à disposição e em estado de pleno funcionamento sempre que for importante a manufatura de algum item.

#### 1.4 Objetivos da Pesquisa

Este trabalho tem como objetivo geral identificar os fatores necessários e suficientes à construção de um modelo que forneça uma ferramenta de análise estruturada para que dê apoio à gestão da manutenção, nas indústrias de conformação de placas cerâmicas. A seguir, outros propósitos também da referida pesquisa são pontuados:

- Identificar as dificuldades atuais devido à falta de uma gestão e controle de manutenção nas empresas deste ramo de atividade;
- propor um modelo de gestão, relatando as etapas para implantação da proposta (modelo); e
- implantar e validar o modelo proposto de gestão em uma renomada empresa produtora de placas de revestimentos cerâmicos do mundo, descrevendo os resultados obtidos.

#### 1.5 Etapas da Pesquisa

HARREL *et al.* (2002) diz que, uma vez definida a entidade a qual será verificada, levantar os problemas e traçar os objetivos da pesquisa fazem-se necessários, a fim de estabelecer uma estrutura para o modelo em estudo. Isso deve ocorrer embasado em bibliografias e análises de documentos (VERGARA, 2005). Assim sendo, as etapas definidas para a pesquisa foram:

a) **Entrevistas com os envolvidos na manutenção da empresa:** os envolvidos são os gestores, os supervisores, os mecânicos e os eletricitas, com o objetivo de

entender como a área está estruturada atualmente e os motivos pelos quais o modelo de controle de manutenção atual não funciona adequadamente;

b) **Entrevistas com fornecedores:** buscar conhecer necessidades de manutenção para cada tipo de equipamento;

c) **Verificação do processo produtivo:** é fundamental para terem-se importantes informações do processo que auxiliam na determinação da criticidade, necessidade de inspeções e manutenções;

d) **Coleta de dados do setor da manutenção:** procurar os dados em que a empresa se baseia para a tomada de decisões. Neste caso, foram verificados relatórios gerenciais, manuais de manutenção, especificações técnicas dos equipamentos, bem como suas fichas;

e) **Registro e análise das informações adquiridas:** será feita uma análise de todos os dados levantados visando à montagem de uma nova proposta de controle da manutenção;

f) **Aplicabilidade ao tema:** realizar estudos bibliográficos de modelos de gestão de manutenção;

g) **Apresentação dos resultados:** consiste na apresentação da proposta de um controle da manutenção juntamente com as etapas de sua implantação e dos resultados obtidos.

## 1.6 Estrutura da Tese

No desenvolvimento desta tese, serão apresentados conceitos teóricos relacionados ao modelo de gestão e controle de manutenção, envolvendo revisão

bibliográfica, os aspectos técnicos relacionados à implementação, resultados práticos obtidos e conclusões.

O documento apresentado está estruturado em capítulos organizados da seguinte forma:

- **Capítulo 1** – Introdução: apresenta-se, neste capítulo, uma contextualização da pesquisa, o problema, hipóteses, justificativas e os objetivos.
- **Capítulo 2** – Este capítulo inicia a revisão da literatura descrevendo os seguintes itens: conceitos de defeito / falha / pane; confiabilidade; conceito de sistema; componentes e peças de montagem; disposição e indicadores nos equipamentos; explanação sobre a manutenção na indústria brasileira; estatísticas sobre a manutenção no Brasil; a administração e a organização da manutenção; a organização de um sistema de manutenção; princípios que prevalecem numa instalação industrial; a gerência da manutenção; manutenção estratégica; relação da manutenção com qualidade, produtividade e lucratividade; PCM – planejamento e controle de manutenção; EDM – engenharia de manutenção; tipos de manutenção; cadastros de equipamentos e custos da manutenção.
- **Capítulo 3** – É apresentado um detalhamento sobre o processo produtivo de placas de revestimentos cerâmicos.
- **Capítulo 4** – Descreve o desenvolvimento de um modelo do sistema para gestão e controle da manutenção com um estudo de caso de uma indústria de conformação de placas de revestimentos cerâmicos da região sul de Santa Catarina.
- **Capítulo 5** – Apresenta o procedimento experimental aplicando o modelo proposto de sistema para gestão e controle da manutenção.
- **Capítulo 6** – Relata os resultados obtidos após a simulação experimental da aplicação do modelo de gestão.

- **Capítulo 7** – Mostra a implementação e validação do modelo de sistema proposto em uma empresa com mais de 50 (cinquenta) anos de atuação, no mercado de conformação de placas cerâmicas para revestimentos.
- **Capítulo 8** – Neste capítulo, mostra-se os resultados obtidos a partir do implemento do modelo em escala industrial.

## 2. CAPÍTULO 02 – REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Conceitos de Manutenção

É fato indiscutível que toda e qualquer máquina, equipamento e até mesmo as instalações apresentam certo grau de envelhecimento e degeneração devido ao uso. Com o desenvolvimento tecnológico observado a partir da década de 40, foram criados novos conceitos e outros foram aperfeiçoados, compatibilizando uma série de abstrações a aplicações eminentemente práticas. Entre os conceitos que foram estudados e aperfeiçoados, nas últimas décadas, têm-se a confiabilidade, a manutenibilidade ou mantenabilidade e a disponibilidade. Tal desenvolvimento está intimamente ligado ao aparecimento de tecnologias de ponta, em que uma falha apresenta consequências difíceis de avaliar (CABRAL *apud* ROSA, 2006).

São diversos os agentes agressivos que atuam em conjunto, sendo possível destacar como os mais corriqueiros: a) o atrito entre peças móveis em operação; b) os esforços realizados pelos componentes em funcionamento normal; c) os esforços estáticos e dinâmicos suportados pelas estruturas; d) o calor; e) frio; f) a umidade; g) a pressão; h) a vibração; i) a sujeira acumulada; j) a corrosão pelo ataque químico dos elementos existentes no ambiente; k) a oxidação (ferrugem); l) a abrasão; m) as intempéries que agem sobre os materiais expostos ao tempo.

Eventualmente, pode haver problemas durante os processos de fabricação, ocasionando a produção de componentes fora de especificação e mais frágeis. Se a variação não for detectada por meio de um controle de qualidade, então, estes componentes serão montados em equipamentos, os quais provavelmente apresentarão problemas prematuros, quando colocados em operação normal (SEELING, 2000).

Projetos falhos também poderão gerar trabalhos de manutenção no futuro. Além destes fatores, é comum haver sobrecargas dos equipamentos em operação, em função de mau uso ou mesmo por necessidade de atendimento a demandas superiores às previstas anteriormente.

Desta forma, é preciso que ações sejam tomadas no sentido de conservar ou restabelecer características construtivas e regulagens, garantindo um nível de desempenho esperado. A periodicidade dessas ações é em função da vida útil do

equipamento dentro do regime de trabalho a que está submetido e das condições ambientais. Elas podem ocorrer quando ainda não há nenhuma manifestação de sintomas de problemas ou tão logo um defeito é detectado, ou ainda, quando ocorre uma falha.

### **2.1.1 Defeito, Falha e Pane**

De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), na NBR 5462 “Confiabilidade e manutenibilidade” (1994), “Defeito é qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos [...]”. Os defeitos são ocorrências nos equipamentos que não impedem seu funcionamento instantaneamente, todavia, podem a curto ou longo prazo, pelo agravamento do problema, acarretar sua indisponibilidade. Na condição de defeito, pode haver algum prejuízo mínimo ao desempenho do equipamento, porém em níveis considerados aceitáveis.

Conforme a NBR 5462 (1994), “Falha é término da capacidade de um item desempenhar a função requerida [...]”. As falhas são ocorrências nos equipamentos que impedem seu funcionamento ou acarretam perdas graves de desempenho ou ainda prejuízos à qualidade do produto final ou do serviço prestado.

A NBR 5462 (1994) define pane como “Estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos. A falha é um evento diferente de pane que é um estado [...]”. Quando ocorre uma falha completa em um equipamento, cessando o seu funcionamento, em consequência, ele está em estado de pane.

### **2.1.2 Confiabilidade**

A confiabilidade, segundo BRANCO (1996), é uma das ideias fundamentais que praticamente todos julgam saber do que se trata de maneira puramente intuitiva. Entretanto, especialistas encontram enorme dificuldade em definir o seu conceito de maneira clara e precisa. Tal dificuldade está ligada à aplicação desse nas diversas situações em que o especialista encontra em suas atividades. De maneira geral, é

possível adotar a seguinte definição: "um dispositivo é considerado confiável, seja um automóvel ou qualquer mecanismo, quando permanece cumprindo suas funções durante toda a vida útil estabelecida pelo projeto, independentemente de condições favoráveis ou adversas".

Embora a definição seja um tanto ampla, é preciso considerar que dispositivo ou equipamento nenhum pode operar de maneira confiável se não for mantido adequadamente. Analogamente, as condições descritas como adversas não podem exceder limites considerados razoáveis.

Com o aparecimento do maquinário, em princípios do século passado, houve um grande crescimento industrial, denominado de Revolução Industrial. Tal crescimento deu origem à padronização e normalização das ligas metálicas inicialmente, a seguir as roscas e dimensionamento foram padronizados, permitindo que os produtos novos fossem acomodados dentro das possibilidades da época (WAEYENBERGH e PINTELON, 2002).

Não é difícil imaginar que, com o rápido desenvolvimento e a evolução das tecnologias industriais, apareceram aperfeiçoamentos nas técnicas de análise estrutural, teoria da otimização de sistemas, análise das tensões, entre outros. De posse de tais modernizações, foi um passo a necessidade de uma teoria apta a prever e otimizar a confiabilidade de peças, produtos e sistemas. É preciso considerar que tal teoria foi desenvolvida somente após a conflagração mundial de 1939 a 1946, embora o desenvolvimento da teoria não tenha estimulado a sua aplicação metodológica nas atividades industriais.

Em resumo, a confiabilidade é um atributo inerente ao projeto do produto e representa a capacidade potencial que dificilmente será atingida em condições habituais, exceto, quando fabricado exatamente conforme o projeto, bem como operado e mantido exatamente nas condições prescritas pelo fornecedor (SOUZA, 2003).

### **2.1.3 Conceito de sistema**

Um sistema é um conjunto de dispositivos que operam formando uma unidade destinada a cumprir determinada missão ou executar um trabalho específico. Sendo assim, é importante observar que existem sistemas complexos constituídos por dois ou mais grupos de dispositivos cumprindo cada um deles uma

das funções ou missões do sistema. Neste caso, aparece o problema de função ou missão, que obrigatoriamente deverá apresentar uma interpretação que particularize individualmente a função (ASSIS, 1997).

Com fins a exemplificar o que foi exposto anteriormente, verifica-se o caso dos condicionadores de ar. No passado, o conforto do ambiente era fornecido por dois sistemas separados, um destinado a resfriamento durante o verão e o segundo ao aquecimento durante o inverno. Recentemente, ambas as funções são executadas por um sistema composto de dois subsistemas que aproveitam a tubulação para ambas as funções. Embora seja perfeitamente possível dizer que o sistema integrado apresenta a missão, ou função, de fornecer conforto ambiental há necessidade de, neste caso, subdividir a missão em duas partes, para que a confiabilidade e o desempenho do sistema sejam avaliados (ROCHA, 2000).

#### **2.1.4 Componentes e peças de montagem**

Uma peça ou componente nada mais é que um item arbitrário não passível de desmontagem em componentes subordinados, sem que haja rompimento permanente de uniões físicas usuais (PINTO e XAVIER, 1999).

Denomina-se montagem todo e qualquer item estrutural ou funcionalmente dinâmico que pode ser desmontado em dois ou mais componentes subordinados, sem que haja ruptura permanente de uniões físicas. Observe-se que os componentes de uma montagem arbitrária podem ser constituídos por uma combinação de um número de montagem subordinadas, denominadas sub-montagens. O termo estrutural refere-se à função executada por componentes passivos, os quais funcionam como suporte de componentes dinâmicos que exercem as funções de um circuito. É importante observar que os diferentes tipos de componentes estruturais apresentam como finalidade:

- Proteger os circuitos de condições adversas, tais como chuva, vento, sol, entre outros;
- permitir o manuseio dos circuitos que compõem o sistema;
- servir de suporte aos vários componentes, incluindo a gravidade; e

- posicionar geometricamente a distribuição dos diversos componentes, assim como manter o distanciamento entre eles.

### **2.1.5 Vida útil**

O termo vida útil designa o tempo de vida durante o qual um dispositivo qualquer (peça, componente, máquina, equipamento, sistema, circuito e outros) deve operar de maneira satisfatória, obedecendo às especificações do projeto e com ampla segurança, desde que sujeito a um processo de manutenção, conforme indicado pelas instruções do fornecedor, sem ser submetido a condições ambientais ou esforços superiores aos limites especificados.

A vida útil de um dispositivo teoricamente representa a predição que uma determinada proporção dos elementos produzidos operará satisfatoriamente durante o período indicado. Tal proporção é indicada pelo mínimo admissível ou, em termos probabilísticos, é utilizado um limite inferior de confiança. Além disso, é bastante comum associar a vida útil de um produto a uma garantia, caso em que a determinação da proporção mencionada anteriormente deve ser levada em consideração dado o custo de substituição ou reparo das unidades que apresentam falhas antes do período esperado (KARDEC e NASCIF, 2003).

### **2.1.6 A manutenibilidade ou manutenibilidade industrial**

O conceito de manutenibilidade foi desenvolvido no início da Revolução Industrial, quando se procurava manter o maquinário trabalhando de qualquer maneira (como ocorre nos dias de hoje). A manutenção passou a ser estudada com seriedade somente após o término da Segunda Guerra Mundial, 1939/1946 e, depois da década de sessenta, passou a ser fortemente influenciada pelo aparecimento e desenvolvimento das tecnologias de ponta.

A manutenibilidade iniciou-se como uma série de regras e linhas de ação, desenvolvidas em resposta às exigências dos mecânicos que executavam a manutenção dos produtos projetados e fabricados, depois de determinado período de operação. Posteriormente, alguns teóricos introduziram determinados conceitos e

equações, visando aplicar as técnicas de confiabilidade neste novo campo. Normalmente, pode-se definir a manutenibilidade como o constituinte de um produto projetado com determinada finalidade, o qual garante a habilidade do produto de executar satisfatoriamente as funções para as quais foi destinado e que pode ser sustentada durante a sua vida útil com o mínimo de custo e trabalho (BRANCO *apud* ROSA, 2006).

É fácil imaginar que, no início da industrialização, os projetistas de máquinas e equipamentos com experiência longa no assunto desenvolveram algumas diretrizes visando facilitar a manutenção do produto, quando esse operasse por longo tempo, nem que tais diretrizes fossem baseadas em intuição exclusivamente. A industrialização desembocou na produção seriada e, com isso, os problemas de produção e produtividade passaram a ser muito mais importantes que os de manutenibilidade.

Felizmente, vários estudos detalhados do problema mostraram que muito dos procedimentos utilizados nos projetos facilitam, de uma forma ou outra, as operações de manutenção. Atualmente, muitos dos fundamentos da manutenibilidade descritos foram originados em problemas cuja solução visava exatamente aumentar a produtividade das máquinas que executam produção em massa.

### **2.1.7 Intercambiabilidade e acessibilidade**

Entende-se por intercambiabilidade ou permutabilidade as características dimensionais e tolerâncias funcionais das peças ou componentes fabricados ou montagens pré-executadas, permitindo a substituição de um item defeituoso em campo, sem necessidade de alterações físicas para conseguir a substituição. Além do mais, deve haver o mínimo de ajustes necessários para conseguir o funcionamento adequado do dispositivo substituído (ROCHA *et al.*, 2000).

Na mesma linha de ideias, aparece o conceito de acessibilidade, a qual controla a disposição espacial de peças, montagens e componentes dentro de uma sub-montagem e montagem, de maneira tal que esses itens sejam facilmente acessíveis para substituição ou reparo no local onde estão posicionados. É fácil verificar que a acessibilidade é facilitada enormemente quando, no projeto ou na

construção, são aplicadas portas com dobradiças de encaixe para permitir a regradada, painéis removíveis, semi-montagens deslizantes, estantes corrediças e outros dispositivos.

Para as finalidades da análise da manutenibilidade, a acessibilidade abrange os dispositivos que facilitam a remoção e a substituição de itens defeituosos, tais como: conexões de encaixe rápido para as ligações elétricas, hidráulicas, pneumáticas, dentre outros. Para ser avaliada, a acessibilidade relativa deve levar em consideração as limitações físicas dos aparadores e, além disso, da necessidade ou não da remoção de outros itens antes de ter acesso ao item que deve ser substituído (ROCHA *et al.*, 2000).

### **2.1.8 Disposição de indicadores nos equipamentos**

Os equipamentos e máquinas construídos, nas últimas décadas, possuem vários instrumentos e dispositivos que indicam o funcionamento e as condições de operação de diversos circuitos, principalmente, nos casos onde um funcionamento inadequado é dificilmente percebido. Uma comparação grosseira é a dos indicadores colocados nos painéis dos automóveis, sob a forma de instrumentos ou lâmpadas indicadoras que mostram qual a temperatura, pressão do óleo, combustível disponível, operação do alternador e outros que permitem a tomada de providências antes da ocorrência de situações que apresentem condições irreversíveis (VIANA, 2002).

Quando uma falha ou defeito qualquer ocorre, é importantíssimo detectar tal falha e isolar o componente ou sub-montagem que apresenta defeito, para a substituição no próprio local ou eventualmente a execução do reparo sem a sua retirada, incluindo-se os casos em que deve ser fornecido outro componente. Normalmente, são executados dispositivos e mesmo algumas ligeiras modificações em fase de projeto, visando facilitar o isolamento dos primeiros que se encontram defeituosos. Um dos meios usuais consiste em tornar facilmente acessíveis vários terminais, onde as tensões podem ser verificadas sem dificuldade, constituindo os "pontos de teste" ou "pontos de verificação". Com tais medições é possível verificar, no momento, se algum componente está funcionando adequadamente ou não, devendo ser substituído em caso de anormalidade (NEPOMUCENO, 1985).

## 2.2 Manutenção na indústria brasileira

Na manutenção da indústria brasileira, existem práticas desde o tipo puramente corretivas, ou seja, "quebrou-conserta", até técnicas pró-ativas, ancoradas no uso de tecnologias e processos avançados. Nesse contexto, destacam-se empresas dos setores de papel e celulose, petroquímico, aviação e siderúrgico como impulsionadores da utilização de técnicas de ponta em engenharia de confiabilidade.

Os avanços, em determinados segmentos, são resultados das condições de mercado que exigem maior competitividade e, em consequência, maior disponibilidade operacional e menor custo. A manutenção na indústria brasileira está sintonizada com essa evolução e outras portas abrir-se-ão para novos progressos. É amplamente reconhecido que a função manutenção aporta valor à organização produtiva, quando esta é realizada de forma adequada, ou seja, que seus objetivos sejam definidos em concordância com o negócio da organização. Vale destacar que as empresas estão descobrindo a importância de um plano estruturado de manutenção dos equipamentos, por meio da aplicação dos conceitos de confiabilidade.

Entretanto, ainda existem empresas experimentando soluções caseiras ou alocando equipes internas para efetuar estudos, auxiliadas por consultores com pouca experiência no âmbito da manutenção ou poucos conhecimentos de gestão aplicada na função manutenção. Resultados das soluções aplicadas no âmbito da manutenção indicam que a disponibilidade do parque industrial, para a grande maioria das empresas produtivas brasileiras, ainda é baixa, quando comparada a empresas de países economicamente desenvolvidos.

Para o mundo atual dos negócios, isto é uma desvantagem que não pode ser permitida. Soma-se ao anterior o fato de que os custos vão crescendo em face do uso de equipamentos com requisitos de tecnologias cada vez mais sofisticadas, da necessidade de colaboradores altamente qualificados e das limitações de capital para novos investimentos. As diretrizes que as empresas adotam para serem competitivas, em geral, atravessam verticalmente todos os níveis da organização e cada um deles deve definir as suas ações a fim de atingir a meta estabelecida. Aqui se torna necessário dominar estratégias, no âmbito da manutenção, para responder aos novos requisitos da gerência. Percebe-se, então, ser relevante dispor de uma

metodologia apropriada para gerir os recursos existentes para responder aos requisitos de produção (CHIOCHETTA *et al.*, 2004).

A manutenção, em uma empresa industrial, é uma atividade de apoio à produção na forma de prestação de serviços e, muito comumente, é encarada como um mal necessário. Essa visão perpetua-se porque fazer manutenção tem um custo, não agrega valor perceptível pelo cliente final ao produto ou serviço comercializado pela empresa e gera indisponibilidades momentâneas no uso de bens e recursos (KARDEC e NASCIF, 2003).

A manutenção, quando é mal gerenciada, torna-se um sorvedouro de recursos ao mesmo tempo em que oferece soluções precárias e tardias. Muitas vezes, permite o agravamento de problemas que, se detectados no início, não afetariam o desempenho da produção e nem onerariam pesadamente os custos da empresa. É a gestão do tipo “apagar incêndios”, caracterizada pelo amadorismo e pela falta de planejamento, que traz tantas ineficiências e prejuízos. Esta abordagem pode gerar no observador leigo a ilusão de que a equipe de manutenção é extremamente trabalhadora e empenhada na solução dos problemas, o que muitas vezes é verdade, pois observa-se que os técnicos estão incessantemente envolvidos no conserto de alguma máquina avariada. Na realidade, as frequentes paradas na produção e esta atividade constante de arrumar o que quebra são consequências da má administração, da falta de planejamento e da falta de um trabalho preventivo (KARDEC e NASCIF, 2003).

Quando bem administrada, no entanto, a manutenção maximiza a disponibilidade dos equipamentos e introduz modificações que podem melhorar o desempenho, a confiabilidade e a segurança. Neste caso, os custos são controlados, os trabalhos programados em conjunto com o setor de produção e o de planejamento e controle da produção (PCP) para serem executados no momento mais adequado. Agindo desta maneira, o setor de manutenção pode fornecer uma contribuição importante para o sucesso do negócio (TAVARES, 1999).

## **2.2.1 Estatísticas sobre a manutenção no Brasil**

Para iniciar a discussão do tema do presente estudo, é oportuna a apresentação de alguns dados sobre a situação da manutenção no Brasil,

publicados pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN). A ABRAMAN é uma organização privada que trabalha com o objetivo de melhorar o padrão da manutenção no Brasil, tanto no seu aspecto técnico como também na sua gestão. A ABRAMAN foi fundada em 1984, no Rio de Janeiro, e teve sua origem nas grandes empresas petrolíferas, polos petroquímicos, concessionárias estatais de energia elétrica e no Instituto Brasileiro do Petróleo (IBP). Ela ministra cursos, organiza encontros regionais, reúne a comunidade da manutenção em um grande congresso anual, edita uma revista especializada e está desenvolvendo um programa de qualificação e certificação técnica em todo o país para elevar o nível dos profissionais de manutenção (PNQC – Programa Nacional de Qualificação e Certificação). Além disso, é filiada à Federação Ibero-Americana de Manutenção, sediada em Barcelona, na Espanha.

A ABRAMAN vem publicando uma pesquisa bienal que busca retratar a situação da manutenção, no Brasil. As pesquisas foram realizadas nos anos de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009 e 2011 e parte dos seus resultados é apresentado e comentado na sequência.

Outrossim, as pesquisas são úteis para fazer uma avaliação das práticas e estratégias em uso pelas empresas, bem como para fornecer índices que sirvam de referência. Com relação às atividades de manutenção, essas podem ser desempenhadas de uma das seguintes formas:

- As atividades podem ser todas centralizadas no setor de manutenção;
- as atividades podem ser descentralizadas, ficando sob a responsabilidade de cada setor de produção realizá-las com sua própria equipe técnica; e
- a responsabilidade é compartilhada, sendo algumas atividades realizadas pelo setor de manutenção e outras pelos setores de produção, o que se denomina de organização mista.

Na organização mista, a responsabilidade pela manutenção dos equipamentos ao longo da produção normal é do setor de produção e, neste caso, há profissionais capacitados na equipe para a execução destas tarefas, subordinados a sua chefia. O setor de manutenção é responsável pelas atividades

planejadas, tais como: as reformas de máquinas, os trabalhos que demandam um maior refinamento técnico, as atividades de manutenção preventiva e a conservação dos equipamentos de utilidades e prédios. A análise da tabela 01 revela que as formas de organização centralizada e mista são as preferidas.

Tabela 01 – As formas de organização da manutenção (ABRAMAN, 2011).

Ano	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Descentralizada (%)	14,70	15,83	21,55	21,13	21,26	27,20	33,97	26,67	27,59
Mista (%)	36,10	41,67	37,93	42,25	36,22	35,96	39,75	40,74	40,69
Centralizada (%)	49,20	42,50	40,52	36,62	42,52	36,14	26,28	32,59	31,72

Muitas empresas, no Brasil, têm adotado o *Total Quality Control* (TQC) para a gestão do seu negócio, associado muitas vezes ao *Just in Time* (JIT) na administração da produção e da logística. Integrada a eles ou mesmo sozinha, a *Total Productive Maintenance* (TPM) tem sido implantada por diversas empresas para gestão da manutenção.

A TPM caracteriza-se por repartir a responsabilidade da execução das tarefas de conservação e reparo dos equipamentos entre o setor de manutenção e o de produção. Os operadores realizam pequenos consertos, a limpeza técnica e a lubrificação das suas máquinas. O setor de manutenção fica encarregado das tarefas mais complexas, dos trabalhos de melhorias em máquinas e equipamentos, voltados para o aumento da confiabilidade e da segurança, além da execução da manutenção preventiva. Esta é uma forma de organização mista.

Na tabela 02, pode-se observar a proporção de empregados da manutenção comparados com o total de empregados das empresas.

Tabela 02 – Empregados na manutenção / Total de empregados da empresa (ABRAMAN, 2011).

Ano	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
EM / TE (%)	21,01	19,94	19,65	20,71	28,69	21,74	23,24	26,31	27,77

Na média das empresas pesquisadas, aproximadamente um empregado em cada grupo de cinco está dedicado para a manutenção.

A rotatividade de pessoal nesta categoria costuma ser baixa, como se pode verificar na tabela 03.

Tabela 03 – Rotatividade anual do pessoal de manutenção (*Turn over*) (ABRAMAN, 2011).

Ano	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Rotatividade de Pessoal Anual (%)	2,75	2,22	2,45	2,46	2,32	1,98	2,39	3,70	3,26

O domínio tecnológico é estratégico e o conhecimento profundo dos equipamentos da planta é fundamental para que as intervenções sejam rápidas e eficientes. Assim, é importante que a equipe não esteja sempre mudando. É por essas razões que a maior parte dos profissionais de manutenção são empregados das empresas, conforme pode ser observado na tabela 04.

Tabela 04 – Pessoal Próprio / Total do Pessoal (empregados + terceiros) Equipe de Execução da Manutenção (ABRAMAN, 2011).

Ano	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Pessoal Próprio / Total do Pessoal (%) (Equipe de Execução da Manutenção)	69,42	77,03	67,79	61,12	65,58	67,55	58,61	59,85	68,50

Entende-se por equipe de “Execução da Manutenção” os profissionais que efetivamente atendem as ocorrências no dia a dia da empresa, sejam eles empregados ou terceiros. As pessoas envolvidas no planejamento das atividades, estudos técnicos e nas tarefas de apoio e controle do setor de manutenção estão consideradas em outro grupo denominado de “Engenharia de Manutenção”.

A mão-de-obra terceirizada é empregada para regular as flutuações na carga de trabalho, atua em projetos temporários, nas grandes paradas de manutenção das plantas industriais ou realiza trabalhos que não estejam ligados diretamente à atividade afim da empresa (limpeza técnica, pintura, manutenção predial, manutenção de sistemas de telecomunicação, revisão periódica de equipamentos de refrigeração e ar condicionado, revisão periódica de equipamentos de utilidades, entre outros).

A participação das equipes de produção executando algumas atividades de manutenção mais simples tem sido incentivada e é uma prática que deverá crescer nos próximos tempos. Os principais objetivos perseguidos são:

- Tornar os operadores mais responsáveis pela conservação do seu equipamento de trabalho;
- agilizar as intervenções, permitindo a atuação tão logo um desvio seja detectado;
- permitir a redução das equipes de manutenção, formadas por profissionais mais caros, que devem se dedicar às atividades de maior complexidade técnica.

A tabela 05 mostra as categorias de atividades executadas pelo setor de manutenção. Como se pode observar, é bastante alto o índice de manutenções corretivas nas empresas pesquisadas.

Tabela 05 – Distribuição das atividades da manutenção (ABRAMAN, 2011).

Ano	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011
Manutenção Preditiva (%)	18,64	18,54	17,17	18,87	17,76	16,48	17,09	13,74	18,51
Manutenção Preventiva (%)	35,00	28,75	35,85	35,67	35,48	39,03	38,78	38,73	37,17
Manutenção Corretiva (%)	32,80	25,53	27,85	28,05	29,98	32,11	25,61	29,85	27,40
Outros (%)	13,56	27,18	19,13	17,41	16,78	12,38	18,52	17,68	16,92

### 2.3 Administração e organização da manutenção

Toda e qualquer fábrica ou instalação industrial, ou ainda, toda e qualquer atividade que pretenda fabricar alguma coisa precisa de vários meios que permitam a produção; tais meios podem ser simples tesouras e agulhas ou conjuntos de alta complexidade, abrangendo máquinas automáticas que produzem artigos dos mais complexos possíveis. Entretanto, em todos os casos aparece o problema do desgaste, enguiços, quebras, fraturas e mais uma parafernália de acidentes e incidentes que se observam durante a produção.

Assim como uma simples tesoura precisa ser reparada de tempos em tempos, já que o corte é perdido com a sequência de operações, as máquinas

complexas apresentam desgastes assemelhados, exigindo reparos e consertos em períodos que variam de conformidade com o equipamento, utilização, material sendo processado e outros. Por tais motivos, toda atividade produtiva exige uma certa manutenção, sem o que a produção entra em colapso (NEPOMUCENO, 1989).

Em todas as instalações, existe um departamento, seção ou setor que é denominado de manutenção. Quando se toma o organograma esquemático de uma instalação industrial genérica, observa-se um triângulo, com pequenas variações.

Em praticamente todos os casos, a manutenção é simplesmente tolerada, já que as máquinas vão se quebrar e então, alguém deve consertá-las. Normalmente, o pessoal de manutenção é considerado tão somente para reparar o que se quebra. Basta observar que, em praticamente a totalidade dos casos, o gerente de manutenção ocupa uma posição considerada subalterna quando comparada com o gerente de produção, financeiro, vendas, entre outros. Entretanto, um estudo detalhado do problema mostra que os custos de manutenção, quando existe uma organização adequada, desaparecem, quando comparados com os lucros que possibilitam, por conservar a capacidade produtiva em valores elevados (ARCURI, 2001).

Com o desenvolvimento tecnológico das máquinas, foram se tornando cada vez mais rápidas, mais complexas, mais leves e com as conseqüentes deficiências, tais como fator de segurança menor, necessidade de matéria prima com padrão de qualidade mais elevado, operadores melhor preparados e mais uma série de fatores que tornam tais máquinas cada vez mais dependentes de uma manutenção eficiente e adequada. Portanto, a manutenção por si só nada representa, uma vez que não produz artigos ou peças, mas sim serviços. Tais serviços são prestados no âmbito interno da instalação, mas seja como for, são somente serviços, que têm o seu custo aumentado à medida que a complexidade do maquinário aumenta, sem fornecer aquilo que a instalação pretende produzir e vender.

Normalmente, a manutenção é chamada para reparar um equipamento que se quebrou. As causas e origens da quebra são sempre atribuídas a fatores naturais ou erro do operador ou do material e o que interessa é consertar o quanto antes para que a produção não seja interrompida (ARCURI, 2001).

A função manutenção é uma parte integrante do sistema produtivo, na ausência de uma comunicação adequada entre as várias divisões ou departamentos de uma unidade de produção com a manutenção, os resultados não podem ser

satisfatórios. A instalação deve funcionar como um todo harmônico, onde cada função deve operar de comum acordo com as demais. Caso contrário, o resultado tende a se aproximar do caos completo, se não forem tomadas providências enérgicas em tempo hábil retomando ou desenvolvendo um sistema de comunicação que possa estabelecer uma relação salutar.

Numa instalação qualquer, a meta é produzir o máximo com o mínimo de custo (NEPOMUCENO, 1989). Com tal procedimento, é possível obter rendimento maior e melhores resultados com relação ao capital aplicado em equipamentos e maquinaria, assim como em mão-de-obra especializada, que representa um capital investido, devendo fornecer retorno satisfatório. Ora, a conservação do equipamento em condições satisfatórias significa vida útil mais longa e isto só é conseguido por meio de um sistema adequado e eficiente de manutenção. O gasto com métodos, processos, instrumentos e ferramentas destinadas à manutenção representa um aumento da vida útil do equipamento muitas vezes superior ao investido na própria manutenção.

Numa instalação qualquer, por pequena que seja, existe um núcleo central que trata do planejamento, núcleo esse que pode ser constituído por uma única pessoa ou por um conjunto de indivíduos, mas, em qualquer caso, existe um planejamento que visa atingir determinadas metas ou determinadas finalidades. Obviamente, o funcionamento do sistema dependerá do gerenciamento do planejado, visando corrigir os desvios de percurso mediante providências adequadas (TUBINO, 2000).

Embora a manutenção seja considerada como um "mal necessário", as suas funções e as suas importâncias são percebidas imediatamente quando ela falha. Considerando a manutenção como responsável pela instalação de maneira global, abrangendo o fornecimento de energia elétrica, água, vapor, ar comprimido, gases e ventilação, além do maquinário e equipamento, uma falha é percebida imediatamente. Além do mais, quando a instalação é total ou parcialmente automatizada, os problemas de manutenção aumentam enormemente, exigindo pessoal qualificado e treinado, além de uma organização impensável numa instalação clássica (VIANA, 2002).

O problema do gerenciamento resume-se, então, numa questão de organização. Caso as técnicas sejam conhecidas e o pessoal esteja devidamente treinado e embutido numa filosofia coerente para toda a instalação, a organização e

o gerenciamento tomam-se problema muito mais simples de ser resolvido. O fator mais importante no caso é o treinamento e a capacitação dos envolvidos na manutenção, em todos os níveis, de gestores até os operadores que executam os serviços. As instruções devem ser bem claras e os executores não podem ter dúvidas quanto ao que vão realizar. A existência de ferramentas, dispositivos e acessórios que permitam a execução dos serviços necessários com a devida eficiência é importante, além do treinamento e da capacitação dos profissionais (VIANA, 2002).

Embora a organização e o gerenciamento sejam essenciais, com Ordens de Serviços (OS) e instruções pormenorizadas, a ausência de meios materiais de execução torna a manutenção uma entidade que nada mais faz que emitir papéis e arquivá-los, sem executar os serviços necessários. Os gastos da manutenção são mais difíceis de controlar que aqueles observados na produção e outros departamentos. Tal controle de custos geralmente é menosprezado, ou pelo menos o era no passado recente e, por essa razão, a manutenção sempre foi considerada como “o elo mais fraco da corrente que constitua a instalação como um todo” (VIANA, 2002).

O estabelecimento do plano para a organização e o gerenciamento da manutenção deve ser elaborado mediante estudos cuidadosos que, como a manutenção, abrange toda a instalação, deve atender as necessidades de todos os departamentos, seções e divisões de toda a fábrica. Por isso, os envolvidos com a chefia dos outros departamentos ou seções devem contribuir e colaborar, inclusive a alta direção, uma vez que a operação deve ser integrada, abrangendo todos os componentes da instalação, que deve ser considerada como uma unidade funcionando harmoniosamente e de maneira global (KARDEC e NASCIF, 2003)

Como em todos os departamentos, seções ou divisões, a gerência é exercida por um elemento humano, é perfeitamente compreensível que as reações humanas normais estejam sempre presentes e complicando a solução. Há a tendência natural de cada um de considerar a sua atividade a mais importante da instalação e com isso tende-se a transformar cada gerente ou cada responsável por uma atividade num verdadeiro “centro de negócios”. Para ampliar sua influência, ou seu império, as suas atribuições passam a ser as mais importantes, pouco interessando os resultados em atividades paralelas, resultando em perda da eficiência do ponto de vista global.

Dada a presença constante desses fatores humanos, a contribuição da alta direção é essencial, uma vez que está em melhores condições de estabelecer as metas e os objetivos da instalação, evitando a imposição de pontos de vista nem sempre saudáveis na empresa. Quando a situação é tal que o equipamento não apresenta problemas, a manutenção fica limitada a praticamente lubrificar e observar, de maneira esporádica, os vários equipamentos. Todos têm a impressão de que os envolvidos na manutenção, nada mais fazem que passear pela fábrica. Nesses casos, os custos são tolerados, uma vez que poucos representam no sistema global, o tempo ocioso é simplesmente tolerado e a manutenção é considerada altamente eficiente.

Com o aumento da complexidade e automação dos equipamentos, os problemas tornam-se mais graves e os custos de horas ociosas aumentam assustadoramente. Por tal motivo, é essencial uma organização que torne a manutenção uma atividade realmente eficiente e não um grupo que dispõe de ferramentas, técnicas, métodos, processos e pessoal habilitado que trabalha de maneira aleatória. Por isso é que há necessidade de um funcionamento harmonioso entre todos os departamentos e, dentro de tal contexto, a manutenção precisa de uma organização apta a controlar todas as atividades e materiais utilizados. (KARDEC e NASCIF, 2003).

### **2.3.1 Organização de um sistema de manutenção**

Para que numa empresa qualquer uma determinada função seja exercida com a necessária eficiência, o controle desta função tem necessariamente de ser exercido por meio de uma organização fixada pela própria função. A organização é feita em conformidade com as metas, objetivos e atitudes da direção geral ou então implantada segundo necessidades que se apresentaram. Seja como for, a manutenção deve prestar serviços e, para tal, há necessidade de uma certa organização (CABRAL, 1998).

Evidentemente, há necessidade de estabelecer, de maneira clara, como primeiro passo, quais são os objetivos, os princípios e qual a filosofia que será adotada em função das atividades que caberão à manutenção para, depois disso, cogitar o como organizar. Obviamente, é inútil tentar organizar uma atividade sem

que sejam estabelecidas as finalidades, os objetivos e os princípios que a nortearão. Uma vez estabelecidos com clareza esses itens, cabe o passo seguinte que consiste em fixar não somente a responsabilidade, mas ainda o campo de competência ou autoridade de cada degrau dos diversos indivíduos envolvidos nos diferentes estágios, ou escalões das atividades estabelecidas.

Em qualquer caso, a manutenção tem como finalidade procurar conservar o equipamento, maquinário, instrumentos e eventualmente prédios e fornecimento de utilidades em condições satisfatórias, para permitir a fabricação de artigos ou produtos cujo resultado final nada mais é que o lucro proveniente do trabalho executado. O lucro pode ser aumentado mediante uma diminuição dos custos (GITMAN, 1997) e, nesse particular, as funções da manutenção exigem um controle e gerenciamento que torne seus custos o mínimo possível, fornecendo o máximo de eficiência. Com isso, o resultado global será altamente positivo, funcionando a instalação inteira de maneira satisfatória.

É importante ter em mente que praticamente todos os princípios e métodos gerenciais têm aplicação no caso de um departamento de manutenção. Na situação brasileira, a gerência ou o gerenciamento da manutenção é atividade considerada como irrelevante, não só pela pouca atenção que a alta direção da empresa presta a esta atividade como também pela ideia de que o importante é reparar a máquina ou equipamento, pouco importando o que fazer, uma vez que os custos de manutenção são diluídos dentro do item classificado como "despesas gerais" (CABRAL, 1998), principalmente, em tempos de grande atividade econômica.

No caso de aparecerem crises ou o mercado não reagir como previsto aquilo que não foi feito na época de fartura, torna-se um fardo elevadíssimo durante as crises.

A finalidade da manutenção é conservar os equipamentos e máquinas em condições satisfatórias de operação e as suas atividades cobrem uma faixa bastante ampla de funções. Como todo equipamento apresenta desgaste, esse leva, invariavelmente, ao rompimento ou quebra de um ou mais componentes. Quando isso acontece, aparece a necessidade de realizar um conserto, consubstanciado na substituição do componente, ou componentes defeituosos.

Observa-se, no entanto, que a maioria das instalações industriais já possui tal departamento, geralmente, operando em condições precárias, mas que, de uma forma ou outra, está conseguindo cumprir suas funções. Embora exista uma

despesa elevada, desperdício excessivo com custos altos, a função existe e está sendo cumprida. Constitui, por tais motivos, um problema bastante delicado e de solução complexa alterar a situação atual, introduzindo uma organização desconhecida até então, com os controles e sistemas de avaliação. Entretanto, esta alteração é essencial para que a manutenção se transforme numa atividade lucrativa a partir de uma em que são gerados única e exclusivamente custos elevados devido à ineficiência, desorganização e falta de motivação. Para tal, há a necessidade permanente de alterar a situação mediante uma reorganização das atividades baseadas numa filosofia diversa da vigente.

### **2.3.2 Princípios que prevalecem numa instalação industrial**

Uma fábrica ou instalação industrial qualquer é constituída por vários departamentos, divisões, seções ou outra denominação qualquer, mas que devem funcionar de maneira harmoniosa e objetiva. A interdependência é total, sendo o resultado final uma consequência do bom funcionamento de todos os componentes. A obtenção do lucro está intimamente associada à produção de determinados artigos, materiais ou serviços, dependendo do tipo de instalação e organização. Seja como for, aparece um produto que é comercializado e os resultados disso é que mantém a instalação inteira, produzindo lucros aos que investiram no empreendimento. A tecnologia está se desenvolvendo e se alterando continuamente e, para manter uma posição no mercado, todas as instalações devem saber de tais desenvolvimentos, para poderem acompanhar o progresso e manterem sua parte no mercado (BRANCO, 2003).

Com relação à manutenção, admite-se ser uma atitude perfeitamente justificável que o responsável pela produção deseje que as máquinas e equipamentos de produção sejam conservadas visando permanecer nas mesmas condições dos dispositivos novos. Entretanto, embora isto seja possível, existem custos apreciáveis envolvidos, dependendo do tipo de maquinaria, equipamento e dispositivos. Tais dados devem ser informados à produção pelo responsável pela manutenção e, em comum acordo, e perfeitamente possível que seja atingido um patamar nas quais ambas as pretensões sejam satisfeitas. De um modo geral, as finalidades da manutenção consistem em conservar os equipamentos em condições

de funcionamento com custo reduzido. Tal funcionamento abrange ampla gama de pretensões, como:

- Conservar o maquinário em condições análogas a de dispositivos novos e recém instalados;
- evitar a deterioração do equipamento devido à falta de cuidados e manutenção inadequada; e
- conservar os equipamentos operando em condições de funcionar, originando produção em condições economicamente vantajosas, ou seja, em condições compatíveis com o valor do ativo fixo, adequando-se às condições de custos de mão-de-obra, materiais e outros fatores envolvidos com a produção.

É importante que todo o pessoal encarregado da manutenção permaneça sob controle e jurisdição exclusiva do responsável pela atividade de manutenção que, por uma questão de autoridade e responsabilidade, é o responsável pela orientação, direção e supervisão de todos os consertos, reparos e demais atividades inerentes à manutenção. Dada a interdependência entre os departamentos de produção e de manutenção, as despesas, gastos e custos dessa devem ser assumidos em conjunto por ambos os departamentos. Isto porque a produção impõe determinadas despesas pelos prazos e pela amplitude dos serviços que exige, enquanto que a manutenção condiciona os gastos em função da qualidade e da rapidez dos trabalhos que apresenta. Este fracionamento dos custos entre os dois departamentos dá constantemente origem a controvérsias, mas, quando ambos estão organizados de maneira adequada, os problemas são rapidamente solucionados, eliminando-se um ponto de atrito que pode originar consequências desagradáveis (BRANCO, 2003).

Em todos os casos, é função básica do envolvido com a manutenção esclarecer e fornecer dados precisos à produção, principalmente informações de natureza técnica e econômica, para que sejam tomadas decisões acertadas no que diz respeito ao tipo e abrangência dos serviços que a própria manutenção presta à produção. É muito importante que a coordenação, planejamento, programação e execução visem primordialmente complementar a supervisão da manutenção

reforçando-a. Em caso algum deve ser apelado para a autoridade e responsabilidades do supervisor, uma vez que deve haver assessoria plena e não atitudes burocráticas altamente indesejáveis.

Como é natural, numa instalação ou empreendimento industrial qualquer a alta direção ou a gerência geral aplica toda a sua atenção e todo o esforço visando o máximo de produção, procurando o máximo de eficiência, flexibilidade e economia. Com tais atitudes, é bastante comum às alterações do “*lay-out*” e alterações nos produtos e artigos que à última hora apresentam bom mercado, mudanças intempestivas e decisões para interromper a produção ou modificá-la comunicados à última hora, consertos, reparos ou alterações rápidas para evitar a produção de artigos defeituosos ou fora dos padrões de qualidade e mais uma série de atitudes e providências que redundam em custos elevados. Tais custos, nesses casos, são compreendidos e contabilizados com relativa facilidade, mas os custos de manutenção sofrem elevações despropositadas e a sua contabilização nem sempre é fácil.

Para que se tenham dados confiáveis, há necessidade de determinar, com bastante clareza, quais as funções e as responsabilidades da manutenção como um todo e suas várias ramificações, as quais formam um sistema de satélites acionados pelo núcleo central.

A maneira de organizar a manutenção depende de vários fatores. A manutenção é organizada ou para atender a uma necessidade da instalação ou então por uma atitude ou filosofia da alta direção que conhece os problemas e pretende resolvê-los de maneira adequada. Com isso, dependendo da instalação e dos motivos que levaram à implantação da manutenção, essa se situará num determinado patamar de nível decisório dentro da organização.

### **2.3.3 A Gerência de Manutenção e a diferença entre Eficiência e Eficácia**

De acordo com MIRSHAWKA e OLMEDO *apud* VIANA (2002), os objetivos de uma gerência de manutenção moderna são:

- Maximizar a produção (disponibilidade) com o menor custo e a mais alta qualidade sem infringir normas de segurança e causar danos ao meio ambiente;

- otimizar níveis de estoques de peças;
- estabelecer a logística adequada para a aquisição de materiais, peças e serviços;
- manter os registros de manutenção por equipamentos. A Ordem de Serviço (OS) é o documento-base. O histórico é fundamental;
- continuamente identificar e recomendar reduções de custo, tais como: racionalização de custo da energia, eliminação de custos da não-eficácia, modernização de equipamentos, diminuição de custos próprios e assim por diante; e
- conhecer a matriz de custos da manutenção bem como os gerais da empresa, principalmente, os da produção parada.

A gerência de manutenção precisa saber diferenciar a eficiência de eficácia. Para MIRSHAWKA e OLMEDO (1993), “eficiência é o grau de impacto ‘positivo’ das atividades do sistema [...] Eficácia é saber escolher a coisa e a hora certa antes de fazer”. Não se deve confundir eficiência com eficácia. Para medir a eficácia, não importa saber o que o sistema utilizou para obter os resultados que alcançou. O importante é saber somente se os resultados atingidos coincidem com os planejados e, se a escolha dos objetivos, foi a mais apropriada.

Há três tipos distintos de eficácia: a eficácia gerencial, a eficácia aparente e a eficácia pessoal.

A eficácia gerencial refere-se ao alcance dos resultados que contribuem para a consecução dos objetivos da organização, isto é, resultados adequados às exigências do produto e do cargo. Segundo MIRSHAWKA e OLMEDO (1993), “é difícil, se não impossível julgar a eficácia gerencial somente observando o comportamento. Existem comportamentos que dão geralmente um ar de eficácia, mas que nem sempre levam realmente à eficácia”. Trata-se de eficácia aparente, que se caracteriza quando o gerente apenas aparenta ser eficaz, por meio de qualidades como pontualidade; sempre pronto a responder; tem a mesa organizada; bom em marketing pessoal.

Estas qualidades, embora importantes em algumas posições, podem ser, em outras, irrelevantes para a eficácia, dando apenas a impressão de que o gerente é eficaz, quando, muitas vezes, não o é. Eficácia pessoal existe quando, em detrimento dos objetivos da organização, os objetivos pessoais são satisfeitos. “Isto acontece especialmente com gerentes ambiciosos, numa empresa onde os resultados dele esperados são mal definidos ou têm somente algumas medidas de produto claramente definidas para a função gerencial” (MIRSHAWKA e OLMEDO, 1993).

### **2.3.4 Manutenção estratégica**

Segundo PINTO (1999), “a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz”; ou seja, apenas reparar o equipamento ou a instalação tão rápido quanto possível já não basta, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitando falhas do equipamento e reduzindo riscos de uma parada de produção não planejada.

Encontram-se, normalmente, indicadores de manutenção que medem apenas a sua eficiência e isto é muito pouco para uma empresa moderna. O que precisam realmente ser medidos são a disponibilidade, a confiabilidade, o custo e a qualidade do atendimento junto à produção, bem como atuar para obter aquilo que a fábrica necessita para atender seu mercado de maneira competitiva. “Todos estes indicadores só serão obtidos pelas pessoas, daí ser importante ter, também, indicadores que meçam o moral, a motivação e a segurança do grupo” (PINTO, 1999). Segundo este, a manutenção precisa medir, estrategicamente, qual é a sua contribuição para:

- Faturamento e lucro da empresa;
- segurança da instalação;
- segurança das pessoas; e
- preservação ambiental.

O aumento da disponibilidade, da confiabilidade, da qualidade do atendimento, da segurança e da redução de custos passa, necessariamente, pela redução da demanda de serviços, que tem as seguintes causas básicas:

- Qualidade da manutenção: a falta de qualidade na manutenção provoca o retrabalho, que nada mais é do que uma falha prematura;
- qualidade da operação: do mesmo modo, sua não-qualidade provoca uma falha prematura;
- qualidade da instalação/problemas crônicos: existem problemas que são decorrentes da qualidade não adequada do projeto da instalação e do próprio equipamento. Devido ao paradigma ultrapassado de restabelecer as condições dos equipamentos/sistemas, o homem de manutenção e a própria organização habituaram-se a não buscar a causa básica dos problemas e, com isto, dar uma solução definitiva que evite a repetição da falha. Com este procedimento, é comum conviver com problemas repetitivos, ainda que de solução conhecida. Isto traduz uma cultura conservadora que precisa ser mudada;
- qualidade da instalação/problemas tecnológicos: a situação é exatamente a mesma da anterior, apenas a solução não é de todo conhecida, o que exigirá uma engenharia mais aprofundada que deverá redundar em melhorias ou modernização dos equipamentos/sistemas; e
- serviços desnecessários: isto acontece não só devido a uma filosofia errada de aplicar uma manutenção preventiva exagerada, sem se considerar o binômio custo x benefício.

### **2.3.5 A relação da manutenção com a qualidade, a produtividade e a lucratividade**

Segundo KELLY (1984), as organizações industriais existem para gerar lucro. Elas utilizam equipamentos e empregam trabalho para transformar matéria-prima de

valor relativamente baixo em produtos acabados de alto valor. BORNIA (2002) comenta que o ambiente onde as empresas encontram-se inseridas está continuamente se modificando. A competição tende a ficar mais acirrada e isso vem provocando profundas transformações, nos sistemas produtivos das empresas, os quais necessitam de informações dificilmente fornecidas por sistemas tradicionais. O único meio de se considerar a lucratividade de uma planta industrial está baseada em seu ciclo de vida. O investimento na máquina ocorre da sua concepção ao seu licenciamento. Se tudo vai bem, o retorno do investimento tem início, quando a máquina começa a funcionar e continua até o fim de sua vida útil. Para maximizar o lucro do tempo gasto na concepção ao início da utilização, o total investido pode ser pequeno, enquanto a vida útil e o total de retorno podem ser grandes.

Tais objetivos podem ser óbvios, mas de difícil realização e a razão principal para isso é duvidosa – duvidosa quanto à continuidade da demanda do produto, quanto ao começo de eventual obsolescência, quanto à confiança e custo do ciclo de vida. Durante a última década, tem sido considerável o desenvolvimento de técnicas para avaliar a confiança do equipamento e custos do ciclo de vida, o que pode influenciar a escolha do equipamento. Há, contudo, outro fator que afeta a lucratividade do ciclo de vida e está crescendo em importância, que é denominado manutenção (KELLY, 1984).

CERQUEIRA NETO (1991) argumenta que qualidade, atualmente, é condição “imperativa” para que as empresas tenham lucro e fluxo de caixa positivo. Tudo o que a ela se relaciona passou a ser área estratégica de interesse. As grandes empresas se empenham na implementação de programas de controle total da qualidade, cujos resultados não só garantem a plena satisfação dos clientes como também reduzem os custos de operação, minimizando as perdas, diminuindo consideravelmente os custos com serviços externos e otimizando a utilização dos recursos já existentes.

MIRSHAWKA (1991) considera como fatores fundamentais para alcançar qualidade em manutenção com manutenção zero defeito:

- A qualidade da mão-de-obra;
- a qualidade do serviço;
- a auditoria da qualidade; e

- o programa de ação preventiva ou preditiva.

Portanto, MIRSHAWKA (1991) demonstra que qualidade é a resposta satisfatória que um produto ou serviço dá à expectativa do usuário. Quem faz a qualidade é o operário que fabrica o produto, é o homem de piso de fábrica ou da linha de frente, é a secretária que mantém a agenda do seu chefe sob controle, são os supervisores, os gerentes e, principalmente, os componentes da alta administração. Toda empresa pode alcançar a excelência por meio da qualidade, porém, para isto, precisa ter uma administração totalmente voltada à qualidade, buscando a melhoria contínua por meio do envolvimento de todos os funcionários e tendo como fim maior o cliente satisfeito.

CONWAY (1996) adverte: “Qualidade é sobrevivência. Sua organização não vai durar muito tempo se não usar processos de alta qualidade para gerar produtos e serviços de alto gabarito”. Este autor define produto ou serviço de qualidade como sendo aquele que atende às necessidades funcionais ou estéticas de uma maneira superior. Desta forma, num setor de pintura automotiva, o produto terá qualidade, se a pintura sair sem microporos e bolhas, coladuras, crateras, rugas, véus, pulverizados, casca de laranja, borbulhas, rachaduras, depressões ou cavidades, impurezas, entre outros defeitos que ocorrem neste tipo de produção. FONSECA *et al.* (1997) comentam que há, no mínimo, duas dezenas de definições para qualidade, todas direcionadas às características do produto que contribuem para sua excelência, resultando em satisfação dos clientes.

CROSBY (1992) explica: “a insatisfação com o serviço ou produto final de uma organização denomina-se problema de qualidade. Porém, trata-se apenas de um sintoma do que está acontecendo no interior da firma”. Significa que a empresa está doente, e os sintomas são os seguintes:

- Produto ou serviço que sai da firma normalmente contém desvios dos requisitos publicados, anunciados ou combinados;
- a companhia possui um extenso serviço de atendimento, ou rede de representantes com talento, para refazer e corrigir (retrabalho), a fim de manter os clientes satisfeitos;

- a gerência não fornece um nítido padrão de desempenho, ou definição de qualidade, de modo que cada empregado cria o seu;
- a gerência ignora o preço do não-cumprimento;
- a gerência nega ser a causa do problema (CROSBY, 1992).

Pesquisando em fábricas, DEMING (1990) constatou que, na opinião do operário, a qualidade é produzida, quando ele puder se orgulhar de seu trabalho. Para ele, baixa qualidade significa perda de negócios e talvez de seu emprego. Alta qualidade, na visão dele, manterá a empresa no ramo. Isto é verdade tanto para as empresas de serviços quanto às empresas de produção de bens. Para o administrador de fábrica, qualidade significa produzir a quantidade planejada e atender às especificações.

CROSBY (1986) argumenta que “qualidade é um fator atingível, mensurável e lucrativo, que pode ser estabelecido desde que haja compromisso e compreensão, e que a pessoa esteja disposta a trabalhar duro”. Além disso, a qualidade determinará a diferença entre o sucesso e o fracasso.

A prevenção de defeitos é um fator primordial na implantação de um programa de qualidade, abrindo espaço para a atuação do setor de manutenção, que irá monitorar os equipamentos utilizados na produção com o objetivo de evitar possíveis defeitos que causarão problemas de qualidade e produtividade.

CROSBY (1986) define qualidade como “conformidade com os requisitos”. E, ainda, afirma que “a qualidade é mensurável com toda precisão pela mais antiga e respeitada das medidas – o dinheiro concreto”. Fazer as coisas de forma incorreta custa caro. O autor divide estes custos em categorias de prevenção, avaliação e fracasso.

Com relação à prevenção, TAVARES (1999) enfatiza a importância da manutenção, argumentando que a utilização do ciclo da Qualidade Total como base no processo de gerenciamento conduz ao melhoramento contínuo das práticas de manutenção, assim como a redução de custos. Melhorias significativas nos gastos de manutenção e disponibilidade de equipamentos são atingidas, por intermédio da:

- Absorção de algumas atividades pelas equipes de operação dos equipamentos;

- melhoria contínua do equipamento;
- educação e treinamento dos envolvidos na atividade de manutenção;
- coleta de informações, avaliação e atendimento às necessidades dos clientes;
- estabelecimento de prioridades adequadas aos serviços;
- avaliação de serviços necessários e desnecessários;
- análise adequada de relatórios e aplicação de soluções simples, porém, estratégicas; e
- planejamento da manutenção com “enfoque na estratégia de manutenção específica por tipo de equipamento”.

Segundo TAVARES (1999), grande parte do sucesso de uma empresa se deve à cooperação entre clientes e fornecedores, tanto internos como externos. Atritos geram custos e consomem tempo e energia. Um gerenciamento dinâmico da manutenção envolve administração das interfaces com as outras divisões corporativas. Para que não haja um conflito de metas, é fundamental a coordenação do planejamento da produção, da estratégia de manutenção, da aquisição de sobressalentes, da programação de serviços e do fluxo de informações entre esses subsistemas.

Somente, quando operação e manutenção trabalham juntas, é possível atingir altas disponibilidades e índices de utilização, aumento de confiabilidade, baixo custo de produção como resultado de manutenção otimizada, gestão de sobressalentes e alta qualidade de produtos.

TUBINO (2000) comenta que os sistemas produtivos devem exercer uma série de funções operacionais para atingir seus objetivos. Essas funções são desempenhadas por pessoas e envolvem desde o projeto dos produtos, até o controle dos estoques, recrutamento e treinamento de funcionários, aplicação dos

recursos financeiros, distribuição dos produtos, entre outros. Essas funções podem ser agrupadas, de forma geral, em três funções básicas: *Finanças*, *Produção* e *Marketing*. O sucesso de um sistema produtivo depende da forma como essas três funções se relacionam. Por exemplo, o *Marketing* não pode promover a venda de bens ou serviços que a *Produção* não consiga executar.

À medida que os sistemas produtivos crescem, as funções básicas vão sendo desmembradas em suas atividades, gerando funções de suporte desempenhadas por especialistas, como: manutenção, controladoria, engenharia, distribuição, entre outros. Atualmente, uma questão importante relacionada às funções de suporte diz respeito ao excessivo crescimento das empresas e a sua burocratização pela subdivisão das tarefas, como a questão da qualidade, por exemplo. Normalmente, ao se tirar do funcionário de determinado setor, a responsabilidade pela verificação da qualidade de seu produto e passá-la para um departamento especializado de controle da qualidade, ocorre um conflito com relação a quem é responsável por esta qualidade. Paira a dúvida, se é o operador quem produz ou o inspetor quem verifica. Nos dias atuais, as empresas estão revendo suas funções de apoio e revertendo a excessiva especialização das atividades, com objetivo de atribuir mais responsabilidade a quem de fato executa determinada função (TUBINO, 2000).

Neste contexto organizacional, a manutenção surge como parte fundamental, porque cabe a ela manter os equipamentos e instalações do sistema em perfeito estado de uso. Pode também ser responsável pela produção da ferramenta, pela produção de pequenas máquinas e pelas condições ambientais de salubridade e segurança. Segundo TUBINO (2000), dentro dos princípios da qualidade total, hoje, muitas das atividades de manutenção preventiva foram transferidas para os próprios operadores que, diariamente, devem fazer a lubrificação e pequenos reparos nos equipamentos que não exijam grande conhecimento técnico. O PCP (Planejamento e Controle da Produção) tem interesse imediato no bom andamento das atividades de manutenção. A programação da produção exige o conhecimento das condições físicas dos equipamentos e instalações e o replanejamento exige rapidez na troca de informações sobre a mudança de estado deles.

De acordo com JURAN e GRAYNA (1993), os custos da baixa qualidade são enormes: as estimativas disponíveis sugerem que, dependendo da natureza da indústria, esses custos consomem entre 20 e 40% do esforço gasto. Conjuntamente, aproximadamente um terço do que é feito nos Estados Unidos consiste em refazer o

que havia sido feito anteriormente. Em outros termos, os efeitos são igualmente chocantes: o atraso em fazer chegar novos produtos ao mercado ou em fornecer serviços; os danos provocados nas relações com os clientes; os prejuízos à harmonia interna, entre outros.

Na visão de JURAN e GRAYNA (1993), qualidade melhor custa menos, ou seja, muitos gerentes mantiveram por muito tempo a opinião de que, para aperfeiçoar a qualidade, era necessária uma elevação de custos. O envolvimento mais profundo na administração para a qualidade forneceu novas noções para tais gerentes. Eles perceberam que o alto custo da baixa qualidade apresentava uma oportunidade para a redução de gastos com um retorno de investimento mais alto do que virtualmente qualquer outra atividade administrativa (JURAN e GRAYNA, 1993).

### **2.3.6 PCM – Planejamento e controle de manutenção**

Enquanto, nos países do velho continente, houve uma evolução gradativa da manutenção; à medida que se vivenciavam os momentos da história; no Brasil, houve (década de 90) uma tentativa desesperada de se implantar nas empresas todos os programas de qualidade e aumento de produção em poucos anos. Isto causou em muitos a sensação de que tudo estava errado nos atuais processos (VIANA, 2002).

Segundo VIANA (2002) a evolução da manutenção na Europa aconteceu da seguinte forma:

- Até 1914 - manutenção era uma atividade secundária e executada pelo efetivo da operação;
- de 1914 a 1930 – equipe destinada exclusivamente para reparos mínimos (corretiva) para cumprir programas de produção em série introduzida por Ford;
- de 1930 a 1950 – além dos reparos, eram feitas prevenções de avarias, agora a equipe de manutenção tinha tanto valor quanto a de produção. As manutenções ocorriam em função de um determinado tempo, o que ficou conhecida como manutenção preventiva periódica ou preventiva sistemática;

- em 1950 – surge a Engenharia de Manutenção (EDM) para dar mais agilidade aos processos de diagnóstico das falhas e para controlar e planejar as manutenções preventivas. Este processo ficou conhecido como Manutenção Produtiva;
- em 1960 – surgiu o que ficou conhecida como Manutenção Seletiva, a precursora da Preditiva ou baseada em condições. Em meados de 60, com a difusão do *Total Quality Control* ou Controle de Qualidade Total (TQC), acontece a quebra de um paradigma, cuja manutenção era considerada secundária ou de menor importância, pois, a liderança deste grupo de melhoria de qualidade e produtividade caberia ao gerente de manutenção. Com o advento de computadores de maior tecnologia, houve o desmembramento da EDM com o PCM onde coube ao PCM apenas o controle, planejamento e implantação dos sistemas de manutenção;
- em 1970 – houve uma necessidade de juntar a parte de gastos à gestão da manutenção, necessidade levantada pelos ingleses, surgindo a Terotecnologia, a qual busca alternativas técnicas, estudos de confiabilidade e avaliações técnico-econômicas obtendo ciclos de vida de equipamentos cada vez menos dispendiosos. A Terotecnologia é hoje conhecida como Manutenção Centrada no Negócio, em que os custos norteiam as decisões da manutenção;
- em 1971 – surge a *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total (MPT) desenvolvida pelos japoneses, que juntaram todas as técnicas anteriores num só sistema, porém, ocupando o tempo dos profissionais da manutenção em parte das inspeções realizadas pela engenharia de manutenção. Na TPM, busca-se o envolvimento de todos no aumento da produtividade; e
- de 1980 até hoje – em 1980, com o surgimento dos microcomputadores, com uma linguagem simples, os profissionais de manutenção passaram a desenvolver seus próprios programas de gestão de manutenção e o PCM passou a ter uma importância tão grande que passa a ser um órgão de assessoramento da produção. Em 1993, a ISO revisa a norma e inclui a função Manutenção no

processo de certificação dando reconhecimento desta função no aumento da confiabilidade, redução de custos, prazo de fabricação e entrega, garantia de segurança no trabalho e preservação do meio ambiente.

Hoje, observa-se, em muitas empresas, que o PCM tem uma importância vital nas decisões de produção e de negócio, pois somente a manutenção pode garantir a disponibilidade das máquinas, qualidade dos produtos e continuidade do negócio. Empresas que não veem a manutenção como uma função estratégica estão fadadas a terem uma vida muito curta no mercado em que atuam, pois, gerir a manutenção na empresa significa, para os clientes, ter os seus produtos na data desejada, com a qualidade quista, com o menor custo possível do mercado e para a empresa que o faz significa a sobrevivência num mercado que oferece uma concorrência acirrada (VIANA, 2002).

Nesta conjuntura, onde a manutenção pode fazer a diferença entre o sucesso e o fracasso no que se pretende produzir, faz-se necessária a existência da figura do planejador de manutenção, a pessoa que gerencia todos os processos chamados “burocráticos” da manutenção, garantindo os históricos, os controles de gastos, os levantamentos de dados para as tomadas de decisões, as programações, a aquisição de material seja de estoque ou por compra externa, o cumprimento das estratégias a serem seguidas, o gerenciamento de planos e demais tarefas necessárias para o andamento da manutenção, ou seja, esta pessoa é de suma importância para o processo.

Segundo TAVARES (1999), a área de PCM tem como atribuições as seguintes:

- Assessorar a gerência em tudo que se refira à programação e controle;
- administrar contratos de serviços de terceiros;
- organizar e manter o patrimônio técnico da gerência;
- avaliar necessidades de treinamento do pessoal pesquisando cursos mais adequados;
- revisar as programações e instruções de manutenção; e

- avaliar pontos de perda de produtividade emitindo sugestões.

### 2.3.7 EDM – Engenharia de Manutenção

Segundo MOUBRAY (1997), a evolução da manutenção pode ser definida em três gerações, cujo marco inicial foi em 1930. A primeira geração ocorreu antes da Segunda Guerra Mundial, resume-se em conserto, após a quebra; a segunda geração; deu-se, após a Segunda Guerra Mundial; em que efetivamente surge o conceito de Engenharia de Manutenção (EDM), pois neste período existiam fortes pressões devido à falta de mão-de-obra e aí é que se percebeu que as máquinas quebradas levavam a baixas demandas e, conseqüentemente, a lucros cessantes.

Com isto, ocorreu um aumento da mecanização da produção e da dependência destas máquinas para se produzir. Além disso, a paralisação das máquinas para manutenção ficou evidente surgindo a ideia de que essas paralisações poderiam ser evitadas.

Para PINTO (1999), a prática da Engenharia de Manutenção significa “uma mudança cultural, perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas [...]”.

Com a evolução das técnicas de manutenção, houve também um aumento dos resultados conseguidos em disponibilidade e confiabilidade, conforme demonstra a Figura 11.

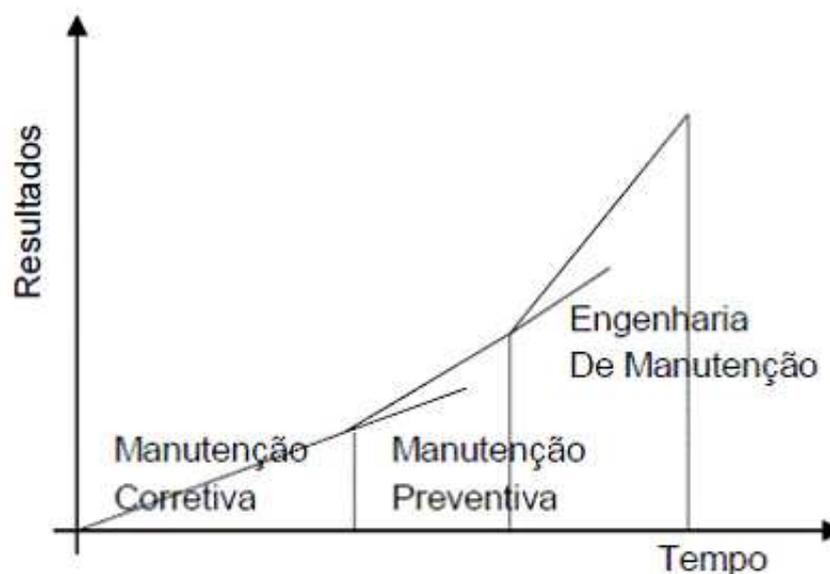


Figura 11 – Evolução x Prática de Manutenção (PINTO, 1999).

Para TAVARES (1999), a Engenharia de Manutenção tem as seguintes atribuições:

- Elaborar especificações de compra de materiais e novos equipamentos;
- analisar relatórios emitindo sugestões;
- analisar o LCC (Custo do Ciclo de Vida dos Equipamentos) apresentando sugestões;
- aplicar as técnicas do Custeio Baseado em Atividades (ABC) para indicar os processos onde devem ser reforçados os recursos e aqueles onde devem ser reavaliadas suas necessidades;
- aplicar as técnicas de Teoria das Restrições (TOC) para determinar os pontos do processo onde existem “gargalos” e sugerir recomendações para reduzir os efeitos desses “gargalos” (re-engenharia de máquinas, métodos e processos); e
- avaliar e sugerir técnicas de preditiva.

Todas as indústrias, com certeza absoluta, têm problemas crônicos em equipamentos e instalações que afetam a disponibilidade, a qualidade e a imagem da área de manutenção. Esses problemas são causados por uma série de fatores que vão desde um erro na montagem dos equipamentos até na concepção de projetos das instalações e que não são fáceis de solucionar, já que dependem de uma análise detalhada dos problemas, estudos desses na busca pela causa raiz do problema e na elaboração de um plano para solucionar o problema.

Muitas empresas não possuem pessoal apto ou capacitado tecnicamente para realizar estas tarefas e, quando têm, estão envolvidos em outras atividades e não dispõem de tempo para se dedicar a esses estudos e soluções. O ideal é manter uma equipe dedicada somente para a realização de tais tarefas na empresa, pois, assim, haverá uma análise crítica sobre cada problema encontrado.

## 2.4 Tipos de manutenção

Hoje, a indústria vê a manutenção como um investimento e não como custo, por entender sua importância para o alcance dos resultados empresariais, por meio do aumento da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos (ESPINOSA, 2004).

Os tipos de manutenção em uma indústria, seja de sistemas elétricos ou mecânicos, são:

- **Manutenção Corretiva** – reparo após a falha;
- **Manutenção Preventiva** – baseada no tempo;
- **Manutenção Preditiva** – baseada na condição; e
- **Manutenção Detectiva** – teste para detecção de falhas.

A seguir, será discutido o conceito de cada um dos tipos de manutenção, os métodos e instrumentos utilizados, a aplicabilidade da manutenção e também a periodicidade com que a manutenção é realizada.

### 2.4.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é efetuada, após a ocorrência de uma pane. Ela tem a finalidade de recolocar um componente ou equipamento em condição de executar sua função requerida, ou seja, a função para a qual foi projetado e instalado. Esse tipo de manutenção era muito utilizado, no período pós Segunda Guerra Mundial, quando ninguém se preocupava em consertar, apenas utilizar até quebrar. Um exemplo é a função que uma bomba tem em bombear um determinado fluido a uma vazão e pressão especificadas. Na manutenção corretiva, a intervenção na bomba só ocorrerá quando ela deixar de bombear ou quando a pressão e/ou vazão estiver abaixo do especificado ou quando ocorrer indisponibilidade do equipamento. (ESPINOSA, 2004).

### **2.4.2 Manutenção Preventiva**

Com a globalização e o aumento na competitividade, a busca pela produtividade surge como uma fonte estratégica para a ascensão no mercado. Neste cenário, não se admitem mais equipamentos com os quais não se possam contar quando necessários ao processo de produção. Assim, surgem os conceitos de disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos dentro da produção. Diante disso, a manutenção preventiva busca evitar a indisponibilidade inesperada do equipamento, por meio da substituição de componentes ou partes do equipamento a intervalos de tempo prefixados, baseados em dados técnicos de vida útil dos componentes. A manutenção preventiva é o conjunto de atividades técnicas e administrativas cuja finalidade é reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de uma peça ou equipamento. (ESPINOSA, 2004).

A manutenção preventiva visa também a evitar ou reduzir a ocorrência de manutenção corretiva, pois ela é executada antes que a falha aconteça. O método de execução deste tipo de manutenção consiste em três etapas:

- **Primeira etapa: Planejamento da Manutenção**

O planejamento da manutenção é realizado normalmente de modo informatizado e nele são efetuados cadastro dos equipamentos e a elaboração dos planos de manutenção. Esses planos indicam todas as informações necessárias para orçamento, programação e execução das atividades, apuração de gasto e formação do histórico das intervenções.

- **Segunda etapa: Programação da Manutenção**

A programação da manutenção visa a executar todas as solicitações de serviços planejadas, otimizar a duração do evento, evitar interferências entre serviços, bem como melhorar a utilização dos recursos. Esta programação é realizada a partir das ordens de serviço, na qual é feita a programação da execução das atividades de manutenção, permitindo, desse modo, verificar os recursos humanos e materiais necessários e sobressalentes.

- **Terceira etapa: Controle da Manutenção**

Nesta etapa, o controle da manutenção é realizado por meio de alimentação do banco de dados, com históricos, relatórios e análise dos indicadores de desempenho da manutenção. Por envolver grande número de ordens e operações, as atividades de análise de interferências, nivelamento de recursos e determinação dos caminhos críticos, quando são realizados manualmente, tornam-se mais complexas e trabalhosas. Em função disto, fizeram-se necessária a informatização para auxiliar estas atividades. Neste tipo de manutenção, as tarefas são repetidas periodicamente, em intervalos fixos, em função da utilização das máquinas e equipamentos, independentemente da condição do equipamento. Os intervalos podem ser definidos por:

- Tempo calendário – mensal, semestral, anual;
- horas de funcionamento – compressores;
- quilômetros rodados – veículos;
- horas de voo – aviões;
- ciclos de trabalho – elevadores;
- toneladas produzidas – forno elétrico;
- peças fabricadas – cilindro de laminador; e
- número de corridas – refratários de fornos.

Considerando que a manutenção preventiva visa manter o desempenho da função dos equipamentos, ao se determinar a periodicidade das intervenções, o que se procura é que a intervenção aconteça antes de ocorrer a falha. Então, ao conhecer o Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), fica fácil determinar o intervalo de manutenção. Dessa forma, a periodicidade da manutenção preventiva deve ser determinada com base no TMEF. Entretanto, há casos em que não se conhece o TMEF, seja por falta de registros históricos ou por se tratar de equipamento novo, ou até mesmo por mudança das condições de operação, de cenário, entre outros. Nestes casos, a periodicidade deve ser determinada com base nas recomendações

do fabricante e/ou na experiência do programador de manutenção (ESPINOSA, 2004).

### 2.4.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é a técnica de analisar sintomas dos equipamentos, por meio de medições próprias de determinadas variáveis para estabelecer critérios de intervenções preventivas. Difere-se dos outros tipos de manutenção por ser executada com o equipamento (ou planta) em operação, sem necessidade de parada ou desligamento de máquina, portanto, sem perda de produção. A manutenção preditiva está baseada no estado da máquina, através da medição periódica e contínua de um ou mais parâmetros significativos, evitando paradas inesperadas e substituição de peças desnecessárias. A manutenção preditiva usa a condição real do equipamento para otimizar a operação total da planta industrial. “A manutenção preditiva visa, por intermédio da análise comportamental dos equipamentos, prever a intervenção nos mesmos o mais próximo possível da falha, porém antes que ela ocorra [...]” (NEPOMUCENO, 1985).

O crescente aumento da automação dos processos permite condições de monitoramento das máquinas, que anteriormente eram impossíveis de se imaginar. Os métodos baseados em produção enxuta (*Lean Manufacturing*) exigem um aumento contínuo da disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos da produção. Para atender a esta necessidade, surgiu a manutenção preditiva, na qual as intervenções de manutenção acontecem de acordo com a condição do equipamento, por meio de monitoramento, seguindo parâmetros predeterminados.

Existem várias técnicas preditivas que devem ser adotadas de acordo com o cenário e a criticidade do equipamento. As técnicas mais conhecidas são:

- Análise de vibrações;
- análise de óleo;
- termografia;
- ultrassonografia;
- endoscopia;

- líquido penetrante;
- radiografias; e
- teste hidrostático.

#### **2.4.4 Manutenção Detectiva**

Segundo ESPINOSA (2004), a manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. A manutenção detectiva também é conhecida como Teste para Detecção de Falhas (TDF), consiste na inspeção das funções ocultas, a intervalos regulares, para ver se tem falha e recondiçnã-las em caso de alguma funcional.

Este tipo de manutenção é relativamente novo, surgiu a partir da década de 90 e por isso ainda é muito pouco conhecido no Brasil. Assim como a manutenção preditiva, a manutenção detectiva gera uma programação de parada, ou seja, uma vez detectada a falha, é programada a sua correção.

Uma das grandes dificuldades na implantação da manutenção detectiva é a definição da periodicidade das verificações. Isto porque o que se pretende é detectar falhas ocultas de equipamentos que falham aleatoriamente. Quando o TMEF dos componentes é desconhecido, as verificações iniciais devem ser feitas numa frequência maior, para evitar o risco de ocorrerem falhas no intervalo entre as verificações.

#### **2.5 Cadastro de equipamentos**

O cadastro de equipamentos é o registro do maior número possível de dados dos equipamentos, por meio de formulários ou telas padronizadas que, arquivados de forma conveniente, possibilitam o acesso rápido a qualquer informação necessária para manter, comparar e analisar condições operativas, sem que seja necessário recorrer a fontes diversificadas de consulta (TEIXEIRA, 2001). Os tipos de cadastros mais usados são:

- Cadastro de equipamentos / conjuntos;
- cadastro de endereços / instalações; e
- cadastro das atividades de rotina e seus recursos.

O cadastro de equipamentos consiste na reunião e cadastramento da maior quantidade possível de dados para cada equipamento, tais como:

- Construtivos – manuais, catálogos e desenhos;
- de compra – número do pedido, valor, data de aquisição;
- de origem – fabricante, fornecedor, tipo e modelo;
- de transporte e armazenamento – dimensões, peso e cuidados especiais;
- de operação – características nominais e limites operativos; e
- de manutenção – lubrificantes, sobressalentes gerais e específicos, curvas características, recomendações do fabricante, limites, folgas e ajustes.

O código do equipamento pode obedecer a uma estrutura pré-definida ou simplesmente a um número sequencial. Este código permite obter a posição instalada de uma família (aplicações similares), o histórico de intervenções de uma família e/ou o conjunto específico e, também, possibilita a apuração dos custos individualizados por conjunto e/ou família (SWANSON, 2001).

## **2.6 Custos da manutenção**

No dinâmico mundo das organizações empresariais, a empresa que tem políticas estratégicas bem definidas e com controle de custos de seu produto sobrevive. Sabe-se que a empresa que conhece o quanto custa produzir seus produtos, que sabe a respeito de seu mercado e clientes, que valoriza seus colaboradores e pensa longe em suas estratégias, tem larga vantagem competitiva diante de seus concorrentes. Nas últimas décadas, a gestão de custos tem-se

aprimorado, inúmeras técnicas e métodos têm surgido. No setor industrial, com o crescimento da automação nas unidades fabris, com a conseqüente complexibilidade dos processos, o levantamento dos custos industriais, principalmente, o enfoque nos custos indiretos de fabricação tornaram a função manutenção industrial um dos principais alvos dos gestores das organizações (MARTINS e LAUGENI, 2000).

Os custos inerentes ao departamento de manutenção de uma indústria afetam os custos de produção e, quando é gerada uma ocorrência de falha dos equipamentos fabris, pode ocasionar perdas significativas no tempo de fabricação dos produtos, elevar os estoques de matéria-prima, filas de espera, entre outras perdas derivadas no processo industrial.

Iniciando o estudo a respeito da contabilidade de custos e a atividade de manutenção, é necessário ambientar a contabilidade, frente à apuração de resultados em empresas industriais.

A contabilidade de custos como parte de um sistema de informação tem seu desenvolvimento por meio de coleta e processamento de dados que culmina com a produção e distribuição de informações, na forma de relatórios contábeis específicos para uma melhor mensuração do desempenho organizacional, tanto no curto ou longo prazo, pois a contabilidade de custos está ligada diretamente às funções de planejamento, orçamento e controle. Nesse viés, é possível traçar uma ligação entre as informações de custos e a estratégia organizacional. Ao efetuar essa ligação, o custo passa a ser o elemento principal para a determinação de ações operacionais e estratégicas e deve ser reproduzido no orçamento sob estes dois aspectos (LEANDRO e GRZESZEZESZYN, 2008).

Nas empresas, um sistema de contabilidade de custos é desenvolvido para atingir objetivos específicos, os quais podem estar orientados para a medição dos lucros, por meio dos dados de custos, como também ser utilizado para determinação da rentabilidade, avaliação do patrimônio, procedimentos para o controle das operações e atividades da empresa e a provisão de informações sobre custos para a tomada de decisões e planejamento por meio de processos analíticos.

Segundo MATZ *et al.* (1974), a contabilidade de custos é parte integrante do processo administrativo provendo registros dos custos dos produtos e dados para estudos de custos especiais que envolvem escolhas alternativas com relação a operações e funções, assistindo, dessa forma, a administração em suas decisões

sobre políticas de vendas, métodos de produção, procedimentos de compras, planos financeiros e estrutura de capital.

Para LEONE (1987), o sistema de contabilidade de custos, dentre a diversidade de suas informações, pretende atingir três objetivos principais: a determinação do lucro; o controle das operações e a tomada de decisões.

Na determinação do lucro, a contabilidade de custos utiliza os dados dos registros convencionais de contabilidade ou formata-os de forma diferente, para que se tornem úteis aos gestores. No controle das operações, a contabilidade de custos estabelece padrões e orçamentos, realiza comparações entre o custo real e o custo orçado. Com relação à tomada de decisões, a contabilidade de custos auxilia na formação de preços, quantidade a ser produzida, os produtos que serão fabricados ou cortados, técnicas de manutenção e a contratação de pessoal. Entretanto, para a definição do planejamento e o processo decisório, são necessárias outras informações de caráter econômico e comercial que estão fora do sistema formal da contabilidade de custos.

### 3. CAPÍTULO 03 – PROCESSO PRODUTIVO PARA OBTENÇÃO DE PLACAS CERÂMICAS

#### 3.1 A história da cerâmica e o processo produtivo de placas de revestimentos

A arte da cerâmica se perde nos tempos. Com a invenção do torno, no antigo Egito, a fabricação da cerâmica tem andado em passos consideráveis. Na atualidade, ficam-se maravilhados pela beleza e a perfeição das peças tanto artísticas como utilitárias que foram fabricadas pelas distintas civilizações da Antiguidade. Desde a Idade Média até nossos dias, a cerâmica tem-se condicionado pelos distintos aspectos da vida cotidiana.

A palavra cerâmica vem do grego *Keramos*, que se referia especificamente ao vasilhame em terracota. Atualmente, este termo é empregado a tudo que se fabrica com matéria-prima argilosa (KINGERY, 1998).

No Brasil, a cerâmica tem seus primeiros registros, na Ilha de Marajó (PA). A cerâmica marajoara aponta a avançada cultura indígena que floresceu na referida ilha. Estudos arqueológicos, contudo, indicam a presença de uma cerâmica mais simples, a qual provavelmente tenha sido criada na região amazônica, por volta de 5 (cinco) mil anos atrás. A cerâmica marajoara era altamente elaborada e de uma especialização artesanal que compreendia várias técnicas: raspagem, incisão, excisão e pintura. A modelagem é tipicamente antropomorfa, embora haja exemplares de cobras e lagartos em relevo. De outros objetos de cerâmica, destacavam-se bancos, estatuetas, rodela-de-fuso, tangas, colheres, adornos auriculares e labiais, apitos e vasos em miniatura.

Mesmo desconhecendo o torno e operando com instrumentos rudimentares, o índio criou uma cerâmica de valor, que dá a impressão de superação dos estágios primitivos da Idade da Pedra e do Bronze. Dessa forma, a tradição ceramista não chegou ao Brasil com os portugueses ou na bagagem cultural dos escravos. Os índios aborígenes firmaram a cultura do trabalho em barro, quando Cabral aqui aportou.

O processo empregado pelos aborígenes, no entanto, sofreu modificações com as instalações de olarias nos colégios, engenhos e fazendas jesuítas, onde se

produziam tijolos, telhas e louça de barro para consumo diário. A introdução de uso do torno e das “rodadeiras” parece ser a mais importante dessas influências, que se fixou especialmente na faixa litorânea dos engenhos, nos povoados, nas fazendas, permanecendo nas regiões interioranas as práticas manuais indígenas. Com essa técnica, passaram a ser fabricadas peças com maior simetria na forma, acabamento mais aprimorado e menor tempo de trabalho.

Para o processo de fabricação de produtos cerâmicos “atuais”, entre os quais estão incluídos os pavimentos e revestimentos cerâmicos, desenvolve-se normalmente em três fases sucessivas:

- Preparação das matérias-primas;
- conformação da peça; e
- tratamentos adicionais para conferir ao produto as propriedades finais desejadas, como submetê-lo à secagem e à queima uma ou mais vezes.

Na Figura 12, apresenta-se um desenho representativo que mostra o processo de fabricação de revestimentos cerâmicos.

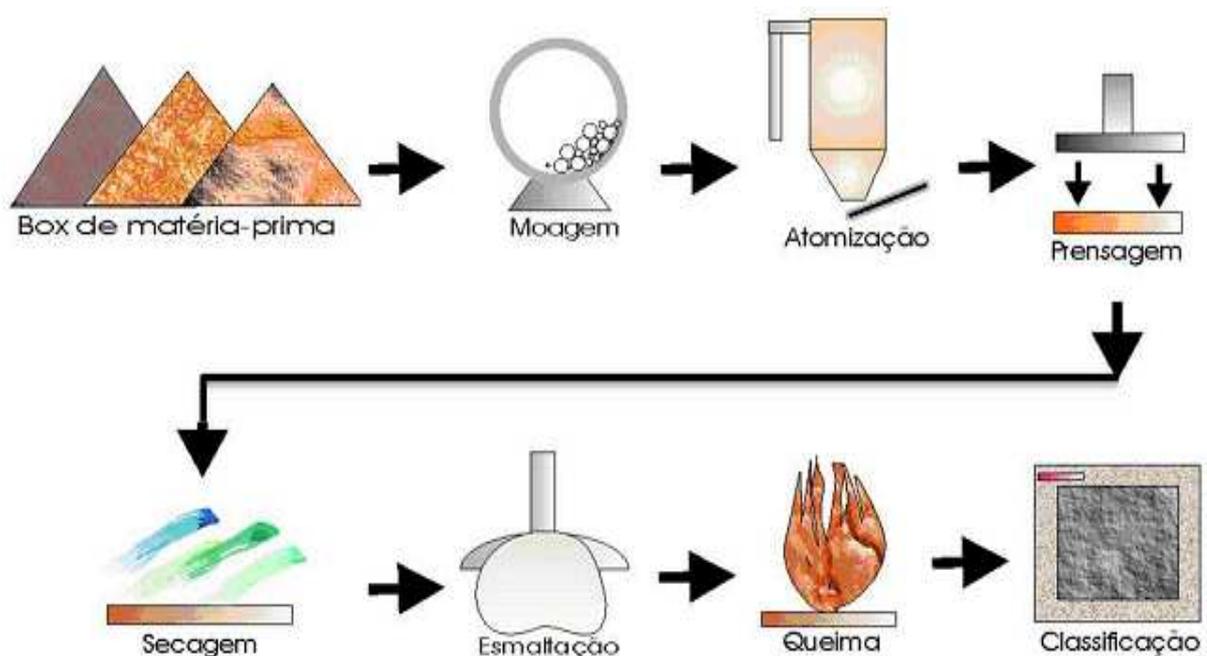


Figura 12 – Processo de fabricação de revestimentos cerâmicos via úmida (FONSECA, 2000).

Primeiramente, na preparação da massa, o objetivo do processo de moagem é a diminuição do tamanho das partículas de um material sólido, tendo em vista o aumento da superfície específica para melhorar a velocidade de reação de determinada matéria-prima (por exemplo, durante a queima), misturar de um modo mais uniforme vários materiais (durante o processo de preparação de uma pasta) e permitir a obtenção de um pó com as características ideais de utilização (por exemplo, nos corantes). Sabe-se também que o tamanho das partículas exerce uma influência determinante nas propriedades e o comportamento dos materiais ao longo do processo de fabricação, como por exemplo: no comportamento reológico, na conformação, na queima e nas características finais do produto. De modo geral, o rendimento da moagem é influenciado pelas características da própria matéria-prima, nomeadamente (RIBEIRO, 2001):

- Dimensão e forma inicial das partículas;
- dureza do material (resistência à compressão, ao choque e à abrasão);
- estrutura homogênea ou heterogênea;
- umidade ou higroscopicidade;
- sensibilidade à variação da temperatura; e
- tendência à aglomeração.

Esta etapa do processo é realizada pelos moinhos de bolas (conforme Figura 13).



Figura 13 – Moinhos de bolas (BRISTOT, 1996).

O moinho de bolas é um equipamento de moagem bastante utilizado na indústria cerâmica, nomeadamente para a moagem de pastas ou dos seus componentes duros (principalmente, em cerâmica de pavimentos, revestimentos, sanitários, louça utilitária e decorativa). A moagem neste tipo de moinho pode ser a seco ou úmido e o processo pode ser contínuo ou intermitente, embora o mais comum na indústria cerâmica seja a moagem descontínua e a úmido. Estes moinhos são constituídos por um cilindro oco, de metal, com um eixo na posição horizontal sobre o qual é impresso um movimento de rotação.

Da suspensão resultante será eliminada uma parte da água até alcançar o conteúdo de umidade necessário para cada processo. O método mais utilizado na fabricação de placas de revestimentos cerâmicos é a secagem por atomização (vide Figura 14).



(a)



(b)

Figura 14 – Atomizador: (a) Sistema físico; (b) Vista esquemática (BRISTOT, 1996).

Entre os diferentes métodos de moldar peças empregados pela indústria cerâmica, dos que se usa pressão, a conformação hidráulica (em conformidade a Figura 15) é o mais estendido, visto que com ele consegue-se dois objetivos primordiais em toda a fabricação, os quais são: grande rendimento da produção, pela facilidade de automatizar e boas características dos produtos acabados.



Figura 15 – Prensa hidráulica cerâmica (SACMI, 2011).

Na cerâmica, este método divide-se, segundo o conteúdo de umidade: prensado a úmido, semi-seco e seco, dentro de alguns limites. O último termo indicado "prensado a seco", é aplicado impropriamente, visto que o material a prensar raramente está isento de umidade, variando o conteúdo dela entre 2 e 7%. Esta expressão é usada com o único fim de diferenciar este método de formação do semi-seco e úmido, visto que os conteúdos em umidade variam geralmente de 7 a 20%.

O prensado a seco é o método empregado pelas indústrias de conformação de placas de revestimento cerâmicos, principalmente pelos seguintes motivos: em primeiro lugar, facilita a secagem das peças, eliminando-se praticamente a contração de secado, e assim obtém-se peças com uma grande exatidão dimensional; em segundo lugar, porque dos processos de conformação é o que se diferencia pela maior produtividade (NEGRE, 1998).

Na prensagem, executam-se contemporaneamente três condições:

- Formação da massa: no sentido de dar à matéria-prima, inicialmente sem forma própria, uma geometria bem definida e adequada;

- compactação da massa: dá consistência à matéria-prima, resistência a cru e em queimado a todas as solicitações mecânicas, químico-físicas a que o material é sobreposto; e
- adensamento: no sentido de limitar os vazios existentes entre as partículas de massa.

No que se refere aos principais objetivos da operação de conformação, pode-se afirmar que são:

- Moldar as peças com a geometria e dimensões pré-estabelecidas, para que estas não apresentem a cru ou queimado aqueles defeitos que são diretamente imputáveis a uma incorreta realização desta operação. Entre estes defeitos cabe destacar as laminações, fissuras e deformações que podem aparecer tanto na peça recém moldada como nas distintas etapas do processo de fabricação. A distribuição não homogênea do pó nos estampos ou uma falta de reprodutibilidade no desenrolar global desta operação são as causas desses defeitos;
- contribuir na configuração de uma microestrutura na peça crua, que cumpra os seguintes requisitos: proporcionar à peça, depois de seca, a resistência mecânica suficiente para seu processamento a cru; conferir à peça, durante a etapa de pré-aquecimento da queima, a permeabilidade necessária para que todas as reações vinculadas a uma transferência de matéria (desidratação, oxidação da matéria orgânica, decomposição de carbonatos, entre outros) sejam completas no ciclo previsto; permitir alcançar, no produto queimado, as propriedades com as características requeridas.

A peça cerâmica, uma vez conformada, será submetida a uma etapa de secagem com a finalidade de eliminar a água contida, procurando que não sejam produzidos defeitos.

Normalmente, nos secadores industriais (conforme Figura 16), o calor necessário para efetuar a secagem das peças é introduzido predominantemente por convecção e esses gases quentes podem ser gerados numa fornalha e/ou do ar de recuperação do forno (SACMI, 2011).



Figura 16 – Secador vertical (SACMI, 2011).

Nos produtos não esmaltados, logo após a etapa de secagem, realiza-se a queima. Nos produtos esmaltados, a etapa seguinte à secagem é a de esmaltação. Essa consiste na aplicação, por distintos métodos, de uma ou várias camadas de vidro com uma espessura compreendida entre 75 a 500 micrometros no total, que cobrirá a superfície da peça. Este tratamento será realizado para conferir ao produto queimado uma série de propriedades técnicas e estéticas, tais como: impermeabilidade, facilidade de limpeza, brilho, cor, textura e resistência química e mecânica.

A natureza da camada resultante é essencialmente vítrea, mas, em muitas ocasiões, incluem-se elementos cristalinos em sua estrutura. Quanto ao vidro, esse é composto por uma série de matérias-primas inorgânicas e sílica como componente fundamental (formador de vidro).

Dependendo do tipo de produto, de sua temperatura de queima, dos efeitos e propriedades a conseguir no produto acabado, formula-se uma ampla variedade de esmaltes. Em outros processos cerâmicos (porcelana artística, sanitários), utilizam-se, na formulação de vidrados, única e exclusivamente matérias-primas cristalinas, naturais ou de sínteses, que introduzem os óxidos necessários.

Em contrapartida, nos processos de placas de revestimentos cerâmicos têm-se utilizado matérias-primas de natureza vítrea (fritas), preparadas a partir dos mesmos materiais cristalinos submetidos previamente a um tratamento térmico de alta temperatura.

A esmaltação das peças cerâmicas realiza-se via processo contínuo de esteira (de acordo com a Figura 17).



Figura 17 – Linha de esmaltação (BRISTOT, 1996).

Os métodos de aplicação mais utilizados na fabricação destes produtos cerâmicos são (KINGERY, 1998): a pulverização, em cascata ou cortina, a seco e decorações.

- **Pulverização:** é um dos procedimentos mais generalizados para qualquer tipo de produto. Exige uma grande uniformidade nas características da barbotina (argila ou vidro com consistência pastosa) de esmalte utilizada, para assegurar a uniformidade de produção. Existem equipamentos manuais, automáticos e robotizados. As principais características que devem ser levadas em conta são: reologia (densidade e viscosidade), pressão do ar e da barbotina, alimentação da barbotina, desenho, número e distribuição das boquilhas, granulometria do esmalte, capacidade de absorção do suporte e temperatura. A aplicação do esmalte mediante um disco que gira a uma velocidade elevada é uma das técnicas mais empregadas na fabricação de pisos. Por este procedimento

resultam gotas um pouco maiores do que quando a pulverização se efetua mediante boquilhas a pressão;

- **em cascata ou cortina:** a peça recobre-se de esmalte, ao passar por debaixo de uma cortina de barbotina. Os dispositivos mais correntemente utilizados para este tipo de aplicação são os denominados de “campana” e de “fileira”. As características reológicas do material são muito importantes, neste caso, para assegurar a uniformidade na aplicação. As peças devem ser necessariamente planas, aplicando-se o esmalte unicamente na parte superior (vide Figura 18).



Figura 18 – Aplicação de esmalte (véu campana) (KINGERY, 1998).

- **a seco:** tem-se desenvolvido uma série de aplicações baseadas na utilização do esmalte moído a seco ou bem granulado. Este tipo de esmalte permite conseguir efeitos estéticos denominados “mármore”, “granito”, entre outros.
- **decorações:** entre as técnicas decorativas aplicáveis às peças cerâmicas, destacam-se a serigrafia, as calcomanias e a estamperia por tampão. A serigrafia é a técnica mais utilizada na fabricação de pavimentos e revestimentos, devido a sua facilidade de aplicação nas linhas de esmaltação. Esta técnica utiliza-se tanto em monoqueima como em biqueima e terceira queima, e consiste na sequência de um determinado desenho que se reproduz por aplicação de uma ou várias telas sobrepostas (telas tensionadas de uma luz de malha determinada). Essas telas apresentam a tonalidade de sua superfície fechada

por um produto endurecedor, deixando livre de passagem unicamente o decalque que se irá reproduzir. Ao passar sobre a tela, um elemento que exerce pressão (espátula) obriga a pasta serigráfica a atravessá-la, caindo a impressão sobre a peça. Também já existe disponível no mercado a decoração sem contato dos revestimentos cerâmicos com alta resolução e qualidade por meio da aplicação de sistema a jato de tinta que se caracteriza por alta flexibilidade e versatilidade, sendo aplicável a todas as tipologias e linhas de produção. (em conformidade a Figura 19).

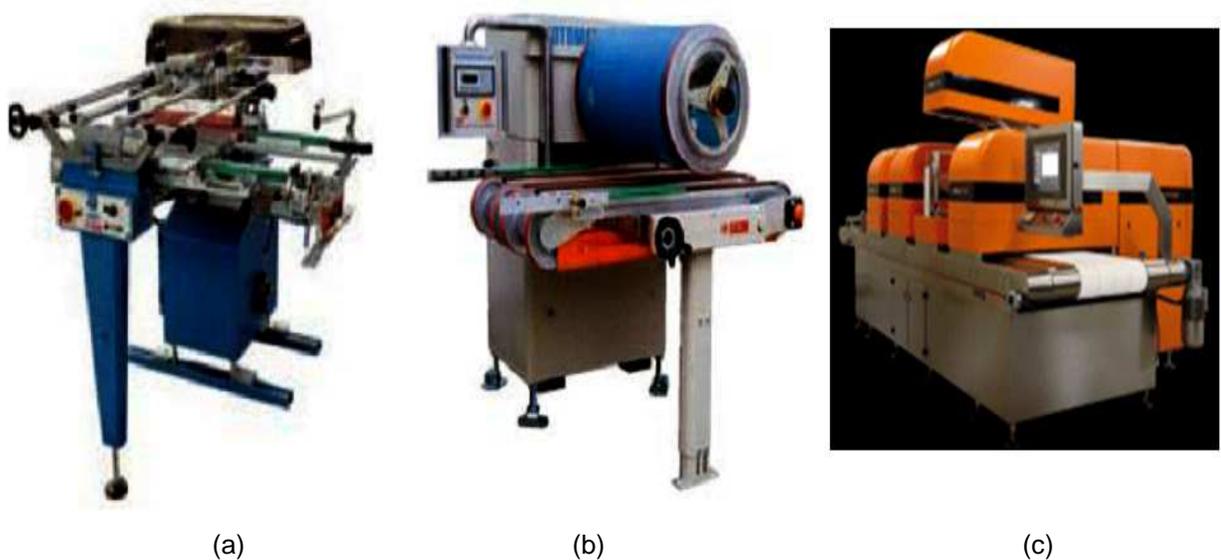


Figura 19 – Decoradora: (a) Plana; (b) Rotativa; (c) Jato de tinta (BURZACCHINI e ZANNINI, 2009).

Depois da etapa de esmaltação, realiza-se a queima do vidrado. A queima dos produtos cerâmicos é uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, já que dela dependem grande parte das características do produto cerâmico: resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência aos agentes químicos, facilidade de limpeza, resistência ao fogo, dentre outros.

As variáveis fundamentais a considerar, na etapa de queima são: o ciclo térmico (temperatura x tempo) e a atmosfera do forno, que devem adaptar-se a cada composição e tecnologia de fabricação, dependendo do produto cerâmico que se deseja obter.

A queima rápida de placas de revestimentos cerâmicos realiza-se, atualmente, em fornos monoestrados de rolos (vide Figura 20), que têm permitido reduzir de forma significativa a duração dos ciclos de queima até tempos inferiores

aos 40 (quarenta) minutos, devido à melhora dos coeficientes de transmissão de calor das peças e à uniformidade e flexibilidade deles (BRISTOT, 1996).



Figura 20 – Forno a rolo (BRISTOT, 1996).

Após a queima, acontece a classificação dos defeitos estéticos (borrado, falha de véu, furo de esmalte e outros) e físicos (tamanho, empeno...) dos revestimentos cerâmicos. Esta classificação é realizada em máquinas classificadeiras automáticas. Em seguida, são feitos o embalagem e a paletização e as caixas vão para o setor de expedição para a posterior venda (de acordo com a Figura 21).



Figura 21 – Zona de classificação, embalagem, paletização e expedição (KINGERY, 1998).

## 4. CAPÍTULO 04 – DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DO SISTEMA PARA GESTÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO – ESTUDO DE CASO

### 4.1 Modelo do sistema de gestão e controle da manutenção

Baseado em dados de pesquisas realizadas pelo próprio autor nos dois maiores polos produtivos brasileiros de conformação de placas de revestimentos cerâmicos, onde a indisponibilidade devido à manutenção de equipamentos alcança valores entre 8 e 9% e que o custo total de manutenção fica entre 7 e 8% sobre o faturamento bruto de cada unidade produtora, foi desenvolvida uma proposta de gestão por meio de um modelo de sistema para controle de manutenção com um estudo prático desenvolvido em uma empresa da região sul do Estado de Santa Catarina, que atua na área de conformação de placas de revestimentos cerâmicos há mais de 50 (cinquenta) anos e que, atualmente, está relacionada entre as 25 (vinte e cinco) maiores produtoras mundiais em termos de volume no segmento.

A aplicação do modelo proposto deverá servir como ferramenta para a gestão da manutenção de qualquer outra empresa deste ramo de atividade que pretende alcançar números iguais ou inferiores ao apresentado pela pesquisa **Documento Nacional - A Situação da Manutenção no Brasil**. Esta é realizada bianualmente, desde 1985 pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN), onde divulga os indicadores de desempenho da manutenção nos principais setores de produtos e serviços que movimentam a economia brasileira. Nas últimas duas pesquisas realizadas pela ABRAMAN (2009 e 2011), mostra que a indisponibilidade devido à manutenção alcança 5,4% e que o custo total da manutenção pelo faturamento bruto das empresas chega a 4%.

A arquitetura proposta para o modelo de gestão e controle de manutenção em indústrias de conformação de placas de revestimentos cerâmicos é mostrado a seguir, na Figura 22.

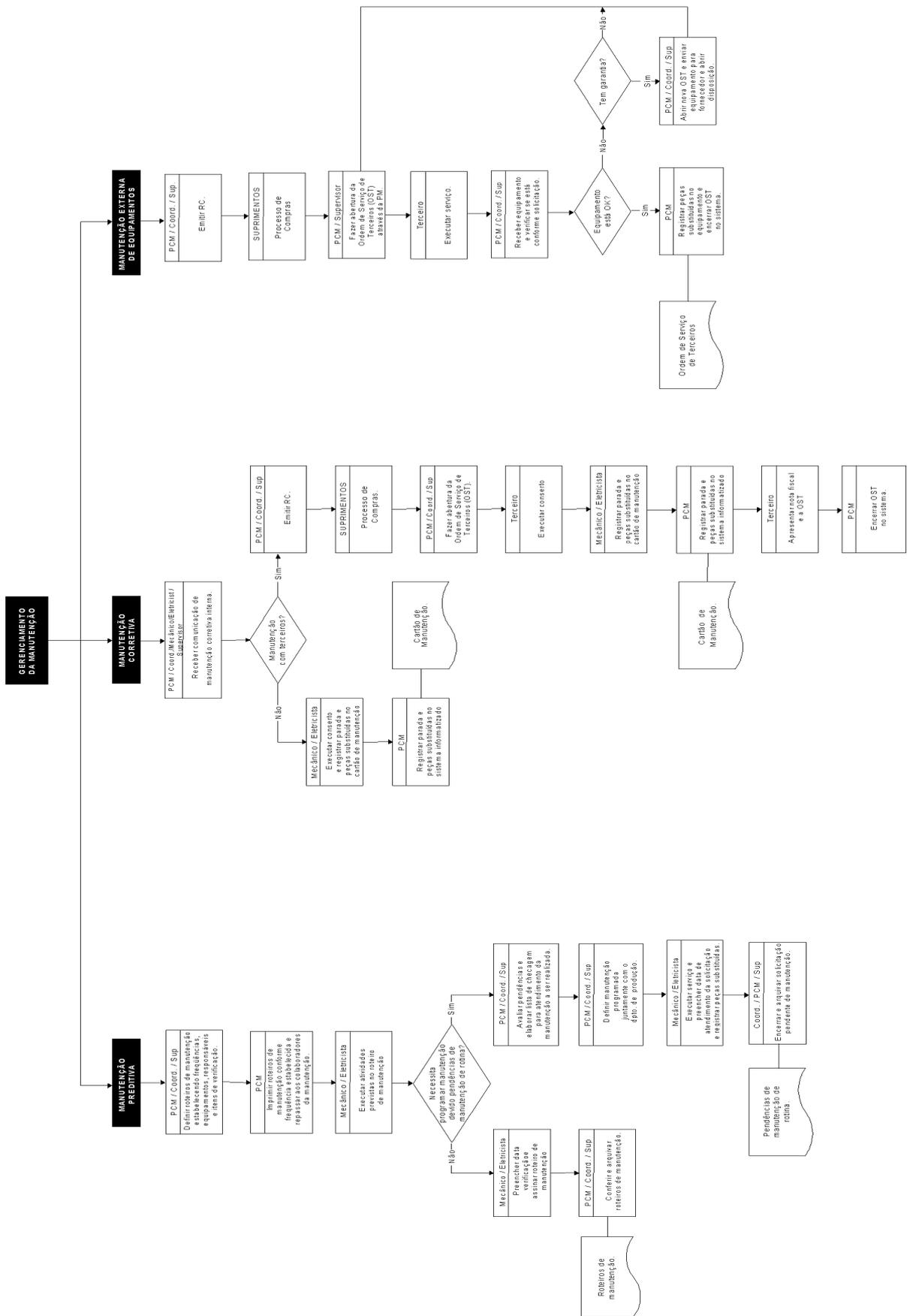


Figura 22 – Modelo de arquitetura proposta para gestão e controle de manutenção.

## 4.2 Planejamento para gerenciamento da manutenção do modelo

Com os diversos métodos utilizados atualmente pelos administradores de manutenção das várias empresas do Brasil, pode-se perceber que é de importância indiscutível o controle sobre o que é executado pela manutenção nas empresas. Para que este controle seja efetivo e não gere altos custos, não existe forma melhor do que a implantação de uma área de planejamento e controle de manutenção, na qual esta atuará como o “ponto central” da manutenção na empresa gerenciando todas as informações e processos.

Para que a referida área atue de forma eficaz e tenha o domínio de todas as atividades (materiais, custos, entre outros) e assim atender os objetivos de produção, são necessárias, além de áreas de apoio como inspeção, cadastro, documentação, oficinas, suprimentos, compras e logística, também uma organização tanto da equipe como dos sistemas que darão suporte para esta atividade.

A primeira etapa para a implantação de um Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) é a escolha e instalação do sistema computadorizado para gerenciamento das atividades de manutenção, onde este dará suporte à área no desenvolvimento de suas atividades. Existem muitos no mercado que podem ser utilizados para este fim, porém, cabe a cada empresa adotar o seu dependendo de suas características próprias e da sua disponibilidade financeira.

O mais importante, para a definição do programa de gerenciamento de manutenção, é o cumprimento de alguns objetivos (VIANA 2002):

- Organizar e padronizar os procedimentos ligados aos serviços de manutenção, tais como: cadastro de equipamentos, solicitação de serviços, programação de serviços e informações provenientes do banco de dados;
- facilitar a obtenção de informações da manutenção, por exemplo, custo do equipamento, performance, características técnicas, entre outros;
- gerenciar a estratégia de manutenção por intermédio dos planos preventivos, de forma a garantir que as tarefas planejadas sejam automaticamente emitidas em forma de ordem de manutenção;

- aumentar a produtividade da manutenção por meio de informações, otimização de mão-de-obra e/ou priorização dos serviços;
- controlar o estado dos equipamentos; e
- fornecer relatórios de histórico de toda a manutenção.

### **4.3 Histórico e cadastro dos equipamentos**

O objetivo do histórico é dispor de informações organizadas de modo que permita a identificação de todas as ações de manutenção realizadas e dos desvios em relação ao planejado e programado. Para isso, devem ser registradas todas as atividades de manutenção executadas no equipamento, com informações dos recursos utilizados e do tempo de reparo. Desta forma, ao consultar o histórico, são obtidas informações do tipo: custo de manutenção, modos de falha mais frequentes, equipamentos em que ocorrem mais manutenções corretivas, tempo de parada deles, dentre outras. Os benefícios do histórico de equipamentos são:

- Cálculo do custo da atividade de manutenção;
- obtenção de dados sobre ações de manutenção para análise de falha;
- fornecimento de subsídios para melhorias no planejamento de manutenção;
- Identificação e levantamento de dados sobre desvios de planejamento e programação.

No entanto, para se obter o histórico, faz-se necessário o cadastro dos equipamentos, o qual consiste na reunião da maior quantidade possível de dados para cada um deles.

Então, para controlar o histórico dos equipamentos na empresa em estudo, é proposta a confecção de etiquetas enumeradas as quais serão denominadas de Placas de Manutenção (PM). Estas placas, fabricadas em alumínio e contendo dimensões de 50x22x0,5mm, serão afixadas em todos os dispositivos onde haverá

necessidade do levantamento de dados. Na Figura 23, tem-se o modelo da placa de manutenção.



Figura 23 – Placa de manutenção.

Após elas serem afixadas, todos os dados dos equipamentos cadastrados ficarão armazenados num sistema informatizado da empresa em estudo chamado de SGI - Sistema de Gestão Integrada (vide Figura 24). Para este trabalho, uma nova opção foi desenvolvida no SGI, a qual se convencionou chamar de Manutenção Industrial (NOVO). Este sistema será capaz de armazenar de forma conveniente qualquer informação necessária para manter, comparar e analisar condições operativas da manutenção, sem que seja necessário recorrer a fontes diversificadas de consulta. Na Figura 25, é possível observar o sistema desenvolvido para cadastro de equipamentos.

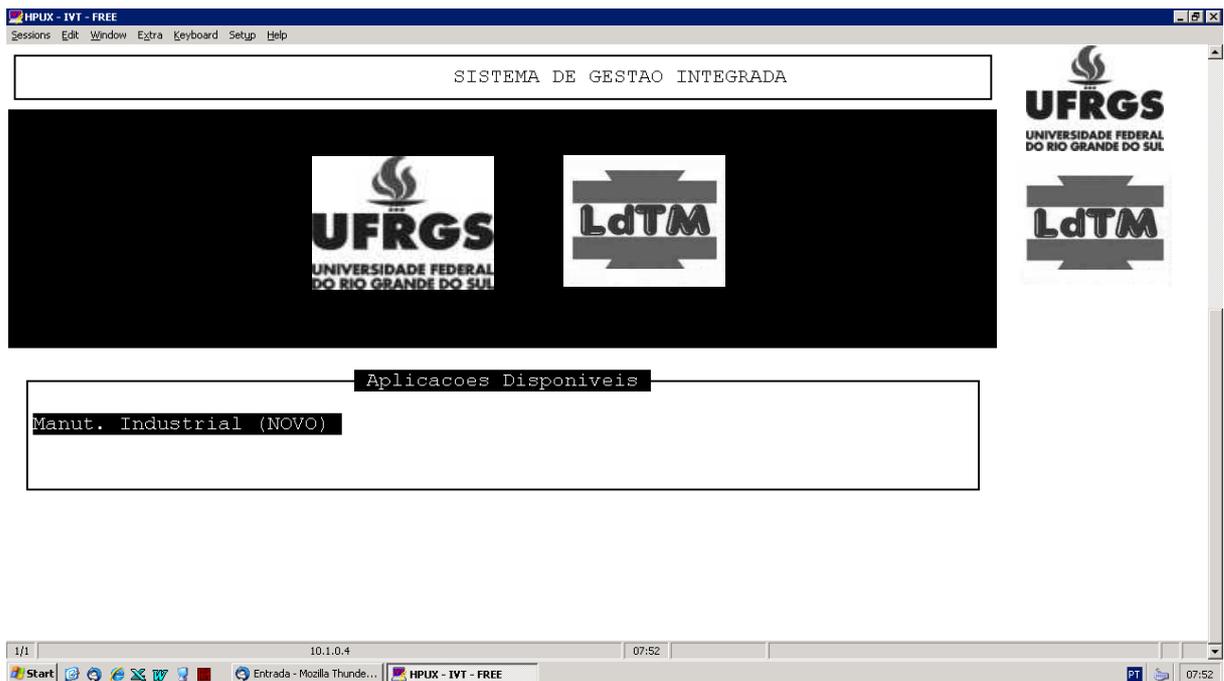


Figura 24 – Sistema de Gestão Integrada – SGI.



Figura 25 – Sistema desenvolvido para cadastro de equipamentos.

#### 4.3.1 Ordem de serviço de terceiros

A Ordem de Serviço de Terceiros (OST) será um documento para controle dos trabalhos realizados por empresas terceiras, interna ou externamente à contratante. É nela que estarão descritas todas as tarefas que devem ser executadas pelos terceiros, independentemente do tipo de manutenção realizada. Assim, todas as vezes que se fizer necessário uma empresa terceirizada realizar reparos dentro ou fora das dependências da empresa, será obrigatória a abertura de uma OST. Para isso, foi desenvolvida do SGIE uma tela para a abertura das ordens à terceiros (conforme Figura 26).

Ao criar a OST, será gerada automaticamente uma numeração sequencial para cada ordem aberta. Com este número, poderá ser realizada a impressão da OST para entrega ao fornecedor que executará o trabalho (Figura 27).

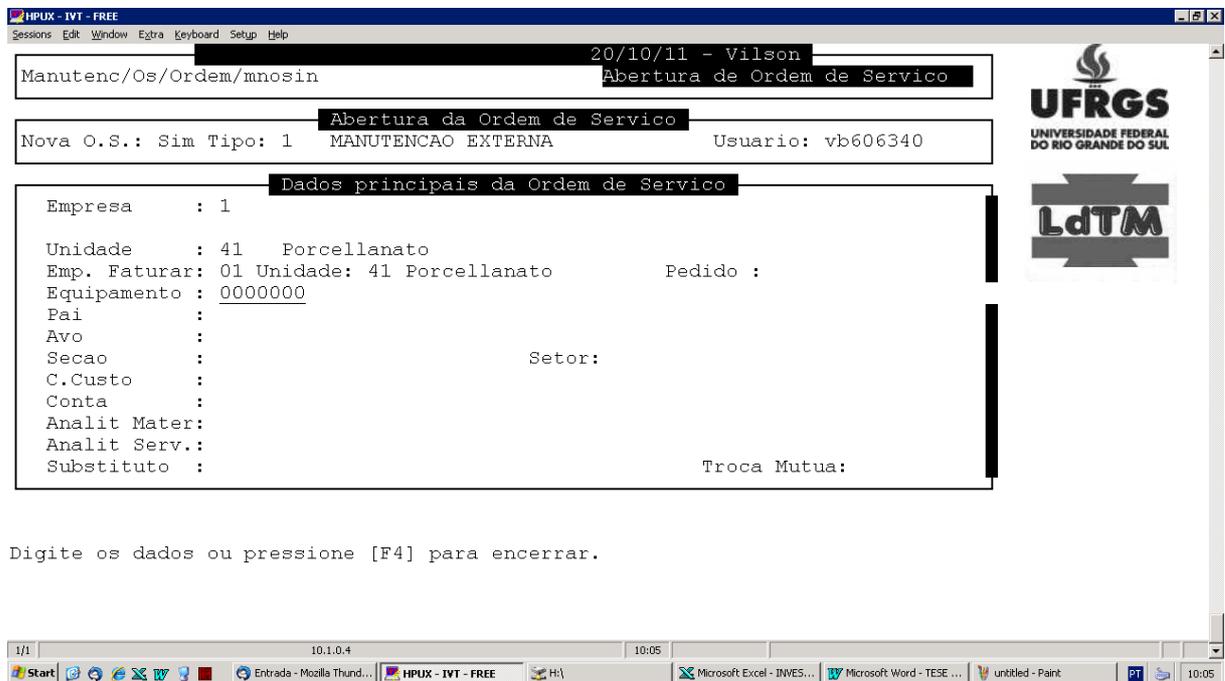


Figura 26 – Sistema para abertura de ordens de serviço de terceiros.

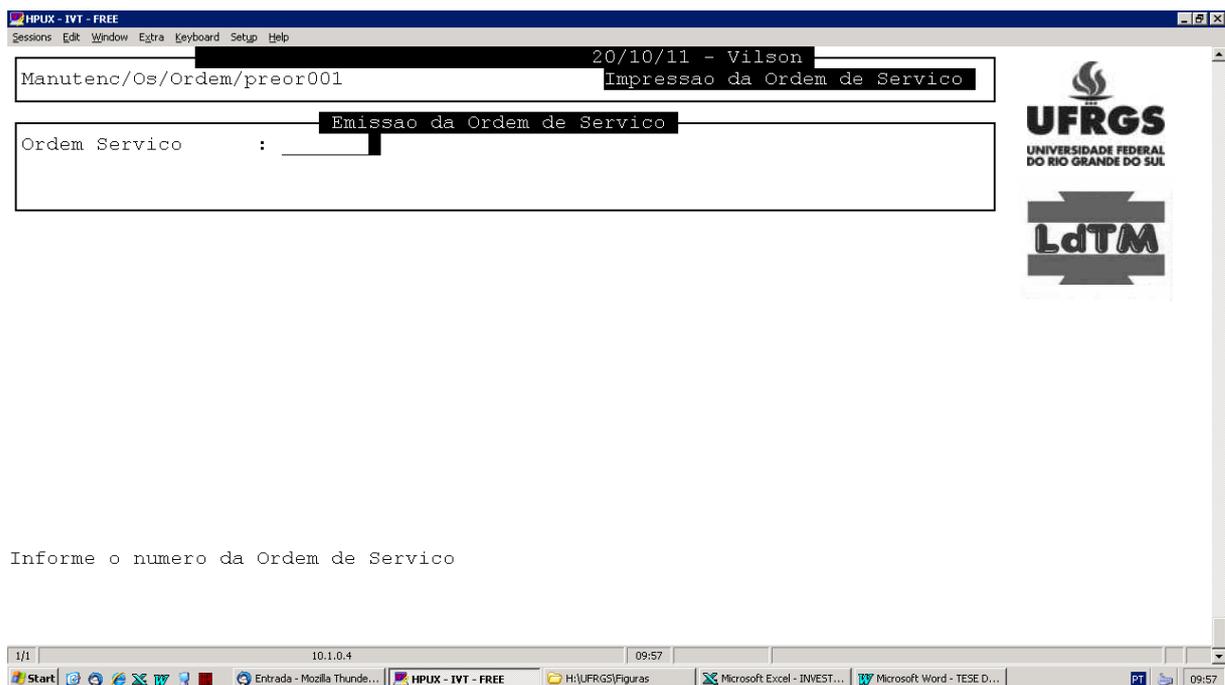


Figura 27 – Tela para impressão de ordens de serviço de terceiros.

Em caso de manutenção externa, onde os equipamentos saem das dependências da empresa, na própria OST haverá um campo referente a autorização de saída de equipamentos e outro campo com o comprovante de recebimento do equipamento pela empresa terceirizada. Ambos servirão para controle, tanto do que está saindo da empresa, bem como prova de que o fornecedor saiu da empresa com um determinado equipamento. Tanto a autorização de saída de equipamento quanto o comprovante de recebimento pelo fornecedor ficarão arquivados na empresa por tempo indeterminado. Na figura 28, enxerga-se a OST após sua impressão, sendo destacados o número da OST, a descrição do trabalho a ser realizado, a autorização de saída de equipamentos, e o comprovante de recebimento do equipamento pelo fornecedor.

```

----- Wilson - UFRGS - DOUTORADO
Data: 19/10/2011 Hora: 16:08
manut - 0.3. (preord01.p)                               Pag : 1
O R C A M E N T O      6976017      ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 19/10/11
----- EQUIPAMENTO/SERVICO ----- LOCALIZACAO -----
MOINHO DE MASSA M.01 - N° da Placa de Manutenção: (11111)
QUANTIDADE: (1)
C.CUSTO: PREPARACAO DA MASSA (1066)
MODELO: 26.000 L CT/AN: 78/434/515
FABRICANTE: SACMI SECAO: PREPARACAO DE MASSA (1)
DEFEITO: MANUTENCAO (4)
CAUSA: MANUTENCAO (4)
SERVICO: FAZER CONSERTO DE MOINHO
----- E X E C U T A M T E -----
Fornecedor:
Endereco:
Cidade:
Fone:
Uni Fatur:
Emitente: vb506340
GARANTIA: SEM DADOS REFERENTE A ULTIMA MANUTENCAO
----- M A T E R I A I S -----
1 - -----
2 - -----
3 - -----
4 - -----
5 - -----
6 - -----
7 - -----
8 - -----
9 - -----
10 - -----
*** OBS: OBSERVAR O MAPA DE RISCO DE CADA SETOR.
-----
AUTORIZACAO DE SAIDA DE EQUIPAMENTO (1/41)
ORDEM SERVICO: 06976017 TIPO: ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 19/10/11
----- EQUIPAMENTO/SERVICO ----- LOCALIZACAO -----
MOINHO DE MASSA M.01- Qde: 1,00 - CCUSTO: PREPARACAO DA MASSA (1066)
MODELO: 26.000 LITROS
----- Wilson -----
-----
COMPROVANTE DE RECEBIMENTO DO EQUIPAMENTO PELO FORNECEDOR
ORDEM SERVICO: 06976017 TIPO: ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 19/10/11
----- EQUIPAMENTO/SERVICO -----
MOINHO DE MASSA M.01 - Qde: 1,00 - C.CUSTO: PREPARACAO DA MASSA (1066)
MODELO: 26.000 LITROS
SERVICO: FAZER CONSERTO DE MOINHO

```

Figura 28 – OST impressa.

Com o retorno do equipamento que saiu para a manutenção externa, este deverá estar acompanhado obrigatoriamente pela OST e a nota fiscal de fatura, para que o PCM possa verificar, se o trabalho foi realizado, conforme a solicitação descrita. Estando conforme, a OST deverá ser encerrada via sistema (conforme Figura 29), os gastos de reparo e todas as peças que foram substituídas no equipamento em manutenção deverão ser lançados, mantendo assim um histórico dele. Além disso, para que o PCM libere o equipamento para a utilização do departamento de manutenção. Nesta tela, também poderá ser realizado o cancelamento de OST, em caso do cancelamento do trabalho.

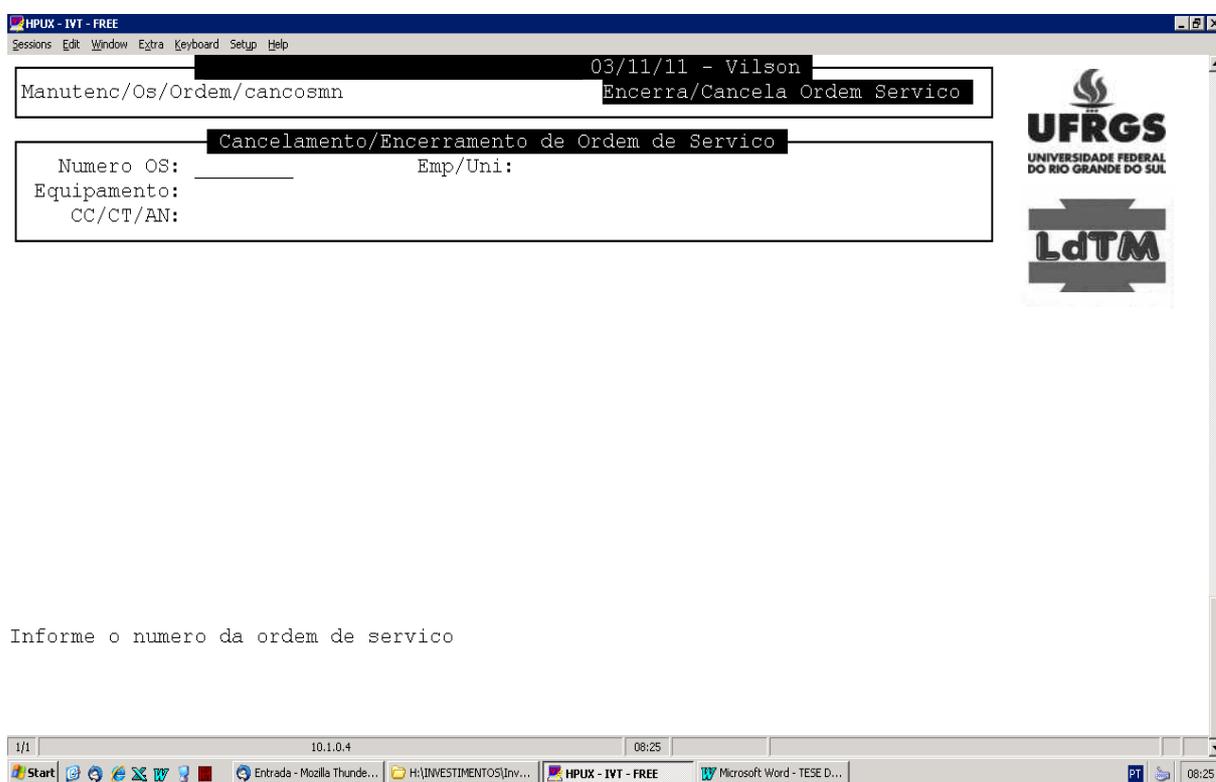


Figura 29 – Tela para encerramento de OST.

#### 4.3.2 Requisição de compra

Para todo material e/ou serviço que o departamento de manutenção da empresa em estudo venha necessitar, o gestor de manutenção precisa elaborar uma Requisição de Compra (RC). A requisição de compra nada mais é que uma notificação interna ao departamento de compras para adquirir determinada quantidade de mercadorias ou serviços, para uma data específica, em uma fonte

externa de suprimento, em que este departamento possa negociar as melhores condições para cada item solicitado. Atualmente, a empresa vem realizando as requisições de compras utilizando o formulário que se pode verificar, na figura 30.

<b>Requisição de Compras No.: 177102</b>			
Código Empresa:	Código Unid. Produt.:	Código Requisitante:	
C. Item	Qtde	Unid. Medida	Prazo Entrega
Desc. Item			
Uso	Sug. Forneç.		
C. Trabalho	C. Contábil	C. Analítica	Maquinário
C. Item	Qtde	Unid. Medida	Prazo Entrega
Desc. Item			
Uso	Sug. Forneç.		
C. Trabalho	C. Contábil	C. Analítica	Maquinário
C. Item	Qtde	Unid. Medida	Prazo Entrega
Desc. Item			
Uso	Sug. Forneç.		
C. Trabalho	C. Contábil	C. Analítica	Maquinário
Observações			
Visto Requisitante	Visto Gerente	Visto Diretor	Data Almoxtariado

Figura 30 – Formulário de requisição de compras.

Todo o processo de aquisição é realizado manualmente. O requisitante descreve o material ou serviço a ser adquirido e depois o encaminha ao departamento de compras. Chegando lá, o comprador deverá, por norma da empresa em estudo, realizar pelo menos três cotações com diferentes fornecedores, fazendo assim a comparação de preços, prazos de entrega e de pagamentos. Esta comunicação é realizada via telefone ou correio eletrônico encaminhado individualmente a cada fornecedor.

Percebe-se que o processo de compras, para o departamento de manutenção não era eficiente, principalmente, pelos altos prazos de entrega. Então, foi desenvolvido um sistema informatizado para otimizar o processo de aquisição dos produtos / serviços, fazendo com que o departamento de manutenção não se solicita-se materiais além do necessário, como é de costume. É lógico que esses tipos de programas (informatizados) podem ser facilmente encontrados no mercado, mas este foi desenvolvido no trabalho, atender algumas particularidades que serão ainda citadas no presente estudo. Na Figura 31, pode-se verificar o sistema informatizado desenvolvido para a requisição de compras.



Figura 31 – Sistema informatizado de requisição de compras.

Com sistema informatizado de requisição de compras, todos os itens solicitados serão automaticamente encaminhados via correio eletrônico para todos os fornecedores cadastrados para aquele item específico. Quando necessário, haverá possibilidade de incluir ou excluir fornecedores. Na Figura 32, pode-se observar que, ao inserir um determinado produto para aquisição, aparecerá, na própria requisição, todos os fornecedores que receberão a solicitação. Ainda, na requisição, serão informados, além da descrição do produto / serviço, a quantidade necessária e o prazo em que esse deverá ser entregue.

HPUX - IVT - FREE  
Sessions Edit Window Extra Keyboard Setup Help

03/11/11 - Vilson

Material/compras/Manut/Requis/1o011m Cadastramento de Requisicoes

**Requisicao de Compra**

Item : 9212673 CHAVE DE BOCA 10X11MM

Classe : Possui desenho a ser anexado: Nao

Tipo(RC/CC) : RC Requisicao p/ Comprar

Tipo/Grupo : 12 33 FERRAMENTAS - PERMANENTES

Quantidade : pc PECAS

Prazo de Entrega : dias ==>

Ordem Imobiliz. :

Centro de Custo : 0

Conta : 0

Analitico : Fornecedores para o Item

Pais :  
Projeto :  
Usuario Mate :  
Cliente :

Marca:

Pressione barra de espaco para continuar.

1/1 10.1.0.4 08:33

Start Entrada - Mozilla Thunde... H:\INVESTIMENTOS\Inv... HPUX - IVT - FREE H:\UFRGS\Doutorado\PP... Microsoft Word - TESE D... PT 08:33

Figura 32 – Modelo para inserção de itens numa requisição de compra.

Após o encaminhamento de todas as solicitações aos fornecedores cadastrados para um determinado item, sendo este enviado via correio eletrônico, eles terão um prazo determinado para que realizem todo o preenchimento de dados com sua proposta de venda e reencaminhem-nas ao comprador, assim, este selecionará o fornecedor que mais convir com a política e necessidade da empresa. Realizada a seleção, o comprador encaminhará eletronicamente a melhor proposta ao gestor de manutenção para que ele possa fazer a liberação do pedido de compra ao fornecedor. Esta liberação também se fará via sistema informatizado, conforme tela de liberação de requisições de compras que foi desenvolvida (vide Figura 33).

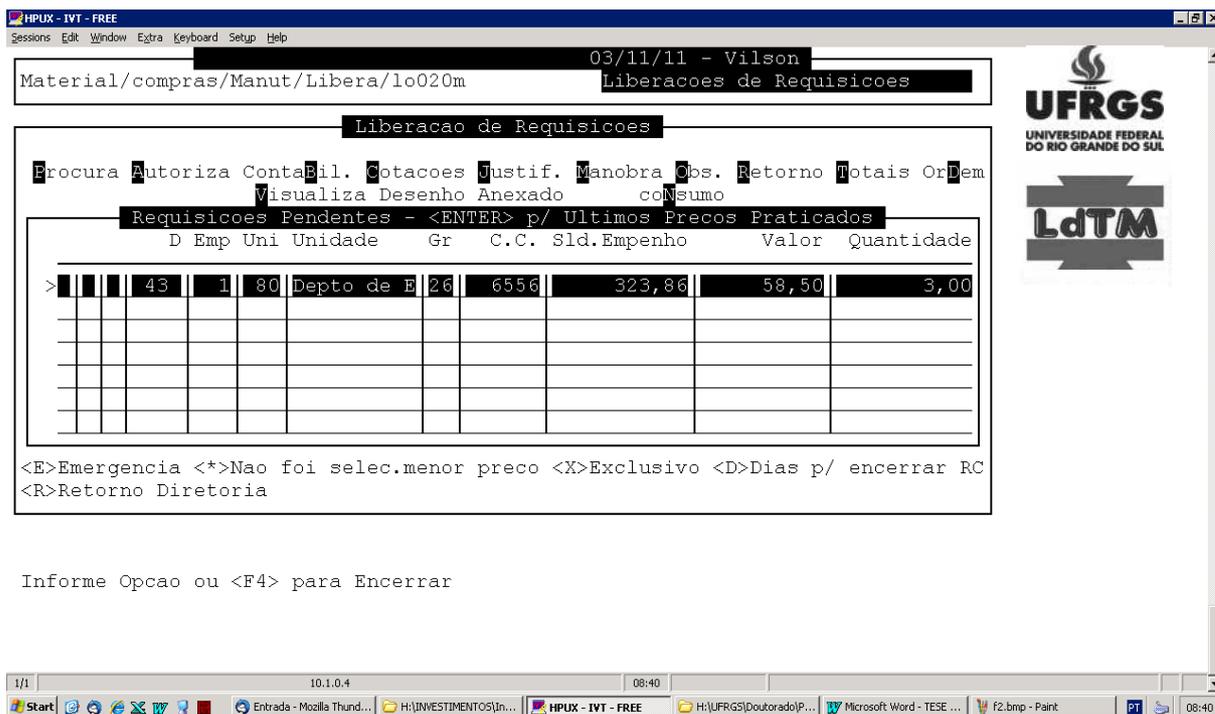


Figura 33 – Tela para liberação de requisições de compras.

Para a liberação de requisições de compras, o gestor da manutenção terá disponível, em qualquer momento, todo o saldo orçamentário que ainda possui para o mês corrente, assim, ele poderá controlar todos os gastos do seu departamento, naquele mês.

Após a liberação (aprovação) do gestor de manutenção do material ou serviço requisitado, o fornecedor vencedor da proposta receberá um número que se refere ao pedido de compra. Este deverá constar na nota fiscal, na entrega do produto/serviço, para que a empresa solicitante possa realizar o processamento fiscal. Com isso, no lançamento da nota fiscal pelo departamento contábil da empresa, o número do pedido estará sempre vinculado a todos os dados que a requisição de compra que o gestor de manutenção fez na liberação, não podendo ser processada, caso haja uma mínima diferença verificada pelo sistema. Um exemplo que se pode citar é, se acaso o valor da nota fiscal vier diferente do pedido liberado pelo gestor de manutenção, essa não terá possibilidade de ser processada.

Quanto ao controle de todos os gastos de manutenção, tendo em vista que todas as aquisições de materiais ou serviços precisam estar ligadas e com liberações de requisições eletrônicas realizadas pelo gestor de manutenção.

Semestral ou anualmente, far-se-á necessária a revisão do orçamento para o departamento de manutenção. Para isso, foi criada a tela de inclusão de orçamentos (conforme Figura 34). Claro que, por tratar-se de um orçamento e, às vezes, não é previsto algo que possa acontecer, existe, no campo (tela) de liberação para requisições de compras, uma ferramenta que se convencionou chamar de manobra de verba. Ali o gestor de manutenção terá a possibilidade de solicitar recursos financeiros, além do que foi orçado para um determinado período. Lembrando que esse procedimento (solicitação) será encaminhado ao diretor industrial da empresa para a devida aprovação. Tendo a aprovação da manobra pela diretoria, o gestor terá possibilidades de realizar a liberação da requisição de compra.

03/11/11 - Vilson  
Orçamento/Revisao/cb300m      Orçamento de Despesas

Revisao do Orcamento

Tp: D Emp: 01      Uni: 041      Mes/Ano: 01 2012

Centro de Custo      Vlr / Funcionario

1082    PRENSAGEM      V

Analiticos

Codigo Nome

> 434 Despesas de Manutencao

Despesas

Jan/2012	0,00
Fev/2012	0,00
Mar/2012	0,00
Abr/2012	0,00
Mai/2012	0,00
Jun/2012	0,00
Jul/2012	0,00
Ago/2012	0,00
Set/2012	0,00
Out/2012	0,00
Nov/2012	0,00
Dez/2012	0,00
TOTAL:	0,00

Figura 34 – Inclusão de orçamento para as despesas de manutenção.

Na Figura 35, é possível observar a ferramenta que possibilita a manobra de verba. Veja-se:

03/11/11 - Vilson  
Material/compras/Manut/Libera/lo020m      Liberacoes de Requisicoes

Liberacao de Requisicoes

Procura Autoriza ContaBil. Cotacoes Justif. Manobra Obs. Retorno Totais OrDem  
Visualiza Desenho Anexado consumo

Requisicoes Pendentes - <ENTER> p/ Ultimos Precos Praticados

D	Emp	Uni	Unidade	Gr	C.C.	Sld. Empenho	Valor	Quantida			
>			43	1	80	Depto de E	26	6556	323,86	58,50	3,

Figura 35 – Ferramenta para solicitação de manobra de verba.

#### 4.4 Manutenção corretiva

O primeiro passo para a realização da manutenção corretiva é a comunicação que o departamento de manutenção deve receber do departamento de produção da empresa, podendo ser, desde o gestor da área ou até mesmo os próprios operadores de máquinas. Com este comunicado, o gestor de manutenção deverá verificar se há ou não necessidade de manutenção com empresas terceirizadas. Não havendo necessidade, o gestor deve comunicar, dependendo da situação, o mecânico ou o eletricitista interno, para que eles realizem o conserto do equipamento avariado.

Por se tratar de uma manutenção corretiva, conforme comentado, na revisão literária, um tipo de manutenção que não há programação (quebrou x conserta) e que, conseqüentemente, ocorre uma parada produtiva, o mecânico / eletricitista deverá obrigatoriamente registrar todo o ocorrido após o término do trabalho, o que foi substituído no equipamento em reparo, o tempo que o equipamento ficou em manutenção e que paralisou a produção. Para isso, foi necessário desenvolver algo simples e que todos do departamento de manutenção pudessem utilizar facilmente no seu dia-a-dia de trabalho. Foi criado, então, o Cartão de Manutenção (vide Figura 36). Nele, os técnicos da manutenção podem descrever todas as suas tarefas realizadas durante a sua jornada de trabalho. No início de cada turno de trabalho, todo funcionário da manutenção deverá apanhar seu cartão e registrar todas as ocorrências que venham a executar.

No término de cada turno de trabalho, todos deverão deixar o cartão de manutenção em um determinado local (gavetas, por exemplo), para que o PCM compile todas as informações registradas pelos mecânicos/eletricitistas. É função do PCM ajustar todas as informações para que o gestor de manutenção possa obter um relatório fiel do que vem acontecendo na empresa.

Todas as informações do cartão de manutenção deverão ser lançadas no sistema informatizado desenvolvido neste trabalho. O lançamento de peças que foram substituídas nos equipamentos que sofreram manutenção, seja ela interna ou externa, deverá ser realizado por meio da tela de Inclusão/Alteração Material/Peças para o equipamento, a qual pode ser observada, na Figura 37. Assim, a qualquer momento, o gestor de manutenção poderá obter, via sistema informatizado, um histórico de peças que foram substituídas num determinado equipamento, bastando



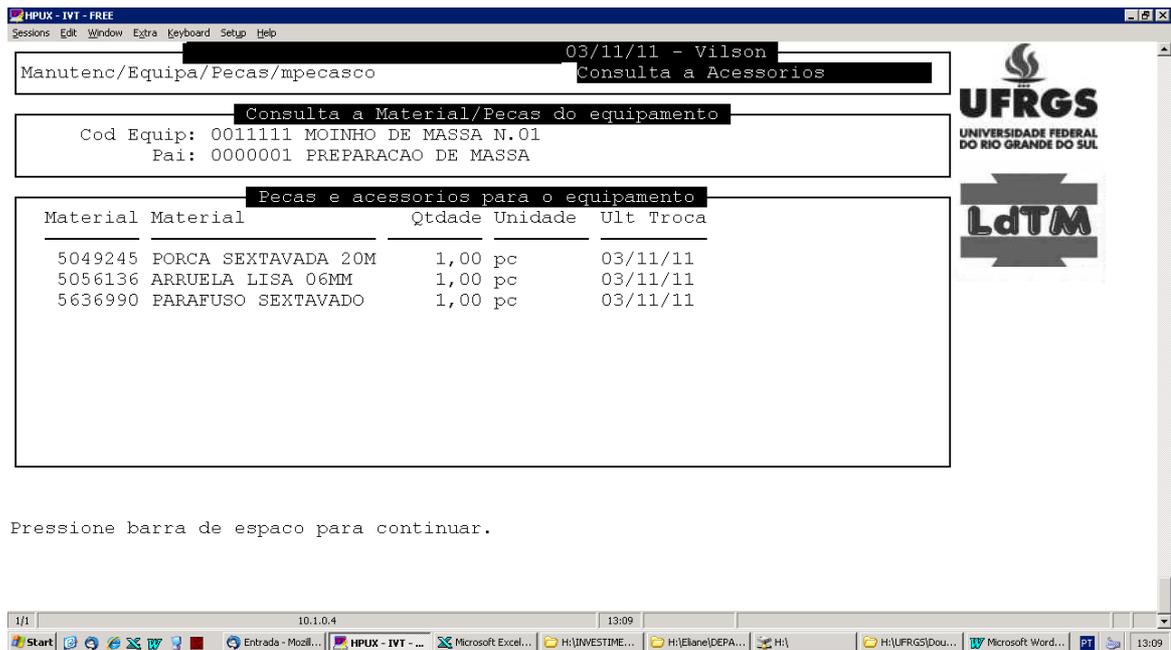


Figura 38 – Tela para consulta de peças substituídas por equipamento.

Com relação às informações dos tempos de parada de equipamentos por manutenção corretiva descritas no cartão de manutenção pelos profissionais, em que há consequentemente uma parada de produção, também será realizada por meio do sistema informatizado desenvolvido. Assim, o histórico de paradas de qualquer equipamento é obtido, no momento que se fizer necessário. Para isso, utilizar-se-á a ferramenta (tela) de inclusão de paradas de equipamentos (conforme Figura 39).

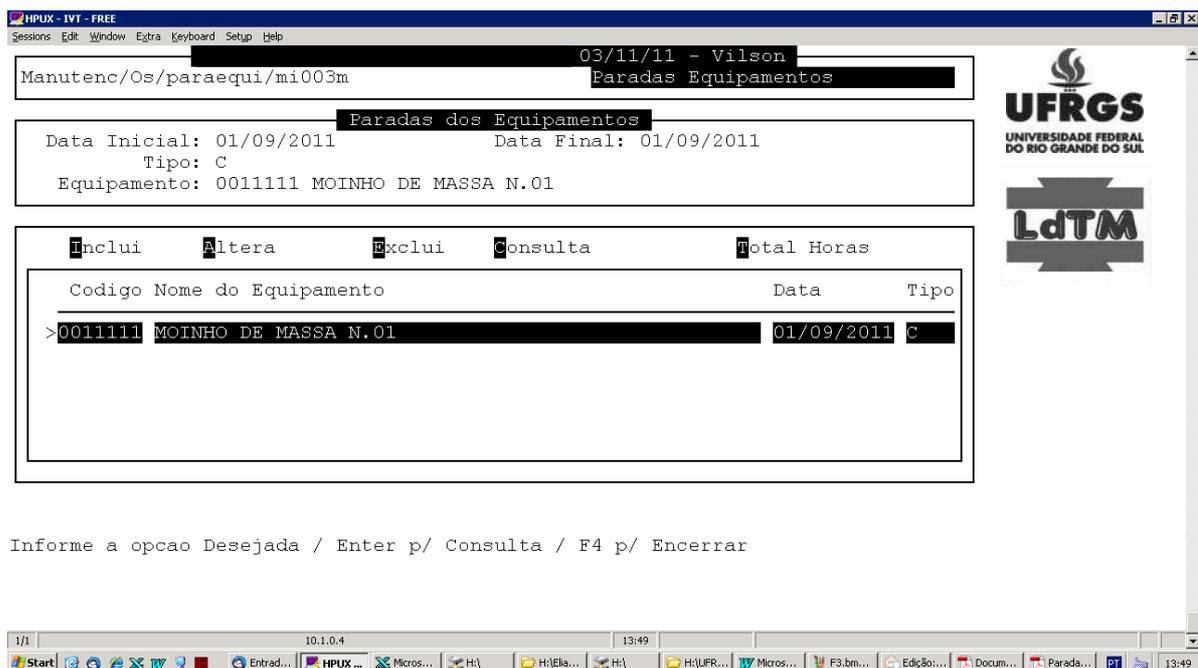


Figura 39 – Tela para inclusão de paradas de equipamentos.

Realizadas as inclusões de parada de cada equipamento que venha sofrer manutenção, será possível visualizar o histórico dos equipamentos, bastando apenas, assim como na consulta de materiais utilizados por equipamento, realizar a verificação por meio de sua placa de manutenção. Deste modo, pode ser observado por período e pelo total de todas as inclusões de paradas efetuadas na própria tela do sistema desenvolvido. Havendo necessidade da emissão de um relatório impresso, este poderá ser realizado na tela de paradas de equipamentos por período (vide Figura 40). Esse relatório será gerado automaticamente e encaminhado, via correio eletrônico, ao gestor de manutenção que o solicitou (conforme Figura 41).

Figura 40 – Tela para emissão de relatório de paradas de equipamentos no período.

Data	Tp	Inic	Fim	H.Equip	H.Prod.	Causa	Defeito	Observacao
01/09/11	C	1200	1300	0011111	1,00	DESCONHECIDO	(M) EIXO QUEBRADO	(M) QUEBROU EIXO REENVIO
Total Equip.				1,00	1,00			
Total Setor				1,00	1,00			
Total Secao				1,00	1,00			
Total Linha				1,00	1,00			
Total Geral				1,00	1,00			

Figura 41 – Relatório de paradas de equipamentos por período.

Outra ferramenta desenvolvida, para análise mais detalhada das paradas pelo motivo de manutenção, é a consulta de paradas da produção por período, em que, a partir da inclusão do tempo de paradas de produção por defeitos de manutenção (vide Figura 42), poderá ser solicitado ao sistema um relatório com as paradas de produção por período (conforme Figura 43). Este será encaminhado, via correio eletrônico, ao gestor de manutenção com dados do setor que ocorreu a parada, a causa dessa, a hora de início e fim das intervenções da equipe de manutenção e o total de horas de equipamento parado (vide Figura 44).

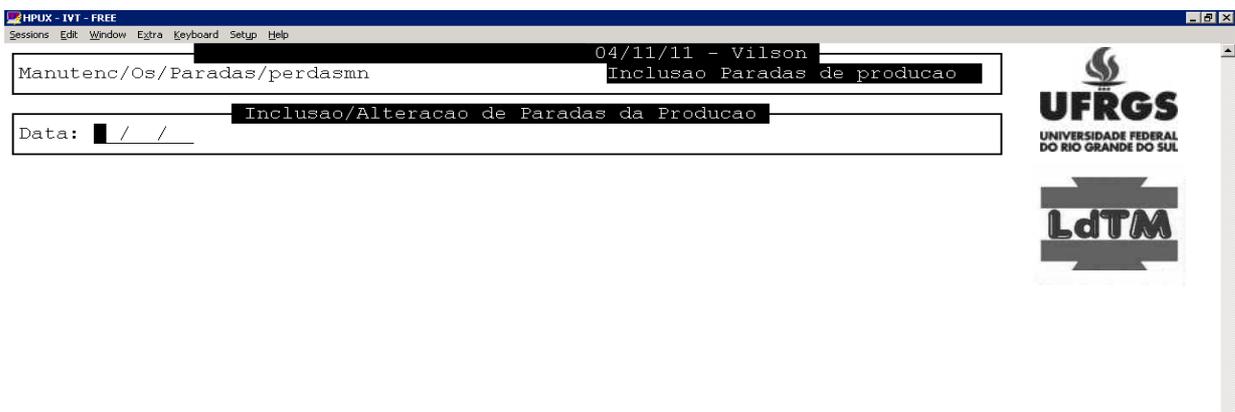
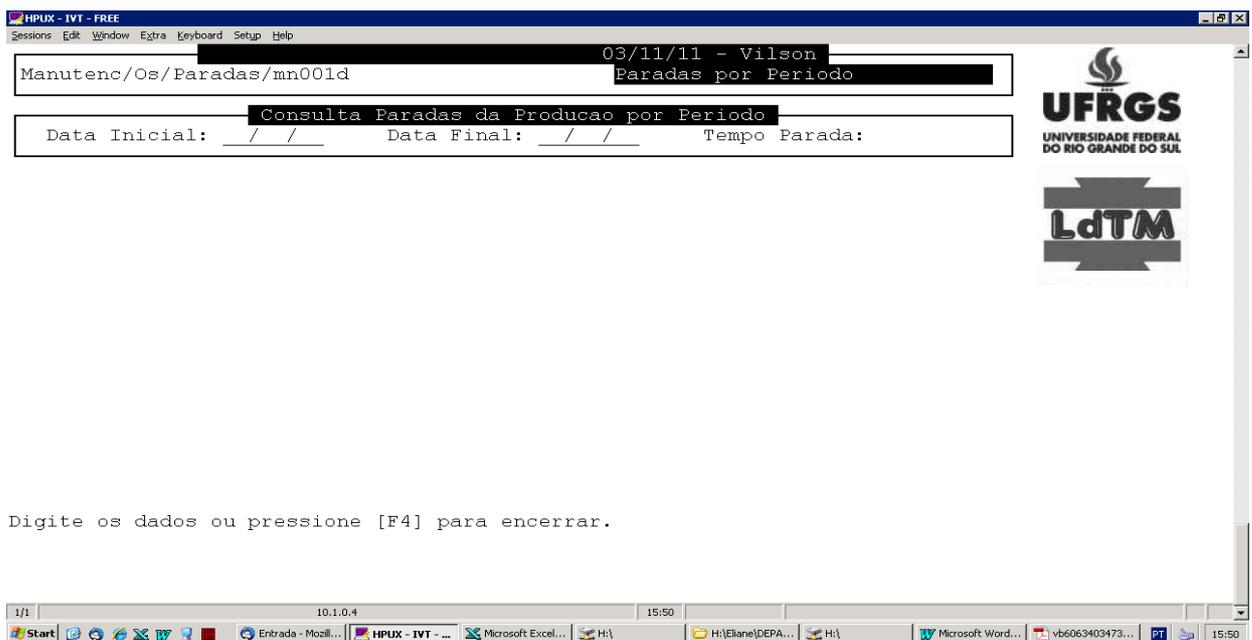


Figura 42 – Tela para inclusão de paradas de produção por defeito de manutenção.



Digite os dados ou pressione [F4] para encerrar.

Figura 43 – Tela para geração de relatório de paradas de produção por motivo de manutenção no período.

----- Wilson DOUTORADO  
Data: 04/11/2011 Hora: 09:07  
(mn001r.p) Pag : 1

-----

ELIANE - Eliane Porcellanato  
manut - Paradas de Producao por Periodo

-----

Periodo	Data	Secao	Setor	Inic	Fim	T	Li	Observacao	Hora	Causa
01/09/2011	01/09/2011	1	PREPARACAO	1200	1300	M	0	PM 11111 - EIXO QUEBRADO	1,00	MANUTENCAO
01/09/2011	01/09/2011	3	MODELAGEM	1400	1500	M	0	PM 22222 - VALVULA HIDRAULICA TRANCADA	1,00	MANUTENCAO
									2,00	

-----

Figura 44 – Relatório de paradas de produção por período.

Tendo todas as informações de paradas de produção devido à manutenção de equipamentos lançado no sistema, outro relatório de análise que foi desenvolvido e que poderá ser solicitado é o total de horas perdidas, semanalmente, na produção por defeito de manutenção (conforme Figura 45). Neste relatório, também será possível verificar qual a porcentagem que cada setor tem com paradas de produção devido a esse problema. O relatório pode ser verificado, como mostra a Figura 46.

04/11/11 - Wilson

Manutenc/Os/Paradas/mn002d Paradas de Producao p/ Semana

Horas Perdidas na producao

Mes: 11 Ano: 2011 Tipo: M

M-Manutencao

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

LdTM

Figura 45 – Tela de solicitação de horas perdidas na produção por defeitos de manutenção.

----- Vilson DOUTORADO  
Data: 04/11/2011 Hora: 09:08

manut - Paradas de Producao por Semana (mn002r.p) Pag : 1

-----

Periodo : 01/09/11 a 30/09/11 Tipo : MANUTENC  
Secao (Sem 1) (Sem 2) (Sem 3) (Sem 4) (Sem 5) (No Mes) (%)

Secao	(Sem 1)	(Sem 2)	(Sem 3)	(Sem 4)	(Sem 5)	(No Mes)	(%)
PREPARACAO DE MASSA	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	50
MODELAGEM	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	50
MANUTENCAO	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	

Figura 46 – Relatório semanal de paradas de produção.

Assim, com base nos números de paradas devido à manutenção, o gestor de manutenção conseguirá tomar decisões baseado em dados precisos com relação ao estado de funcionamento de cada equipamento do processo produtivo de fabricação de placas de revestimentos cerâmicos.

#### 4.4.1 Manutenção corretiva interna com empresas terceiras

Em caso de utilização de empresas terceiras para a realização de manutenção corretiva interna, o procedimento dar-se-á, primeiramente, com a emissão de uma requisição de compra eletrônica (vide Figura 31). Ainda, após definido o fornecedor, o departamento de manutenção deverá providenciar a abertura da OST para manutenção interna, discriminando esta característica (interna) na abertura da OST, conforme se pode verificar na Figura 47. Assim, depois da emissão da OST, a empresa terceirizada poderá dar início ao trabalho de reparo, conforme descrição de trabalho detalhada na ordem.

04/11/11 - Vilson

Manutenc/Os/Ordem/mnosin Abertura de Ordem de Serviço

~~Abertura da Ordem de Serviço~~

Nova O.S.: Sim Tipo: 9 MANUTENCAO INTERNA (TERCEIROS) Usuario: vb606340

Dados principais da Ordem de Serviço

Empresa : 1

Unidade : 41

Emp. Faturar: 01 Unidade: 41 Pedido :

Equipamento :

Pai :

Avo :

Secao : Setor:

C.Custo :

Conta :

Analit Mater:

Analit Serv.:

Substituto : Troca Mutua:

Digite os dados ou pressione [F4] para encerrar.

Figura 47 – Tela para abertura de OST para manutenção interna com empresas terceirizadas.

Todo trabalho de manutenção corretiva interna onde empresas terceirizadas estarão presentes, o profissional que for responsável pelo setor que a intervenção será realizada, deverá fazer o acompanhamento desse, pois assim que finalizado, eles deverão adotar o procedimento com o preenchimento do cartão de manutenção, assim como acontece na manutenção sem utilização de empresas terceiras.

Com isso, dados para inclusão de paradas de equipamentos e produção pelo motivo da intervenção da manutenção, assim como peças substituídas nos equipamentos, deverão ser da mesma forma da manutenção efetuada pelos próprios funcionários da empresa. Realizado isso e estando o serviço, de acordo com o que foi descrito na OST, a empresa terceirizada poderá fazer a entrega da nota fiscal de fatura, juntamente com a OST ao PCM, para que seja realizado o lançamento da nota fiscal e o encerramento da OST (conforme Figura 29).

Faz-se relevante registrar que, pelo fato da diferença entre as manutenções corretivas internas darem-se apenas pelo uso ou não de empresas terceirizadas, todo o procedimento para inserção de dados no sistema informatizado deverá ocorrer da mesma forma que foi verificado até o momento.

## 4.5 Manutenção preditiva

Mesmo sendo a técnica de analisar sintomas dos equipamentos, através de medições próprias de determinadas variáveis para estabelecer critérios de intervenções programadas, no ramo de conformação de placas de revestimentos cerâmicos, esta prática não foi observada. Isso se deve principalmente pela falta de dados que o departamento de manutenção possui para expor ao departamento de produção qual a real vantagem deste tipo de manutenção.

A partir do implemento do histórico informatizado de equipamentos proposto neste trabalho, tendo nele todas as intervenções que ocorreram por manutenção corretiva, como tempo de máquina parada, tipo de ocorrência e peças que foram substituídas, poderá ser criada uma lista com as principais anomalias que ocorrem nos equipamentos e que podem ser diagnosticadas as falhas, antes mesmo da quebra do maquinário que ocasiona a parada de produção.

Para esta lista de verificação, convencionou-se chamar de Roteiros de Manutenção. Nele, serão descritos todos os itens para verificação de natureza mecânica ou elétrica retirados dos históricos e que cada responsável de setor deverá realizar, durante um determinado período, avaliando, assim, como se encontram as condições dos itens levantados. A periodicidade da manutenção de rotina será dividida em: diária, semanal, quinzenal e mensal.

Na Figura 48, está em amostra a tela de inclusão de dados para elaboração do roteiro de manutenção.

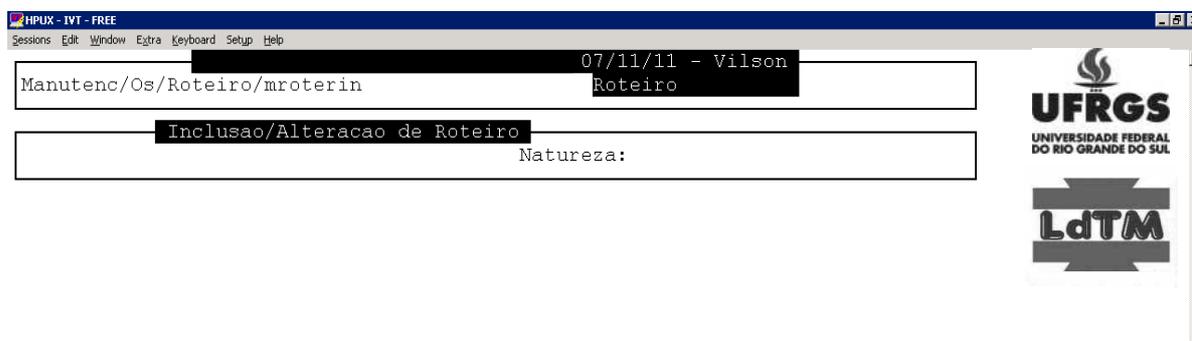


Figura 48 – Tela para inclusão de dados do roteiro de manutenção.

Na figura 49, tem-se o modelo proposto de roteiro de manutenção de natureza mecânica com período de verificação semanal para o setor de

conformação. Neste, também constará o nome da pessoa responsável para a realização do roteiro de manutenção daquele setor.

O PCM deverá fazer a impressão dos roteiros de manutenção, de acordo com a frequência estabelecida, bem como repassar aos colaboradores da manutenção para que esses executem as atividades previstas em cada roteiro.

Caso verificado que algum item listado no roteiro de manutenção encontra-se fora dos padrões normais de trabalho, num determinado equipamento, mas que mesmo assim ele possa continuar operando sem prejudicar a produção, existirá um campo, no próprio roteiro de manutenção, chamado de Anormalidades Verificadas, onde o responsável pela averiguação fará as anotações que forem pertinentes àquela situação para que, assim, possa ocorrer uma futura programação de parada do equipamento, caracterizando esta como manutenção preventiva.

Após as verificações, com ou sem anormalidades, os responsáveis pelo preenchimento do roteiro de manutenção deverão assinar este documento, servindo assim como garantia que o roteiro foi realizado.

-----Wilson - UFRGS - DOUTORADO	
<b>Roteiro de Manutenção</b>	<b>MS</b>
Natureza: <u>Mecânica Semanal</u>	
Setor: <u>Conformação</u>	
<b>ITENS A SEREM VERIFICADOS:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar e ajustar folga na travessa.</li> <li>• Fazer filtragem de óleo das prensas.</li> <li>• Verificar pressão dos acumuladores.</li> <li>• Verificar temperatura do óleo hidráulico (trocador de calor).</li> <li>• Verificar extrator.</li> <li>• Verificar pressão e vazão da bomba principal.</li> </ul>	
Responsável:      ---JOSÉ DA SILVA---	
Período:   01/01/11 à 07/01/11	
ANORMALIDADES VERIFICADAS	
-----	
-----	
-----	
-----	

Figura 49 – Modelo proposto de roteiro de manutenção.

Depois de realizado o preenchimento e a assinatura do roteiro de manutenção pelos responsáveis de cada setor, no período determinado, este deverá encaminhar os documentos ao PCM para que tal possa realizar a conferência de cada roteiro, pois, existindo alguma anormalidade detectada pelo responsável que realizou a rotina, o PCM deverá fazer o lançamento destas pendências, no sistema informatizado desenvolvido. Esta inserção ocorrerá na tela de inclusão de solicitação de serviço (vide Figura 50). Nela, o PCM informará todos os dados referentes à anormalidade observada e também o que deverá ser realizado. Data da verificação, setor, usuário responsável, solicitação a ser realizada, placa de manutenção, o motivo e a data limite para a realização da solicitação são as principais informações que deverão ser lançadas no sistema para que se crie o histórico de acompanhamento das pendências de manutenção de rotina.

Manutenc/Os/Solicita/solicimn 10/11/11 - Vilson  
Inclusao/Alteracao Solicitudacao

Inclusao/Alteracao de Solicitudacao Servico

Data: 01/01/11 Secao: 01 PREPARACAO DE MASSA Setor: 01 PREPARACAO DE CARGAS

Solicitacoes Incluidas para a Secao/Setor

DT Solic	Hora	DT Limite	Usu Resp	Situacao
01/11/11	17:05:59	30/11/11	vb606340 Jose da Silva	P

Inclusao de Solicitudacao

Solicitacao: TROCAR CORREIAS "D" NO MOINHO DE MASSA 1 PM 11111

Motivo: MECANICO

DT Limite: 30/11/2011

Usu Resp: Usu Resp: Jose da Silva

Situacao: P DT Atendimento: / / Usu Encerrou: \_\_\_\_\_

Vl Previsao: 0

Informe descricao do servico a ser realizado

Figura 50 – Tela para inclusão de solicitação de serviços a serem realizados na manutenção programada.

Com a inclusão realizada, a qualquer momento, o gestor de manutenção poderá, a partir da inclusão da data que se deseja verificar, obter uma listagem de todas as pendências de manutenção de rotina que existem para serem ainda realizadas. Na Figura 51, observa-se a tela para verificação de pendências de manutenção de rotina.

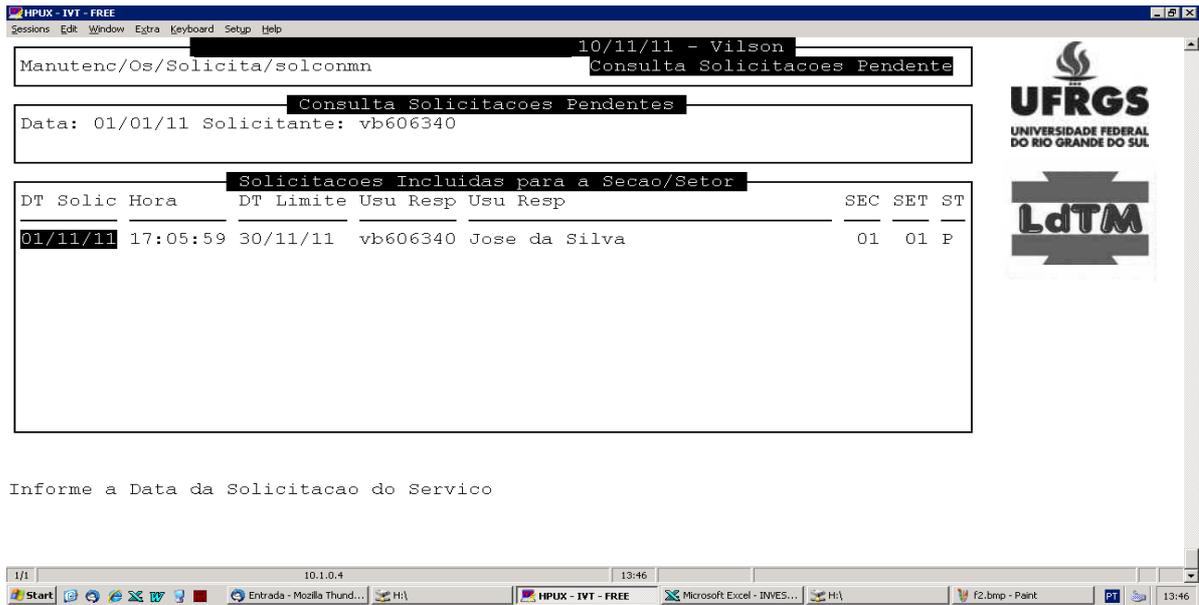


Figura 51 – Tela de consulta de solicitações pendentes para manutenção.

Na figura 52 (tabela de consulta detalhada das solicitações de manutenção pendentes), o gestor poderá verificar qual foi a data da inclusão da pendência, a hora da inclusão, a data limite para a realização do reparo, o usuário que fez a inclusão no sistema (PCM), o usuário responsável para realização do reparo e o setor que foi verificada a anormalidade. Havendo necessidade de mais detalhes de cada solicitação observada nesta tela, basta o gestor ir sobre a qual ele necessita verificar e, automaticamente, aparecerão todas as informações lançadas pelo PCM naquela solicitação (conforme Figura 52).

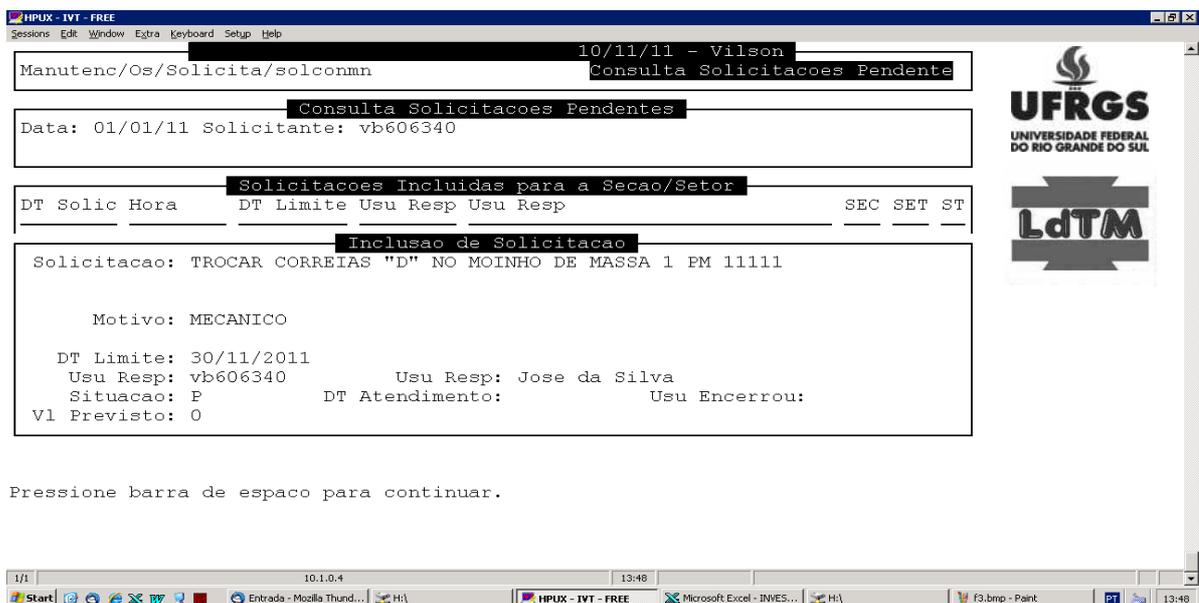
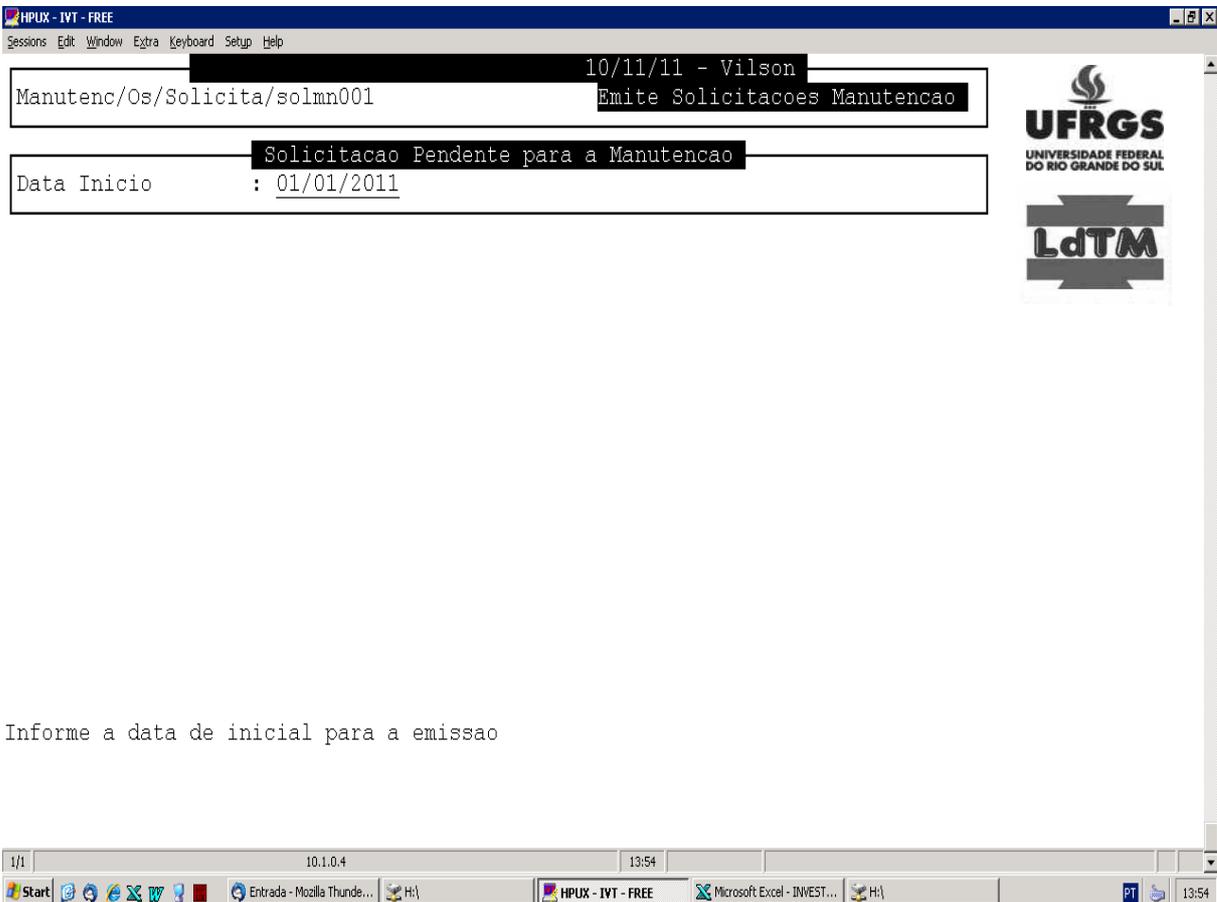


Figura 52 – Tela de consulta detalhada das solicitações de manutenção pendentes.

Um relatório com as solicitações pendentes para a manutenção de rotina deverá sempre ser gerado, após a finalização de verificação e inclusão de dados do período anterior pelo PCM, pois será por meio dele que o gestor de manutenção poderá, em conjunto com o departamento de produção, estipular a melhor data para a realização do trabalho que necessite parada de produção para a manutenção preventiva.

Vale salientar o quanto é vantajoso, tanto para a manutenção como à produção, quando se realiza o reparo de qualquer equipamento com planejamento, pois, em manutenções corretivas, além das paradas inesperadas do sistema produtivo, corre-se o risco de não haver peças sobressalentes para substituição imediata no equipamento, ocorrendo uma parada produtiva ainda maior. Este relatório deverá ser solicitado por meio da tela, no sistema desenvolvido, conforme pode-se ver, na Figura 53. Nela, basta que o solicitante digite a partir de que data que se deseja verificar a listagem de solicitações pendentes e, automaticamente, será disparado o relatório, via correio eletrônico, ao gestor.



The image shows a terminal window titled "HPUX - IVT - FREE". The window contains a form for issuing maintenance requests. The form has two main sections. The top section contains the text "10/11/11 - Vilson" and "Emite Solicitacoes Manutencao". Below this, there is a field with the text "Manutenc/Os/Solicita/solmn001". The bottom section contains the text "Solicitacao Pendente para a Manutencao" and "Data Inicio : 01/01/2011". To the right of the form, there are logos for "UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL" and "LdTM". Below the form, the text "Informe a data de inicial para a emissao" is displayed. The terminal window also shows a taskbar at the bottom with various icons and a system tray.

10/11/11 - Vilson  
Emite Solicitacoes Manutencao

Manutenc/Os/Solicita/solmn001

Solicitacao Pendente para a Manutencao  
Data Inicio : 01/01/2011

Informe a data de inicial para a emissao

Figura 53 – Tela de emissão do relatório de solicitações pendentes para manutenção de rotina.

Na Figura 54, é possível observar o relatório de solicitações para a manutenção pendentes de rotina, a qual será recebida, via correio eletrônico, pelo solicitante.

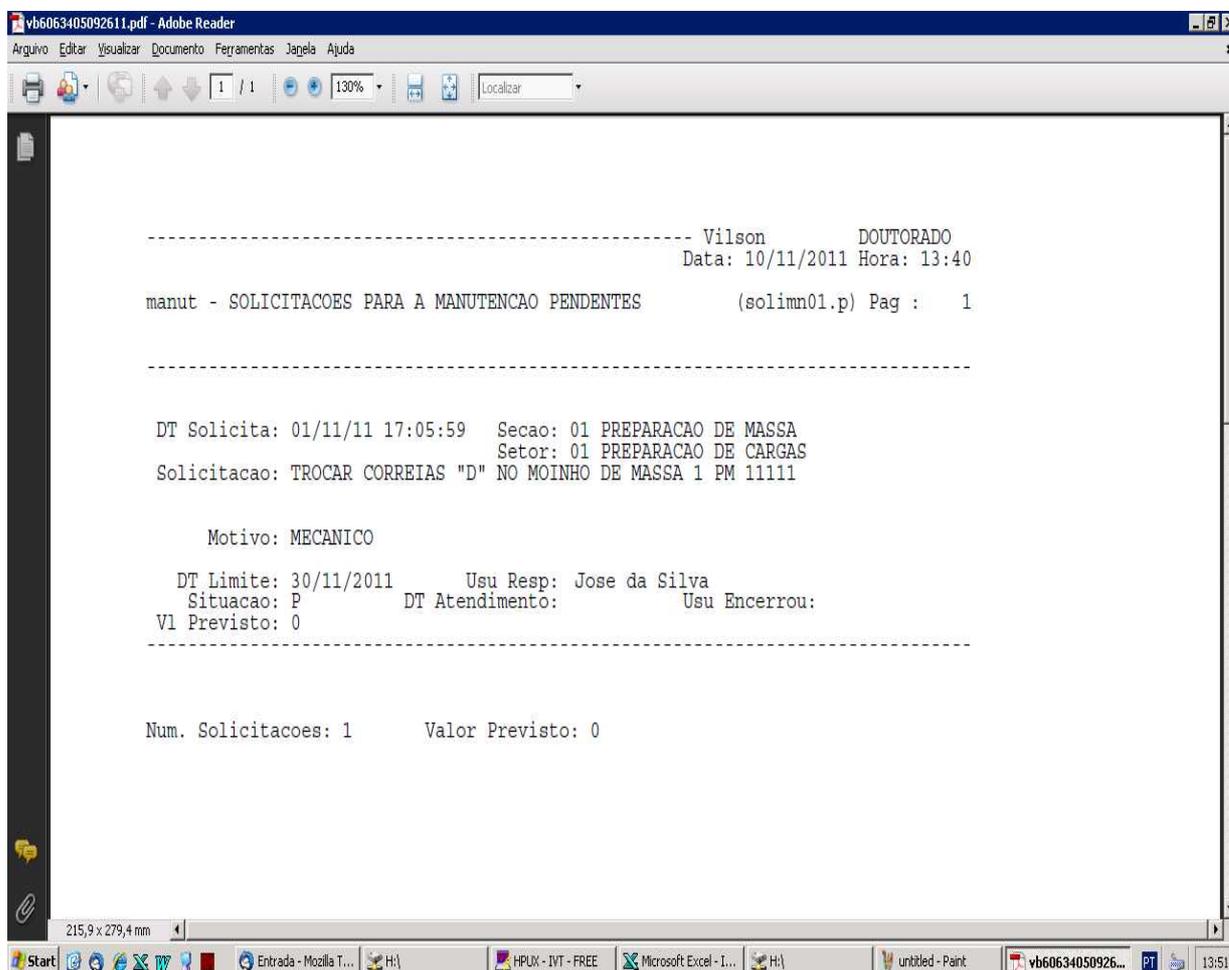


Figura 54 – Relatório de solicitações para a manutenção pendentes de rotina.

Havendo pendência de manutenção de rotina e, em conjunto com o departamento de produção já exista uma data e tempo estipulados para a realização da manutenção preventiva, o responsável pela execução do trabalho deverá antecipadamente à parada do equipamento, fazer a verificação detalhada do item descrito na pendência principal. Este detalhamento será realizado por meio de uma lista de checagem (conforme Figura 55), com itens secundários gerais pré-determinados, onde o responsável indicará se é ou não aplicável para o momento da parada. Esta lista de checagem também servirá como guia, na realização da manutenção programada.

APLICA?		DESCRIÇÃO ITENS SECUNDÁRIOS	Revisar	Trocar	Limpar	Pintar	Outra	OBSERVAÇÃO
S	N							
		Rolamento e Roldanas guia do carro						
		Manômetros Pressão e Temperatura						
		Bloco Lógico (multiplicação)						
		Bloco de Descida/Subida						
		Bloco de Extração						
		Acumuladores						
		Travessa						
		Trava de Segurança						
		Extrator						
		Corrente do Carro						
		Mangueiras Sistema Hidráulico						
		Elementos Filtrantes						
		Central Hidráulica						
		Amortecedores						
		Trocador de Calor						
		Mangueiras da Captação de Pó						
		Grades de Proteção						
		Vedação do Fosso						
		Caixa Acústica da Centralina						
		Estrutura						
		Cilindro do Braço Móvel						
		Roldanas Braço Móvel						
		Correias Sincronizadas						
		Polias Sincronizadas						
		Revestimentos dos Rolos						
		Bucha de Tração dos Rolos						
		Correia das Escovas						
		Correias e Polias do virador						
		Acionamentos (motoredutores)						
		Correias do Bancalino						
		Polias e Eixos						
		Mancais e Eixos						
		Sistema Pneumático						

Figura 55 – Lista de checagem secundária para manutenção programada.

O responsável do setor, após ter realizado o atendimento da pendência de manutenção de rotina pela intervenção de manutenção programada, deverá proceder com o preenchimento do documento informando em que data o trabalho foi realizado. Em seguida, este documento deverá ser encaminhado ao PCM para que ele possa realizar o encerramento da solicitação, permanecendo assim registrado eletronicamente no sistema para uma posterior necessidade de consulta. Esta opção

será realizada por meio da tela de encerramento de solicitações, conforme é mostrado na Figura 56.

10/11/11 - Vilson

Manutenc/Os/Solicita/solimnen Atendimento de Solicitudacao

Encerramento de Solicitudacoes

Data: 01/01/11

Solicitacoes Incluídas para a Secao/Setor

DT Solic	Hora	DT Limite	Usu Resp	Usu Resp	SEC	SET	ST
01/11/11	17:05:59	30/11/11	vb606340	Jose da Silva	01	01	P

Inclusao de Solicitudacao

Solicitudacao: TROCAR CORREIAS "D" NO MOINHO DE MASSA 1 PM 11111

Motivo: MECANICO

DT Limite: 30/11/2011

Usu Resp: vb606340 Usu Resp: Jose da Silva

Situacao: **E** DT Atendimento: / / Usu Encerrou: \_\_\_\_\_

Vl-Real: 0

Informe **P-endente** **T-erminada** **C-ancelada**

Figura 56 – Tela de encerramento de solicitações de pendências de manutenção de rotina.

Então, para informar ao sistema que aquela determinada pendência foi realizada, o PCM, após ter recebido a solicitação de manutenção preenchida e assinada pelo responsável, deverá digitar a opção "T", no campo situação, representando uma tarefa que foi terminada para aquela solicitação. Também existirá a opção "C", em caso de cancelamento de alguma solicitação; mesmo cancelada, esta permanecerá registrada no sistema para uma eventual consulta. Deve-se sempre, em caso de cancelamento, justificar, no próprio espaço da descrição da solicitação, o motivo do cancelamento.

Havendo necessidade do gestor de manutenção em verificar a situação de todas as solicitações de pendências de manutenção de rotina que tenha sido realizado o lançamento no sistema, independente da situação, esse poderá realizar por meio da tela desenvolvida (vide Figura 57). Ali poderão ser observadas a data e a hora da inserção da solicitação, no sistema pelo PCM; a data em que foi atendida a solicitação, sendo que, em caso de ainda não ter sido realizada a tarefa, este espaço permanecerá vazio (em branco); a identificação da pessoa que realizou o

lançamento no sistema (PCM); o nome do responsável do setor; os números de seção e o setor onde a solicitação foi vinculada; e, finalmente, a situação que atualmente se encontra a solicitação.

10/11/11 - Wilson  
Manutenc/Os/Solicita/solatemn

Consulta Solicitacoes Atendida

Consulta Solicitacoes Atendidas

Data: 01/01/11

Solicitacoes Incluidas para a Secao/Setor

DT Solic	Hora	DT Atende	Usu Resp	Usu Resp	SEC	SET	ST
01/10/11	14:11:30	20/10/11	vb606340	Jose da Silva	01	01	T
01/11/11	17:05:59		vb606340	Jose da Silva	01	01	P

Informe a Data da Solicitacao do Servico

1/1 10.1.0.4 14:16

Start Entrada - Mozilla Thunde... HPUX - IVT - FREE Microsoft Excel - INVEST... H:\Eliane\DEPARTAMENT...

Figura 57 – Tela de consulta da situação de solicitações pendentes para manutenção a partir de uma data.

Assim, embasado em fatos verificados por meio de análises realizadas num período determinado pelos responsáveis de cada setor pelo roteiro de manutenção e seus históricos, o gestor de manutenção poderá ter dados suficientes para determinar até quando uma máquina poderá ficar produzindo sem que ocorra a interrupção inesperada pelo motivo de quebra de equipamento. Ainda, essas informações, quando bem utilizadas em conjunto com o departamento de produção, poderão ser fatores determinantes ao sucesso de uma empresa.

#### **4.6 Materiais sobressalentes fabricados para substituição**

Tanto para a manutenção corretiva como para a manutenção preditiva descritas para este modelo proposto de gestão e controle da manutenção, sempre haverá necessidade da aquisição de peças para a substituição nos equipamentos. As peças não consideradas como itens comerciais, haverá necessidade de uma amostra ou um desenho para que o fornecedor realize a sua reprodução. Atualmente, na empresa em que está sendo realizado o trabalho, as peças a serem reproduzidas são desmontadas dos equipamentos e encaminhadas com urgência aos fornecedores a fim de que eles realizem a fabricação e assim substituam aquela que foi retirada.

Em esporádicas ocasiões, os próprios mecânicos ou eletricitistas realizam uma espécie de esboço das peças que lhes são necessárias, no entanto, realizam isso sem obedecer a nenhuma normalização. Com tais procedimentos citados acima, na maioria das vezes, o processo produtivo fica parado até que o fornecedor realize a fabricação. Para que isso não ocorra, em algumas situações é solicitada a fabricação de peças, além da necessidade imediata, fazendo assim um estoque supérfluo de peças. Este estoque é convencionalmente chamado de estoque de gaveta. Ambas as situações são muito prejudiciais às empresas, pois, além de não ocorrerem cotações para os itens e não existir garantia nenhuma que as peças adquiridas ficarão de acordo com a especificação técnica necessária. Peças em estoque indicam que há dinheiro parado sem necessidade.

Para que não ocorram estas situações, é proposta, neste trabalho, uma forma em que o gestor de manutenção, sempre que preciso for, faça a reposição de peças que precisam de fabricação e realize isso por meio do lançamento da requisição de compra eletrônica, o envio do desenho da peça requerida diretamente para a caixa de correio eletrônico dos fornecedores cadastrados para itens de fabricação de peças. Na Figura 58, é possível observar a tela de requisição de compra eletrônica desenvolvida com a opção de requisição, a qual possui desenho a ser anexado.

Ao indicar que a requisição de compra eletrônica possui um desenho, esse deverá ser vinculado de forma que os fornecedores listados para o item recebam, além da requisição, o desenho da peça a ser produzida. Para isso, será indispensável que o PCM, após ter lançado a RC, vincule o desenho na tela de

requisições para anexo de desenhos (conforme Figura 59). Para que esses sejam vinculados, eles deverão estar no formato com extensão *Portable Document Format* (PDF).

Material/compras/Manut/Requis/1o011m

14/11/11 - Vilson

Cadastramento de Requisicoes

**Requisicao de Compra**

Item : 9225062 FABRICACAO DE PECAS USINADAS

Classe : Possui desenho a ser anexado: Sim

Tipo(RC/CC) : RC Requisicao p/ Comprar

Tipo/Grupo : 12 653 FABRICACAO DE PECAS

Quantidade : u UNIDADE

Prazo de Entrega : dias ==>

Ordem Imobiliz. :

Centro de Custo : 0

Conta : 0

Analitico : Fornecedores para o Item

Pais :

Projeto :

Usuario Material :

Cliente :

Sol. Merchandising:

Linha Producao :

Ocorrencia Indenizacao: Custo Ocorrencia:

Pressione barra de espaco para continuar.

1/1 10.1.0.4 15:15

Figura 58 – Tela de lançamento de requisição de compras com opção de anexo de desenho.

Material/compras/Manut/Cotacoes/1o183m

14/11/11 - Vilson

RCs p/ Anexo de Desenho

**Requisicoes p/ Anexo de Desenho**

Processo Normal

Procura Complementar Justificativa Desenho Estoque

Negociacao Especial

P	Dt. Entrega	Item	Descricao	Motivo	U
>					

Informe a Opcao Desejada / <Enter>-Consulta / <F4>-Encerra

1/1 10.1.0.4 16:14

Figura 59 – Tela de vinculação de desenhos a requisições de compras eletrônicas.

Para que todo este procedimento seja realizado, faz-se necessária a elaboração do desenho da peça a ser confeccionada. Como já comentado, atualmente, na empresa em estudo, é praticada uma forma muito precária de desenhos, em que os próprios mecânicos ou eletricitas esboçam num papel qualquer a necessidade imediata da peça que se deseja reproduzir. A intenção deles é a das melhores, pois, embora seja uma forma improvisada de realizar este trabalho, eles só têm a pretensão de obter o mínimo de parada possível dos equipamentos.

Um exemplo retirado desse procedimento pode ser verificado na Figura 60. Neste croqui, é possível verificar uma polia que, posteriormente, será realizada a requisição de compra, onde este poderá ser escaneado e encaminhado, via correio eletrônico, aos fornecedores. Outras duas maneiras do fornecedor receber esses croquis são pelo envio de fax, ou então que o próprio fornecedor dirija-se à empresa para apanhar uma cópia dos desenhos.

Em todas as situações, a qualidade dos dados do croqui fica muito prejudicada, ocorrendo, em diversas ocasiões, erros de fabricação. Na Figura 61, pode-se visualizar o croqui da polia que foi recebida pelo fornecedor com o intermédio de fax. Nele, identifica-se a dificuldade de interpretação da imagem.

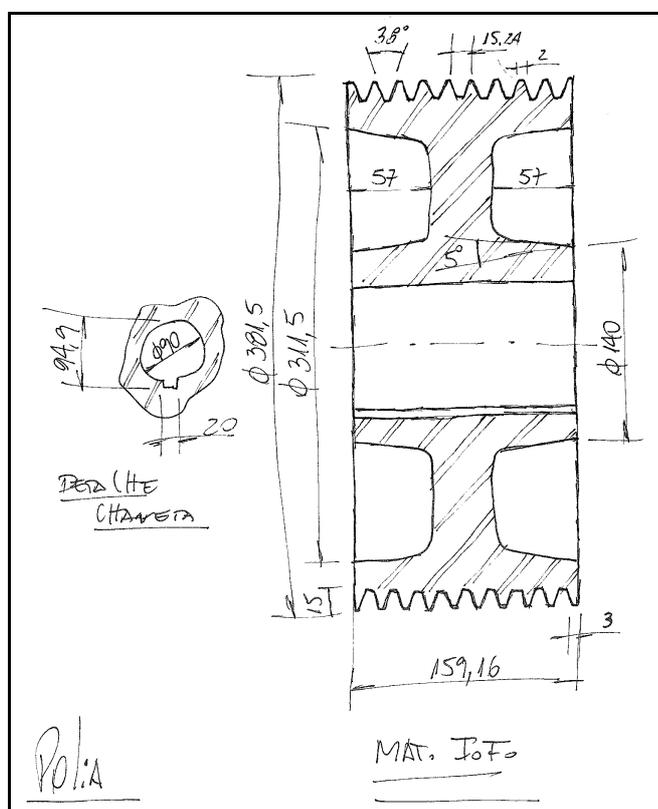


Figura 60 – Croqui escaneado de uma peça para fabricação.

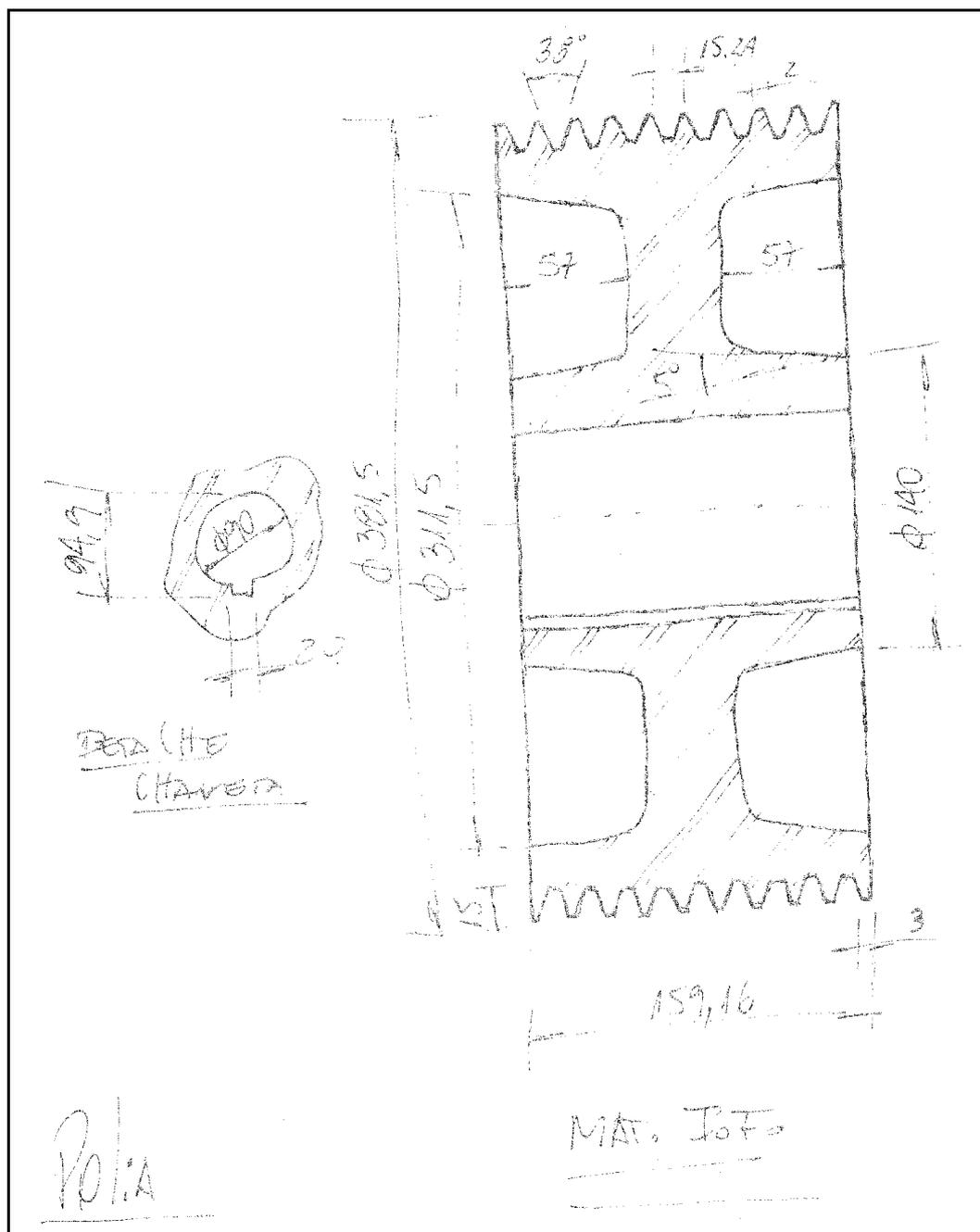


Figura 61 – Croqui de uma peça enviada por fax.

Então, como essas informações não chegam com qualidade e sem padronização alguma aos fornecedores, a proposta é que, a partir do implemento deste modelo de gestão e controle de manutenção, o PCM acumule a função de realizar todos os desenhos de peças necessárias ao departamento de manutenção por meio do auxílio de *softwares* específicos para a elaboração de desenhos técnicos assistido por computador. Na Figura 62, tem-se a mesma peça desenhada já utilizando o *software* Auto-Cad.

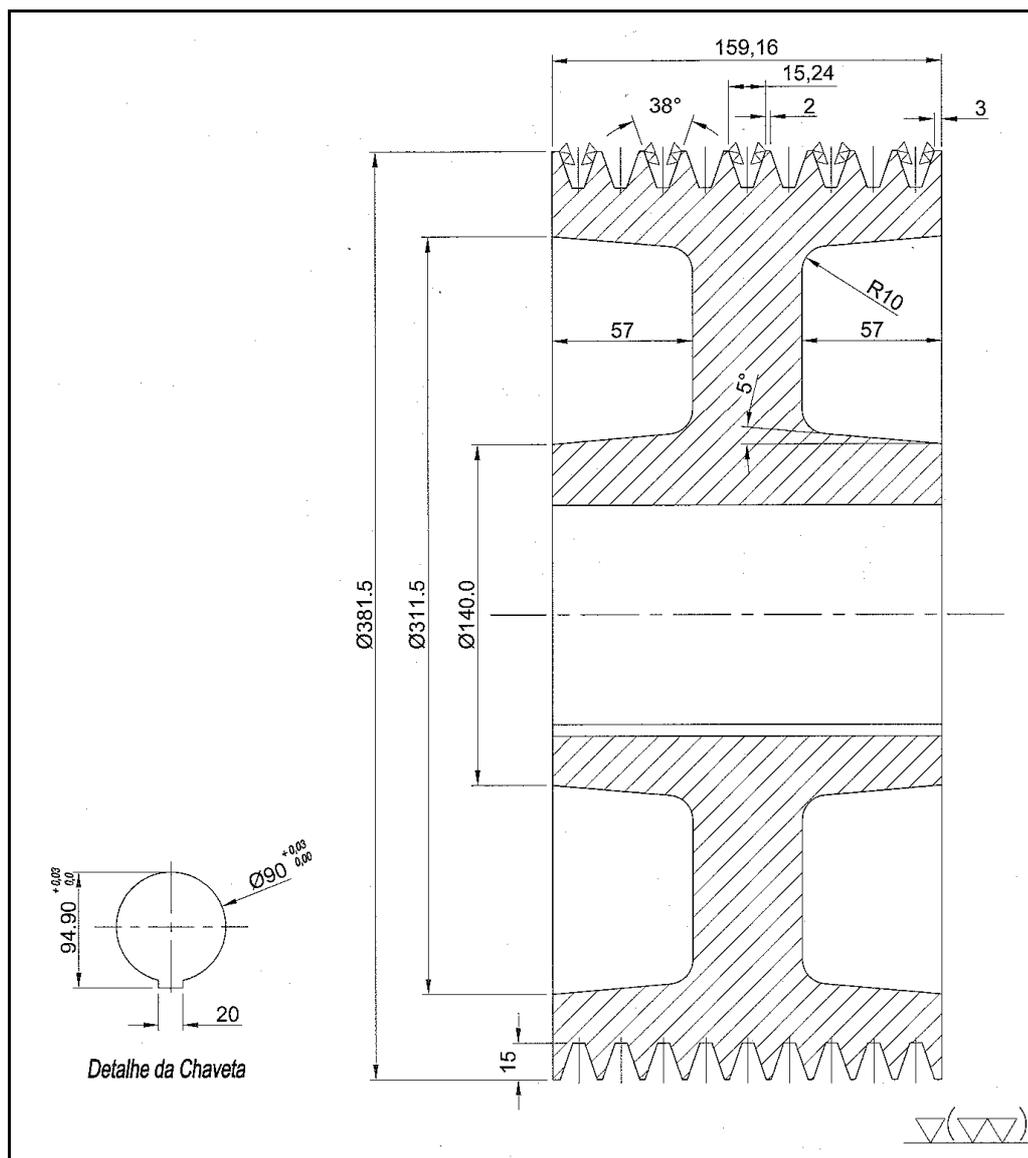


Figura 62 – Desenho técnico realizado com auxílio do software Auto-Cad.

A partir da realização dos desenhos por meio desta metodologia, será possível criar um banco de dados digital, conforme a necessidade de troca de peças em equipamentos previstos antecipadamente pela manutenção preditiva desenvolvida neste trabalho. O responsável poderá solicitar ao PCM a aquisição de uma determinada peça, sem que ele tenha que parar o equipamento para retirar a peça que serviria de amostra. Para cada desenho realizado digitalmente, sugere-se haver um registro único para sua identificação.

## 5. CAPÍTULO 05 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL COM O MODELO DE SISTEMA PARA GESTÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

### 5.1 Experimento com uso das ferramentas do modelo

Como procedimento experimental, foram realizadas simulações com todas as ferramentas desenvolvidas do modelo proposto. Para cada uma, foram idealizadas reais situações de trabalho. Estes experimentos servirão para antever problemas que podem vir a ocorrer, na aplicação real de trabalho na empresa em estudo.

### 5.2 Cadastro de equipamentos

Para esta simulação, um equipamento chamado correia transportadora de rolos foi cadastrado, no sistema informatizado, por meio da tela desenvolvida. Nesta inclusão, dados como placa de manutenção, setor de alocação, fabricante e modelo do equipamento, são informações fundamentais para o seu registro. Na Figura 63, pode-se ver o momento da inclusão de cadastro deste equipamento.

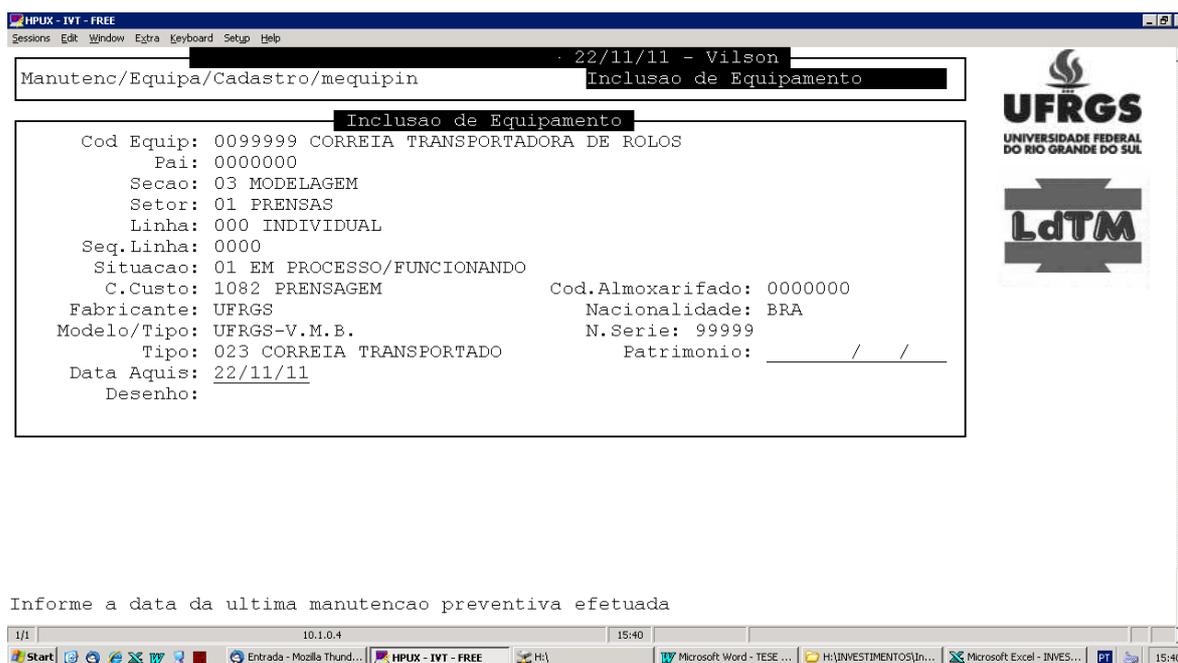


Figura 63 – Procedimento experimental para cadastro de equipamentos.

### 5.3 Ordem de serviço de terceiros

Para experimento da Ordem de Serviço de terceiros (OST), foram simuladas duas situações, onde uma delas é a abertura da OST para a realização de manutenção interna, ou seja, dentro das dependências da empresa contratante, e a outra onde haverá a saída do equipamento da empresa para a realização do reparo, a qual se pode chamar de manutenção externa. Ambas as situações simulam o conserto do equipamento que foi realizado o cadastro, ou seja, a correia transportadora de rolos. Na Figura 64, é apresentada a abertura da ordem de serviço de terceiros para a execução interna da manutenção.

```

HPUX - IVT - FREE
Sessions Edit Window Extra Keyboard Setup Help
22/11/11 - Vilson
Manutenc/Os/Ordem/mnosin Abertura de Ordem de Serviço
Abertura da Ordem de Serviço
Nova O.S.: Sim Tipo: 9 MANUTENCAO INTERNA (TERCEIROS) Usuario: vb606340
Dados principais da Ordem de Serviço
Empresa      : 1
ELIANE S/A - REVESTIMENTOS CERAMICOS
Unidade     : 41 Porcellanato
Emp. Faturar: 01 Unidade: 41 Porcellanato Pedido :
Equipamento: 0099999 CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS
Pai         :
Avo        :
Secao      : 3  MODELAGEM          Setor: 1  PRENSAS
C.Custo    : 1082 PRENSAGEM
Conta     : 78  CUSTO INDIRETO DE PRODUCAO
Analit Mater: 434 Despesas de Manutencao
Analit Serv.: 515 Serv.Terceiros - Pessoa Juridica
Substituto  :
Quantidade : 1
Informe SIM se for necessario emitir NF REMESSA P/ CONserto
1/1 10.1.0.4 16:12
Start [Icons] Entrada - Mozilla Thunde... HPUX - IVT - FREE H:\ Microsoft Word - TESE D... untitled - Paint PT 16:12
  
```

Figura 64 – Abertura de OST para manutenção interna.

Para a manutenção externa, será adotado o mesmo procedimento que a abertura de OST para manutenção interna, porém, só será diferenciado pelo tipo de manutenção que será realizada (interna ou externa). A Figura 65, mostra a abertura da OST para a manutenção externa de equipamentos.

Manutenc/Os/Ordem/mnosin 22/11/11 - Vilson  
Abertura de Ordem de Serviço

Abertura da Ordem de Serviço

Nova O.S.: Sim Tipo: 1 MANUTENCAO EXTERNA Usuario: vb606340

Dados principais da Ordem de Serviço

Empresa : 1  
Unidade : 41  
Emp. Faturar: 01 Pedido :  
Equipamento : 0099999 CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS  
Pai :  
Avo :  
Secao : 3 MODELAGEM Setor: 1 PRENSAS  
C.Custo : 1082 PRENSAGEM  
Conta : 78 CUSTO INDIRETO DE PRODUCAO  
Analit Mater: 434 Despesas de Manutencao  
Analit Serv.: 515 Serv.Terceiros - Pessoa Juridica  
Substituto :  
Quantidade : 1

Informe SIM se for necessario emitir NF REMESSA P/ CONSERTO

10.1.0.4 16:08

Start Entrada - Mozilla Thunde... HPLUX - IVT - FREE H:\ Microsoft Word - TESE D... PT 16:08

Figura 65 – Abertura de OST para manutenção externa de equipamentos.

Independentemente de ser interna ou externa, a descrição do trabalho a ser realizado pelas empresas terceirizadas foi descrita, como é mostrada, na Figura 66, da tela de abertura de OST.

Manutenc/Os/Ordem/mnosin 22/11/11 - Vilson  
Abertura de Ordem de Serviço

Abertura da Ordem de Serviço

Nova O.S.: Sim Tipo: 1 MANUTENCAO EXTERNA Usuario: vb606340

Dados principais da Ordem de Serviço

Defeito e Providencias a serem tomadas

Acessorio: Nao 0000000 Quantidade:  
Defeito: 50 Mec/Elet: M MANUTENCAO  
Causa: 2 Mec/Elet: M MANUTENCAO

FAZER TROCAR DE ROLOS DA CORREIA TRANSPORTADORA

Informe a DESCRICAO DO SERVICO.

10.1.0.4 16:10

Start Entrada - Mozilla Thunde... HPLUX - IVT - FREE H:\ Microsoft Word - TESE D... F3.bmp - Paint PT 16:10

Figura 66 – Descrição da OST do trabalho a ser realizado.

Quando acontece a saída de equipamentos de dentro da empresa em estudo, atualmente, é utilizado um formulário chamado autorização de saída (vide Figura 67), onde o gestor realiza o preenchimento manual deste para que ele simplesmente sirva de identificação à portaria da empresa na qual o equipamento está saindo, possuindo a liberação de um responsável.

Autorização para Saída de Materiais					
O Sr.(a) _____ Nº _____					
Empresa: _____ Seção: _____					
<i>Está autorizado(a) a se ausentar da empresa com o(s) seguinte(s) material(is) abaixo relacionado(s):</i>					
Item	Quantidade	Unid.	Discriminação	Preço Unit.	Total
<input type="checkbox"/> A serviço da empresa Local: _____ _____			Observações:		
<input type="checkbox"/> Particular					
_____/_____/_____ Data		_____ Emitido por		_____ Responsável	

Figura 67 – Autorização de saída utilizada atualmente pela empresa em estudo.

Assim, além do departamento de manutenção não possuir nenhum registro com as saídas dos equipamentos, em nenhum momento, existe uma comprovação de que o equipamento está sendo conduzido por um determinado fornecedor. Para ambas as situações, com o implemento da OST informatizada, automaticamente, serão gerados a autorização de saída e o comprovante de recebimento pelo fornecedor. Tanto na autorização de saída como no comprovante de recebimento pelo fornecedor, o número da OST ficará registrado para uma eventual pesquisa. No experimento realizado a partir da abertura e impressão da OST para o conserto da correia transportadora (vide Figura 68), pode-se verificar, nas Figuras 69 e 70, respectivamente, a autorização de saída do equipamento e o comprovante de recebimento de equipamentos pelo fornecedor que será impressa juntamente a OST.

```

-----Wilson      DOUTORADO
Data: 23/11/2011 Hora: 07:34
manut - O.S. (preord01.p) Pag : 1
O R C A M E N T O      7012109 ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 23/11/11
----- EQUIPAMENTO/SERVICO ----- LOCALIZACAO -----
CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS          PATRIM:
COD./GRUPO:(99999) (8) QUANTIDADE:(1) CCUSTO: PRENSAGEM (1082)
MODELO: UFRGS-V. CT/AN: 78/434/515
FABRICANTE: UFRGS          SECAO: MODELAGEM (3)
SERIE: 99999          SETOR: PRENSAS (1)
DEFEITO: MANUTENCAO (50)
CAUSA: MANUTENCAO (2)
SERVICO:
FAZER TROCA DE ROLOS DA CORREIA TRANSPORTADORA

----- EXECUTANTE -----
Fornecedor:
Endereco: RODOVIA LUIZ ROSSO KM 04 4 LI Retorno: 25/11/11
Cidade: CRICIUMA          Contato:
Fone:          Valor Servico: 0,00
Mao Obra: 163 CONTRA ENTREGA          Uni Fatur: 041
Materiais: 0          Emitente: vb606340
GARANTIA: OS: 7011736 FORN: 9289 RETORNO: NAO RETORNOU GARANTIA: INFORMAR
----- M A T E R I A I S -----
1 -----
2 -----
3 -----
4 -----
5 -----
6 -----
7 -----
8 -----

```

Figura 68 – OST experimental.

```

-----
AUTORIZACAO DE SAIDA DE EQUIPAMENTO (1/41)
ORDEM SERVICO: 07012109 TIPO: ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 23/11/11
----- EQUIPAMENTO/SERVICO ----- LOCALIZACAO -----
CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS          1.00 CCUSTO: PRENSAGEM (1082)
MODELO: UFRGS-V.M.B.          SECAO: MODELAGEM (3)
SERVICO:
FAZER TROCA DE ROLOS DA CORREIA TRANSPORTADORA

-----
Wilson
-----

```

Figura 69 – Autorização de saída de equipamentos para a OST experimental.

```

-----
(1/41)
COMPROVANTE DE RECEBIMENTO DO EQUIPAMENTO PELO FORNECEDOR
ORDEM SERVICO: 07012109 TIPO: ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 23/11/11
----- EQUIPAMENTO/SERVICO ----- LOCALIZACAO -----
CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS          1.00 CCUSTO: PRENSAGEM (1082)
MODELO: UFRGS-V.M.B.          SECAO: MODELAGEM (3)
SERVICO:
FAZER TROCA DE ROLOS DA CORREIA TRANSPORTADORA

-----

```

Figura 70 – Comprovante de recebimento de equipamentos pelo fornecedor da OST experimental.

Depois de realizado o trabalho de reparo externo pela empresa terceira, o fornecedor deverá, juntamente com o equipamento recuperado, fazer a entrega da OST ao PCM para que este verifique se o trabalho foi realizado de acordo com a necessidade descrita. Na OST entregue pelo fornecedor ao PCM, deverá constar todos os materiais que foram utilizados para o conserto, bem como o valor que foi realizado no trabalho. Na Figura 71, tem-se o retorno da OST experimental onde se pode verificar o lançamento das peças que foram utilizadas e o valor cobrado para o trabalho. Tanto o valor do trabalho como as peças que foram utilizadas deverão ser lançadas, no sistema desenvolvido, para que sirva de histórico. Após isso, a OST deverá ser encerrada, conforme é mostrado, na Figura 72, do experimento.

```

-----Wilson DOUTORADO
Data: 23/11/2011 Hora: 07:34
manut - O.S. (preord01.p) Pag : 1
O R C A M E N T O 7012109 ORDEM DE SERVICO TERCEIRO EMISSAO: 23/11/11
-----EQUIPAMENTO/SERVICO-----LOCALIZACAO-----
CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS PATRIM:
COD./GRUPO: (99999) (8) QUANTIDADE: (1) CCUSTO: PRENSAGEM (1082)
MODELO: UFRGS-V CT/AN: 78/434/515
FABRICANTE: UFRGS SECAO: MODELAGEM (3)
SERIE: 99999 SETOR: PRENSAS (1)
DEFEITO: MANUTENCAO (50)
CAUSA: MANUTENCAO (2)
SERVICO:
FAZER TROCA DE ROLOS DA CORREIA TRANSPORTADORA

-----E X E C U T A N T E-----
Fornecedor: 9289 MIGO
Endereco: RODOVIA LUIZ ROSSO KM 04 4 LI Retorno: 25/11/11
Cidade: CRICIUMA Contato:
Fone: 1 Valor Servico: 0,00 R$ 100,00
Mao Obra: 163 CONTRA ENTREGA Uni Fatur: 941
Materiais: 0 Emitente: vb606340
GARANTIA: OS: 7011736 FORN: 9289 RETORNO: NAO RETORNOU GARANTIA: INFORMAR
-----M A T E R I A I S-----
10 un ROLAMENTO N.6200 ZZ
2

```

Figura 71 – OST experimental que simula o retorno do equipamento de uma manutenção externa.

23/11/11 - Wilson

Manutenc/Os/Ordem/cancosmn Encerra/Cancela Ordem Servico

Cancelamento/Encerramento de Ordem de Servico

Numero OS: 07012109 Emp/Uni: 01/41 Eliane Porcellanato  
 Equipamento: 0099999 CORREIA TRANSPORTADORA DE ROLOS  
 CC/CT/AN: 1082/78/434 PRENSAGEM/CUSTO INDI/Despesas de Manutenc

Dados do Fornecimento

Fornecedor: 9289  
 Endereco: RODOVIA LUIZ ROSSO KM 04 4 LINHA  
 Cidade: CRICIUMA  
 Contato:  
 Fone: 04834314444  
 Valor Servico: 100,00  
 Mao-de-Obra: 163 CONTRA ENTREGA

Confirma o CANCELAMENTO/ENCERRAMENTO Nao

Digite os dados ou pressione [F4] para encerrar.

1/1 10.1.0.4 10:28

Start Entrada - Mozill... Microsoft Word... HPUX - IVT - F... H:\INVESTIME... Microsoft Excel... H:\ INTRANET 201... DICMAXI Micha... PT 10:28

Figura 72 – Encerramento da OST do experimento.

## 5.4 Requisições de compras

Para experimento do sistema de requisição de compras, foi simulada a necessidade de aquisição de 10 (dez) rolamentos nº 6200 ZZ, pelo departamento de manutenção. Primeiramente, realizou-se a solicitação, via tela de requisição de compra, conforme Figura 73. Após ela ter sido encaminhada automaticamente, via correio eletrônico, aos fornecedores cadastrados para que eles pudessem realizar as cotações, esses tiveram um tempo pré-estabelecido para que retornassem com os valores de condições de venda. O comprador, tendo as informações de todos os fornecedores que responderam a cotação, selecionou a melhor situação e encaminhou via sistema para que o gestor realizasse a aprovação de compra. Na Figura 74, tem-se a tela experimental de aprovação da requisição de compra para o item solicitado.

Material/compras/Manut/Requis/lo01lm 23/11/11 - Vilson Cadastramento de Requisicoes

Requisicao de Compra

Item : 9818822 ROLAMENTO N.6200 ZZ

Classe : Possui desenho a ser anexado: Nao

Tipo(RC/CC) : RC Requisicao p/ Comprar

Tipo/Grupo : 5 70 ROLAMENTOS E ACESSORIOS

Quantidade : 10,00000 pc PECAS

Prazo de Entrega : 3 dias ==> 26/11/2011

Ordem Imobiliz. : 0

Centro de Custo : 1082 PRENSAGEM

Conta : 78 CUSTO INDIRETO DE PRODUCAO

Analitico : 434 Despesas de Manutencao

Pais : 1058 BRASIL

Projeto : 0

Usuario Material : VILSON BRISTOT

Cliente :

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
LdTM

Figura 73 – Requisição de compra experimental.

Material/compras/Manut/Libera/lo020m 23/11/11 - Vilson Liberacoes de Requisicoes

Liberacao de Requisicoes

Procura Autoriza Conta Bil. Cotacoes Justif. Manobra Obs. Retorno Totais Ordem  
Visualiza Desenho Anexado consumo

Requisicoes Pendentes - <ENTER> p/ Ultimos Precos Praticados

D	Unidade	Gr	C.C.	Sld.Empenho	Valor	Quantidade	Item
>	45	Depto de E	21	6556	136,03	66,08	10,00 ROLAMENTO
-							
-							
-							
-							

<E>Emergencia <X>Exclusivo <\*>Nao foi selec.menor preco <D>Dias p/ encerrar RC

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
LdTM

Figura 74 – Aprovação experimental para requisição de compra.



da parada de equipamento e da parada de produção. Esses dois lançamentos foram realizados por meio das telas que são verificadas, nas Figuras 77 e 78, respectivamente.

Figura 76 – Lançamento simulado de peças substituídas no equipamento.

Figura 77 – Lançamento simulado da parada de equipamento devido à intervenção da manutenção.

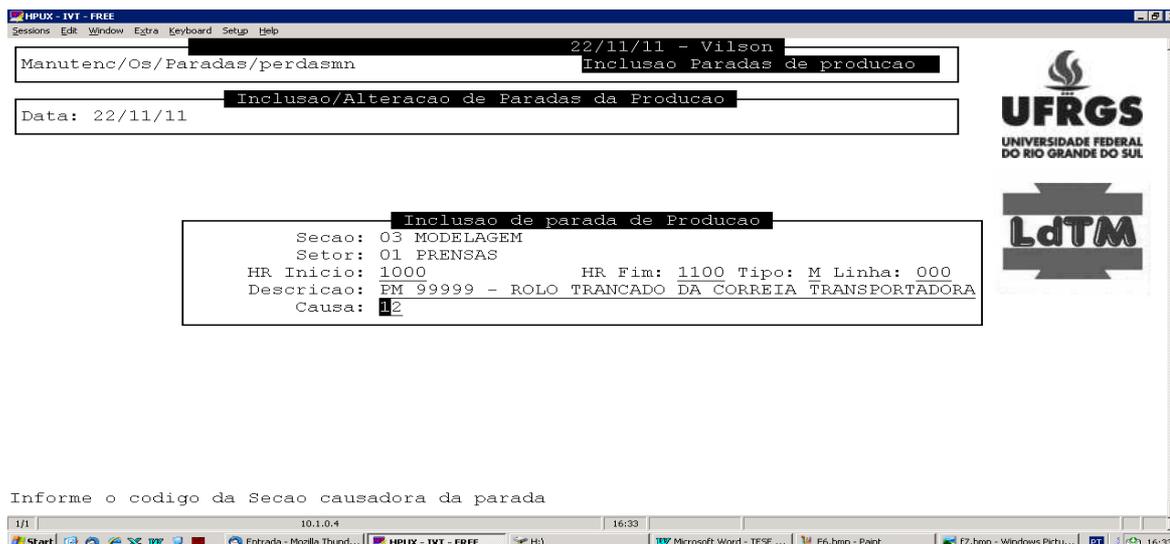


Figura 78 – Lançamento simulado da parada de produção devido intervenção da manutenção.

Com o lançamento das paradas de equipamento e de produção devido à intervenção da manutenção, no sistema experimental, foi possível realizar a solicitação em forma de relatório destes dados. Nas Figuras 79 e 80, são mostrados os relatórios simulados das paradas de equipamentos e das paradas de produção. Com os mesmos dados, pode-se, ainda, verificar outro relatório que indica semanalmente a quantidade de horas paradas de produção em virtude da intervenção da manutenção, assim como a porcentagem de paradas de cada setor, num determinado período. Na Figura 81, é possível verificar esta simulação.

Data	Tp	Inic	Pim	H.Equip	H.Prod.	Causa	Defeito	Observacao
22/11/11	C	1000	1100	1,00	1,00	DESCONHECIDO	( ) ROLO TRANCADO (M) ROLO TRANCADO DA CORREIA TRANSPORTADORA	
Total Equip.				1,00	1,00			
Total Setor				1,00	1,00			
Total Linha				1,00	1,00			
Total Geral				1,00	1,00			

Figura 79 – Relatório simulado com a parada de equipamento devido à intervenção da manutenção.

----- Vilson DOUTORADO  
Data: 22/11/2011 Hora: 16:43

manut - Paradas de Producao por Periodo (mn001r.p) Pag : 1

-----

Periodo : 01/11/11 a 22/11/11  
Data Secao Setor Inic Fim T Li Observacao Hora Causa

Data	Secao	Setor	Inic	Fim	T	Li	Observacao	Hora	Causa
22/11/2011	3	MODELAGEM	1	PRENSAS	1000	1100	M 0 PM 99999 - ROLO TRANCADO DA CORREIA TRANSPORTADORA	1,00	MANUTENCAO
								1,00	

Figura 80 – Relatório simulado com a parada de produção devido à intervenção da manutenção.

----- Vilson DOUTORADO  
Data: 22/11/2011 Hora: 16:43

manut - Paradas de Producao por Semana (mn002r.p) Pag : 1

-----

Periodo : 01/11/11 a 30/11/11 Tipo : MANUTENC  
Secao (Sem 1) (Sem 2) (Sem 3) (Sem 4) (Sem 5) (No Mes) (%)

Secao	(Sem 1)	(Sem 2)	(Sem 3)	(Sem 4)	(Sem 5)	(No Mes)	(%)
MODELAGEM	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	100
MANUTENCAO	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	

Figura 81 – Relatório semanal com paradas de produção e porcentagem do setor simulado.

## **5.6 Simulação de manutenção preditiva**

Na arquitetura proposta para o modelo de gestão e controle da manutenção deste trabalho, para que possa ocorrer a manutenção preditiva, faz-se necessária a aplicação de um documento que foi nomeado como roteiro de manutenção. Com este documento, o profissional responsável será capaz de verificar com a máquina em pleno funcionamento, se existe ou não alguma anormalidade no funcionamento dela. Assim, na realização da manutenção de rotina pelos responsáveis, poderão ocorrer duas situações distintas, sendo elas:

- Equipamento encontra-se em condições normais de trabalho, não havendo necessidade de parada para o reparo;
- equipamento encontra-se com anormalidades e necessita de parada para reparo.

Assim, para experimento do sistema desenvolvido, foi realizada a simulação com as duas situações. Para ambas, criou-se um roteiro do setor de prensagem com natureza mecânica de operação, em que nela seria necessário avaliar o funcionamento dos rolos de uma correia transportadora com um período de checagem semanal.

### **5.6.1 Checagem de manutenção de rotina sem anormalidades**

Não encontradas anormalidades, na realização da checagem do equipamento simulado, utilizando o item de verificação listado no roteiro de manutenção, o responsável terá simplesmente que assinar o documento e entregá-lo ao PCM, no final do período estabelecido. Na Figura 82, é possível verificar o roteiro de manutenção simulando que ele foi realizado dentro do período determinado e nenhuma anormalidade foi encontrada pelo avaliador responsável. A assinatura dele, no local estabelecido no roteiro de manutenção, servirá como prova de que a atividade foi realizada.

-----Wilson - UFRGS - DOUTORADO

**Roteiro de Manutenção**  
**Natureza:** Mecânica Semanal  
**Setor:** Prensas

**MS**

**ITENS A SEREM VERIFICADOS:**

- Verificar funcionamento dos rolos da correia transportadora  
 Modelo/Tipo: UFRGS-V.M.B. com PM 99999.

*Wilson*

**Responsável:** -----Wilson Bristot-----

**Período:** 21/11/11 à 27/11/11

ANORMALIDADES VERIFICADAS

-----  
 -----  
 -----  
 -----  
 -----

Figura 82 – Simulação de rotina de manutenção realizada sem verificação de anormalidades.

### 5.6.2 Checagem de manutenção de rotina com anormalidades

Para este experimento, foi simulado, no roteiro de manutenção, que o item a ser verificado (funcionamento dos rolos da correia transportadora) não estava em sua operação normal de trabalho, pois havia rolos parados devido a trancamentos, mas, mesmo assim, naquele momento, ainda não comprometia o funcionamento do maquinário. Era lógico que, se permanecesse daquele jeito durante muito tempo, a tendência era que ocorresse uma parada total da correia, comprometendo o sistema produtivo em um momento inesperado, ocasionando, conseqüentemente, uma

manutenção corretiva. Assim, na verificação deste procedimento pelo mecânico responsável, dentro do período estabelecido, esse, após a avaliação, realizou o preenchimento desta deficiência, no campo de anotação para anormalidades verificadas, descrevendo que 04 (quatro) rolos da correia transportadora de PM 99999 estavam parados (vide Figura 83).

-----Wilson - UFRGS - DOUTORADO

**Roteiro de Manutenção** **MS**  
 Natureza: Mecânica Semanal  
 Setor: Prensas

**ITENS A SEREM VERIFICADOS:**

- Verificar funcionamento dos rolos da correia transportadora  
 Modelo/Tipo: UFRGS-V.M.B. com PM 99999.

*Vilson Bristot*

Responsável: -----Wilson Bristot-----

Período: 21/11/11 à 27/11/11

ANORMALIDADES VERIFICADAS

- Existem 04 rolos parados na correia PM 99999  
 (22/11/11)

-----  
 -----  
 -----  
 -----

Figura 83 – Roteiro de manutenção simulando uma anormalidade verificada em inspeção.

Com isso, ao final do período estabelecido para a realização daquela manutenção de rotina, os dados da anormalidade registrados no roteiro foram

lançados no sistema por meio da tela de inclusão de solicitações pendentes para manutenção (conforme Figura 84).

Manutenc/Os/Solicita/solicimn

23/11/11 - Vilson

Inclusao/Alteracao Solicitacao

Inclusao/Alteracao de Solicitacao Servico

Data: 22/11/11 Secao: 03 MODELAGEM Setor: 01 PRENSAS

Inclusao de Solicitacao

Solicitacao: Trocar 04 rolos que estão trancados na  
 correia transportadora com PM 99999

Motivo: MECANICO

DT Limite: 04/12/2011

Usu Resp: vb606340 Usu Resp: Vilson Bristot

Situacao: P DT Atendimento: / / Usu Encerrou:

Vl Previsao: 0

Informe o valor previsto para execucao da solicitacao

1/1 10.1.0.4 16:02

Start Entrada - Mozilla Thunde... Microsoft Word - TESE D... HPUX - IVT - FREE Microsoft Excel - INVEST... 16:02

UFRGS  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

LdTM

Figura 84 – Simulação com entrada de dados, no sistema informatizado, das pendências de manutenção de rotina.

Neste lançamento, além da informação contendo a descrição do que ficou pendente, há um campo em que deverá ser inserida a data limite para a realização da pendência, informação esta que deverá ser informada pelo gestor de manutenção. Estando registrado no sistema, tal informação ficará disponível para consulta a qualquer momento pelo gestor, onde este poderá verificar, sempre que necessário, quais trabalhos observados nas avaliações de rotina estão em situação de pendência. Na Figura 85, é exibida a tela de verificação de pendências de manutenção de rotina que simula o experimento.

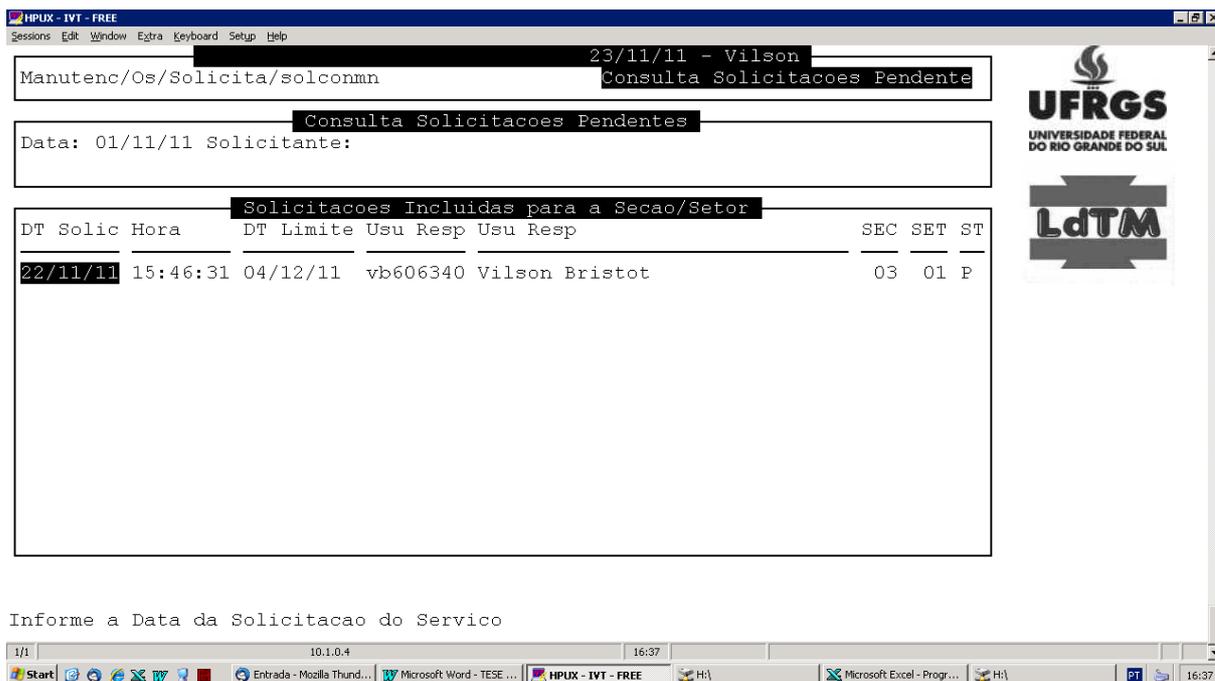


Figura 85 – Tela para consulta da solicitação pendente da manutenção de rotina simulada.

Na Figura 86, o relatório de solicitação pendente simulada neste experimento é mostrada.

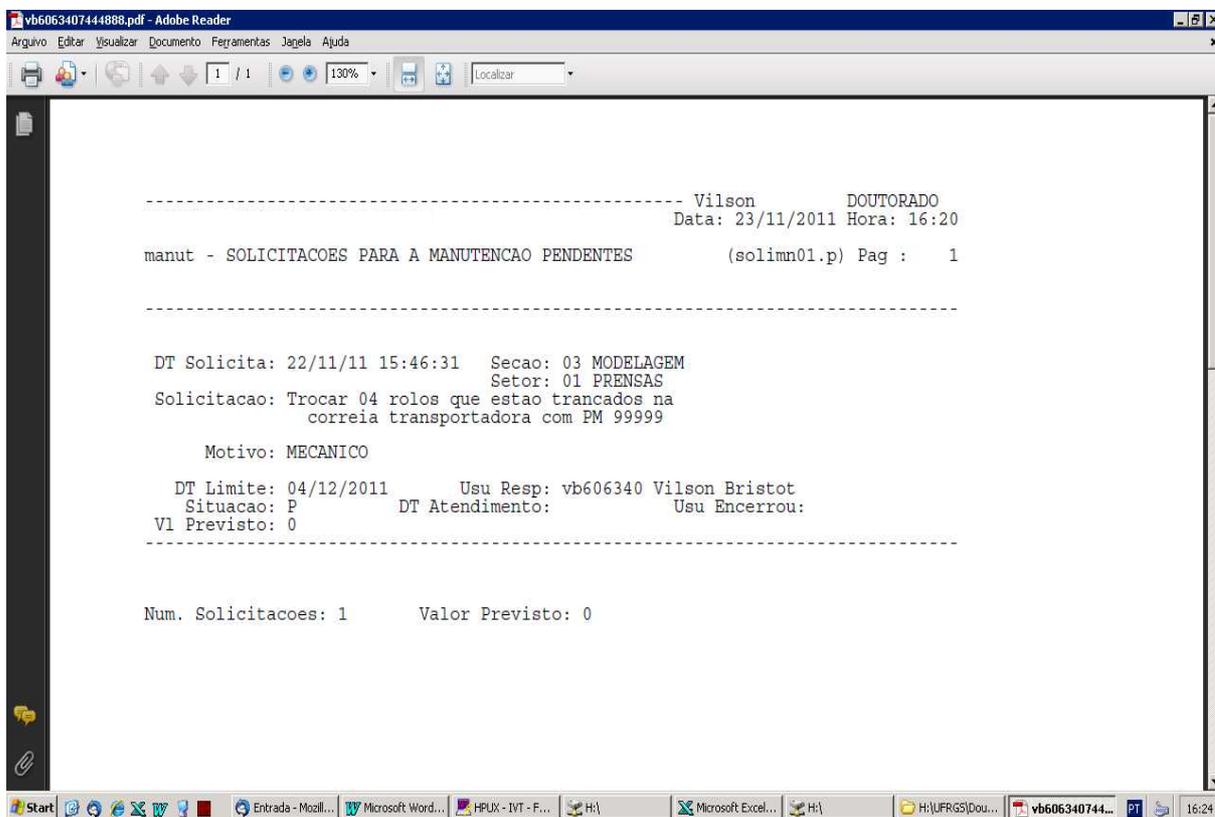


Figura 86 – Relatório com a solicitação pendente do experimento.

Com o relatório de solicitação pendente, será possível que o gestor de manutenção realize, em conjunto com o departamento de produção, uma programação de parada para executar a manutenção pendente. Assim que definidas a data e a hora para essa intervenção, o responsável deverá ser comunicado para que ele realize uma lista de checagem com informações secundárias à pendência principal. Assim, aproveitando a parada do equipamento para a realização de outras benfeitorias, sem aumentar o tempo de parada já estipulada. Na Figura 87, observa-se a lista de checagem secundária para a simulação do experimento.

APLICA?		DESCRIÇÃO ITENS SECUNDÁRIOS	Revisar	Trocar	Limpar	Pintar	Outra	OBSERVAÇÃO
S	N							
		Rolamento e Roldanas guia do carro						
		Manômetros Pressão e Temperatura						
		Bloco Lógico (multiplicação)						
		Bloco de Descida/Subida						
		Bloco de Extração						
		Acumuladores						
		Travessa						
		Trava de Segurança						
		Extrator						
		Corrente do Carro						
		Mangueiras Sistema Hidráulico						
		Elementos Filtrantes						
		Central Hidráulica						
		Amortecedores						
		Trocador de Calor						
		Mangueiras da Captação de Pó						
		Grades de Proteção						
		Vedação do Fosso						
		Caixa Acústica da Centralina						
		Estrutura						
		Cilindro do Braço Móvel						
		Roldanas Braço Móvel						
		Correias Sincronizadas						
		Polias Sincronizadas						
		Revestimentos dos Rolos						
		Bucha de Tração dos Rolos						
		Correia das Escovas						
		Correias e Polias do virador						
		Acionamentos (motoresdutores)						
		Correias do Bancalino						
		Polias e Eixos						
		Mancais e Eixos						
		Sistema Pneumático						

Wilson - UFRGS - DOUTORADO

DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO

LdTM

LISTA DE CHECAGEM

RESPONSÁVEL: Wilson Bristot

SETOR: PRENSA

Descrição Principal da Pendência  
Trocar 04 rolos que estão trancados na correia transportadora com PM 99999

Data limite para realização: 04/12/11

Figura 87 – Simulação de lista de checagem secundária para a solicitação pendente.

Realizada a manutenção referente à pendência apresentada, a mesma deverá ser encerrada. Tal operação deverá ser efetuada, como se pode ver, na Figura 88, onde realiza-se o encerramento da solicitação pendente de manutenção de rotina do experimento.

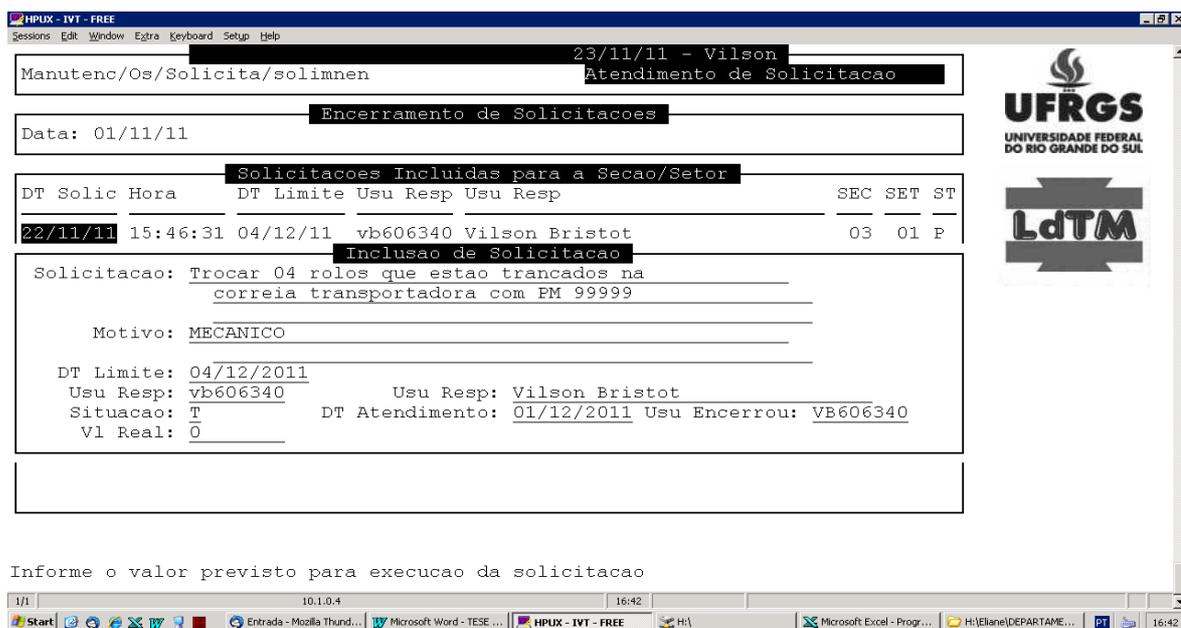


Figura 88 – Encerramento da solicitação pendente do experimento simulado.

No encerramento, deverão, obrigatoriamente, ser informadas a data da realização de reparo, assim como a situação de solicitação terminada, pois, sempre que houver necessidade de consulta com os históricos das pendências concluídas, o gestor poderá realizá-lo via da tela de consultas de pendências atendidas. Na Figura 89, constata-se a consulta da realização do atendimento para a solicitação da condição simulada.

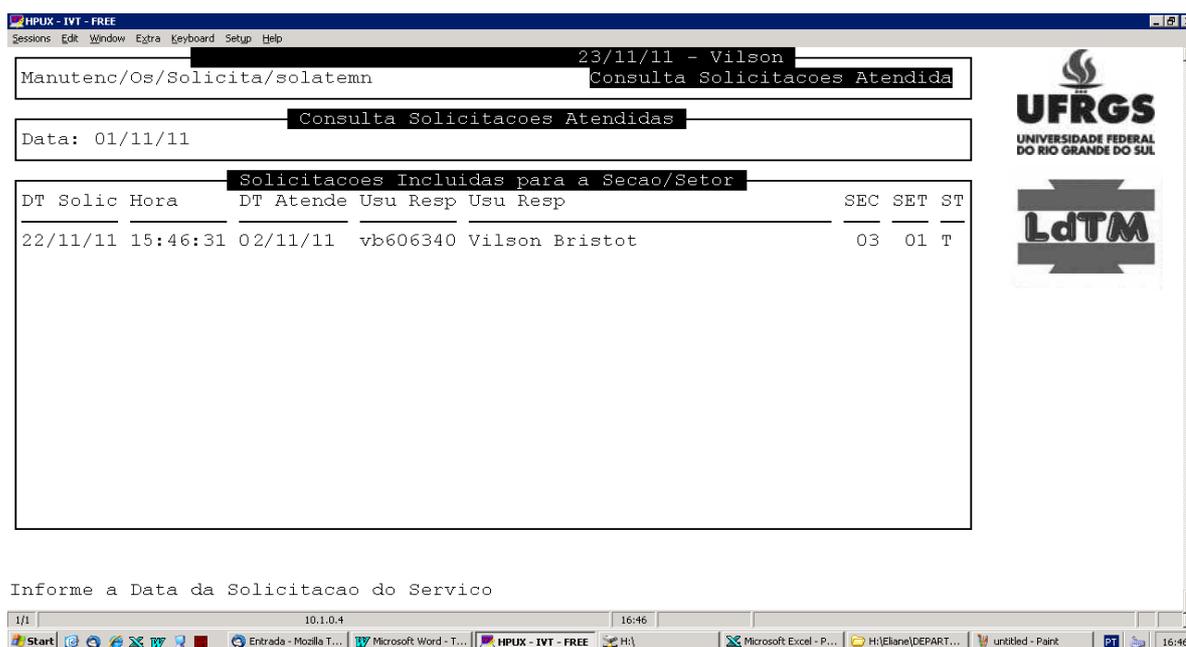


Figura 89 – Tela de consulta da solicitação atendida para o experimento.

## **6. CAPÍTULO 06 – RESULTADOS E DISCUSSÕES DA SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL COM A APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO**

### **6.1 Planejador e controlador de manutenção**

Com o experimento realizado, fica evidente a necessidade de um planejador e controlador de manutenção como parte estratégica do funcionamento da gestão proposta pelo modelo, pois, como foi visto na simulação experimental, o sistema desenvolvido é totalmente dependente da entrada de dados para que ocorra o seu pleno funcionamento. Cita-se isto porque, atualmente, dentro das empresas deste ramo de atividade, não é comum encontrarem-se profissionais que atuam com essa atividade e isso se deve ao fato das empresas observarem o PCM como uma função não executante.

### **6.2 Cadastro de equipamentos**

Apesar de parecer um procedimento muito simples de ser realizado, o cadastro do equipamento requer uma habilidade muito grande, seja na identificação (emplacamento) ou no levantamento de dados das máquinas. Para isto, as pessoas que irão realizar este procedimento deverão estar bastante treinadas para que não haja erros de capturação e de lançamento de dados, no sistema desenvolvido. Na simulação experimental para o cadastro dos equipamentos, foi constatado que os dados destes lançamentos servirão de ponto de referência para outras situações de manutenção, mencionando como exemplo a manutenção de rotina que, para o mecânico identificar em qual equipamento ele deveria realizar o procedimento, a identificação ocorreu por meio do número da placa de manutenção. Para isso, a placa de identificação deverá estar sempre num local de fácil visualização de todos.

### **6.3 Ordem de serviço de terceiros**

A ordem de serviço de terceiros será a ferramenta para controle de todos os serviços realizados por empresas terceirizadas, seja interna ou externamente à

contratante. Foi possível observar, no procedimento experimental, que, a partir da abertura da OST para um determinado fornecedor, é gerada, automaticamente, uma numeração que servirá de identidade para determinado trabalho a ser executado. Também, quando ocorrer a saída de equipamentos das dependências da empresa, uma autorização de saída de equipamentos, bem como um comprovante de recebimento pela empresa terceirizada farão parte deste documento. Peças substituídas, nos equipamentos, assim como o valor do trabalho realizado para a execução, também mostraram ser importantes para os dados históricos de cada equipamento.

#### **6.4 Cartão de manutenção e relatórios com parada de equipamentos e produção**

O cartão de manutenção foi a forma mais simples e eficiente que se encontrou para retirar os dados do dia-a-dia de trabalho de todas as pessoas do quadro de manutenção, por se tratarem de empresas com processo contínuo de produção, onde o gestor não tem condição nenhuma de fazer o acompanhamento *in loco* de todos os trabalhos. Então, este cartão fará com que o gestor verifique o que cada colaborador realizou durante a sua jornada de trabalho, sejam informações como paradas de equipamentos e produção por motivo de manutenções corretivas, ou por peças trocadas nos equipamentos.

Após esses dados serem lançados no sistema por meio da função do PCM, o gestor poderá retirar, a qualquer momento, dados fidedignos do que está ocorrendo na manutenção gerenciada por ele. Será a partir destes mesmos dados que deverá ser abordada a necessidade de uma manutenção programada, pois a montagem dos roteiros de manutenção terá como base os dados do que acontece no cotidiano do processo produtivo.

#### **6.5 Requisições de compras**

O procedimento de compra eletrônica utilizada no experimento, onde todo o processo é realizado eletronicamente, não é nenhuma grande novidade, porém, os disponíveis no mercado nem sempre satisfazem as reais necessidades da empresa.

Por isso é que este foi desenvolvido, como foi visto, no decorrer do trabalho. Ainda, pode-se dizer que a metodologia utilizada pela empresa em estudo não combina nenhum pouco com a realidade atual, onde a agilidade é premissa fundamental em qualquer situação.

Outra necessidade importante foi incluir, nesta nova ferramenta, a indexação de desenhos, quando há necessidade de fabricação de peças, principalmente, usinada. Desta forma, além de agilidade no processo de compras, o departamento de manutenção possuirá, a partir da realização de um desenho, um arquivo de todas as peças que serão fabricadas e enviadas para compras, não necessitando mais de paradas de máquinas para ter a peça como amostra. A redução de custo e uma maior qualidade de peças de reposição deverão ser notórias, após alguns meses de utilização desta nova ferramenta.

## **6.6 Planejamento orçamentário**

Outra necessidade que deverá ser adotada com o implemento do modelo, será a revisão orçamentária que deve acontecer dentro de um período a ser estabelecido pela alta direção. Como visto na simulação, só poderá ser aprovada a compra de um produto ou serviço a partir do momento em que haja saldo disponível no orçamento realizado para o determinado mês. Isso não quer dizer que, atualmente, não exista um orçamento. Ele existe, contudo, verificam-se, em várias ocasiões, quais notas fiscais de produtos ou serviços já adquiridos são “engavetadas” e deixadas para serem lançadas no mês seguinte, pois, no mês atual, o orçamento chegou ao seu limite com gastos.

Com a metodologia desenvolvida, a compra somente concretizar-se-á, com a emissão de um número de pedido ao fornecedor e, a partir deste, o saldo do empenho orçamentário será reduzido até que o gestor não consiga mais fazer a liberação de pedidos aos fornecedores, conseqüentemente, não gastando mais que o orçado.

## **7. CAPÍTULO 07 – IMPLEMENTAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO EM INDÚSTRIAS DE CONFORMAÇÃO DE PLACAS DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

### **7.1 O panorama do departamento de manutenção da empresa em estudo**

A necessidade de volume de produção nos últimos tempos da empresa em estudo tornava a disponibilidade das máquinas vital para o atendimento dos pedidos do mercado. Os equipamentos praticamente não podiam parar. A manutenção do tipo corretiva tinha que ser reduzida ao máximo. E foi assim, nesse período de necessidade produtiva, que foram implantadas as técnicas abordadas neste trabalho.

A fábrica produzia 24 horas por dia durante os 7 dias da semana. No caso de feriados, a mesma adotava o regime de horas extras, e não parava de produzir independentemente da situação de horário. A empresa maximizava o emprego dos seus ativos (equipamentos), trabalhando sobre o limite de sua capacidade instalada.

#### **7.1.1 Os problemas detectados no departamento**

O departamento de manutenção da unidade ofertava grandes oportunidades para melhorias, em especial a sua organização e gestão. Nos primeiros noventa dias, do princípio de janeiro até ao final do mês de março de 2011, foram basicamente de observância. Neste período procurou-se constatar a estruturação do departamento de manutenção, analisando profundamente todos os controles e rotinas existentes, avaliando todos os recursos materiais que estão a disposição e principalmente conhecendo todas as pessoas envolvidas no processo. Foi de extrema importância ouvir as necessidades e descontentamentos dos clientes internos. Os principais problemas observados serão apresentados a seguir.

### **7.1.2 Carência de documentos no departamento de manutenção**

Todas as instruções e solicitações de trabalho de manutenção eram repassadas verbalmente e aleatoriamente da chefia aos funcionários, e que após os trabalhos realizados, nenhuma anotação era executada para demonstrar a intervenção nas máquinas. Assim, na inexistência de registros, não havia histórico dos equipamentos, era árduo controlar a duração das intervenções, não havia documentos com as causas dos problemas e das soluções executadas, e na maioria das vezes era necessário fazer um inquirição para identificar o executante de um determinado trabalho.

O departamento de manutenção não possuía indicadores próprios, ou seja, informações que trouxessem fatos específicos e que pudesse ajudar e melhorar a gestão do sistema.

### **7.1.3 Privação de uma estratégia de manutenção**

Não existia uma organização documental da manutenção, apesar da dimensão da unidade produtora:

- Mais de 3.000 equipamentos de produção instalados;
- redes de ar comprimido, água, gás e efluentes (barbotina e esmalte);
- instalações de utilidades (moinhos, atomizadores, prensas, secadores, linha de decoração, fornos e classificadeiras);
- redes elétricas e de transmissão de dados; e
- instrumentação (sensores, medidores e controladores de fluxo, de temperatura, de massa, de nível e de posição).

A indisponibilidade média dos equipamentos devido a manutenções, calculado pelo departamento de engenharia, era de 8,6 %, considerando o intervalo

de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 e 8,9% no intervalo de janeiro de 2011 a dezembro de 2011. Este índice era medido pelo setor de engenharia industrial. A determinação era feita a partir dos registros do caderno de produção, computando-se os problemas que paravam as máquinas. A figura 90 mostra o gráfico com a indisponibilidade mensal dos equipamentos considerando a manutenção no ano de 2011.

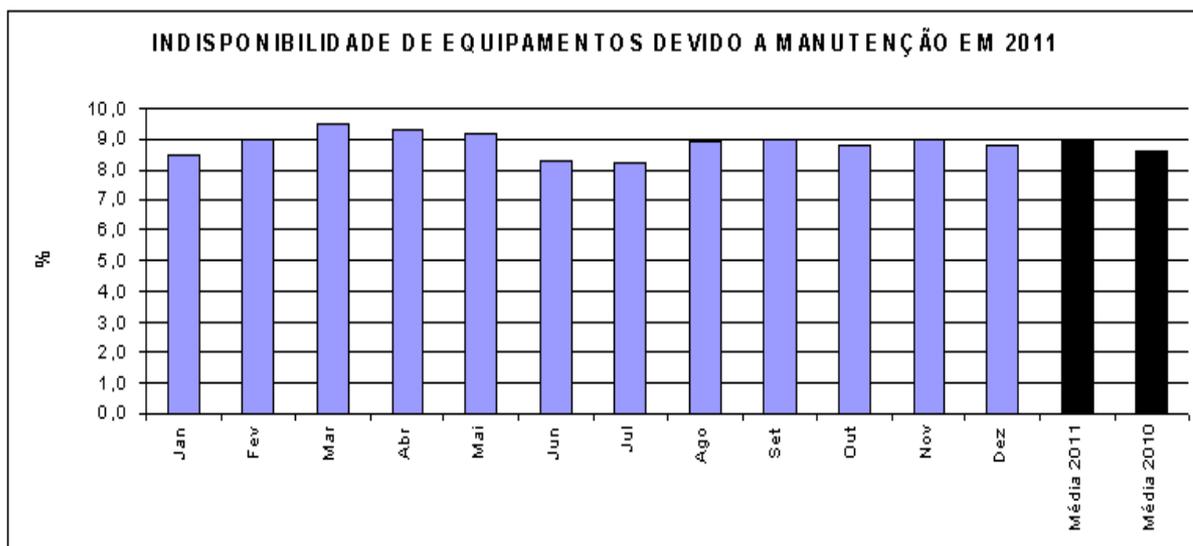


Figura 90 – Gráfico de acompanhamento da indisponibilidade devido a manutenção em 2011.

As interrupções nos equipamentos durante o processo produtivo oscilavam de um período para outro, caracterizando uma situação onde não existe domínio, típico de um sistema que não possui um plano de gestão de manutenção.

Existiam algumas listas de inspeção que eram realizadas em determinados equipamentos mais críticos da produção, mas embora esta fosse uma boa iniciativa, a mesma não era suficiente frente à complexidade do problema que precisava ser enfrentado.

Outro dado importante que foi levantado no estudo, e que pode ser verificado na figura 91, é que a média do custo total de manutenção sobre o faturamento bruto da unidade produtora era de 7,9% no intervalo de janeiro de 2010 a dezembro de 2010 e 7,7% no intervalo de janeiro de 2011 a dezembro de 2011, sendo estes valores considerados altos quando relacionados aos dados apresentados pela pesquisa ABRAMAN (2009 a 2011), onde os mesmos se mostravam em torno de 4%.

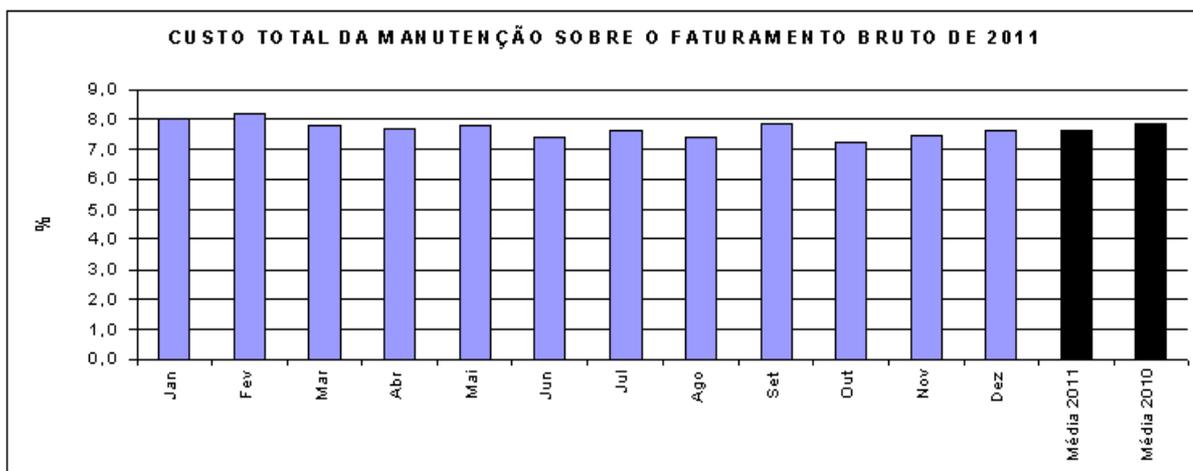


Figura 91 – Gráfico de acompanhamento do custo total da manutenção sobre o faturamento bruto em 2011.

#### 7.1.4 Limitação do funcionamento prático da oficina central

A estrutura física da oficina dificultava em muito a boa conservação do ambiente de trabalho, pois não existia uma separação das várias especialidades com a manutenção geral de fábrica. Aconteciam muitas interferências entre os trabalhos e era complicado manter a limpeza do local.

Nesta oficina não existia uma área específica onde o coordenador de manutenção pudesse trabalhar e reunir-se com todo o pessoal da manutenção para a realização das reuniões de planejamento das atividades. O coordenador de manutenção ficava restrito a uma mesa de trabalho localizada no escritório central, sendo este local bem distante da oficina de manutenção.

#### 7.1.5 Controle de compras e de estoque deficientes

Para as compras de materiais de manutenção, não existia nenhum tipo de sistema de controle, gerando assim grandes dificuldades para saber para que trabalho um determinado produto foi adquirido. Na maioria das vezes, os produtos eram empenhados em outras obras diferente daquela solicitada, permanecendo pendente aquela que motivou a aquisição. Em outras situações, o produto chegava, mais não era empregado, pois o trabalho já havia sido executado com outros recursos. Em razão disso e ter uma aplicação de espírito de comprar quantidades

além do necessário, os estoques paralelos chamados de "estoque de gaveta" cresciam excessivamente.

A retirada de sobressalentes de manutenção do estoque do almoxarifado eram realizadas através de uma requisição de material padronizada, onde nesta, fazia-se necessário a assinatura de aprovação de uma pessoa com autorização para tal procedimento (supervisor e/ou coordenador). Desta forma, ao aprovarem esta requisição, os gestores de manutenção sabiam em que trabalho seria aplicado os materiais requeridos. Exteriormente ao horário comercial, não era realizado a requisição de material no momento da retirada dos mesmos, ficando para realizar esta operação no momento em que o almoxarife estivesse presente, utilizando apenas o bom senso baseado na confiança do requisitante. O procedimento era de buscar a chave do almoxarifado na portataria central com o vigilante de plantão e registrar com uma assinatura no caderno de controle de ocorrências. Este tipo de situação vinha contribuindo em grande escala para a desigualdade do estoque físico para o contábil como também causava extenso impacto no custo de produtivo da empresa.

#### **7.1.6 Conglobamento dos problemas apresentados**

Em síntese, o estudo do departamento de manutenção da empresa manifestou os seguintes problemas principais:

- Falta de uma estratégia de gestão de manutenção;
- ausência de documentação dos trabalhos de manutenção (interna e externa);
- plano de trabalho de manutenção deficiente;
- privação de um programa informatizado para gerir os dados de manutenção;
- carência de indicadores de desempenho do setor;
- inexistência de uma liderança nas equipes de trabalho de turno;

- funcionalidade limitada da oficina de manutenção; e
- controle deficitário de compras e gastos.

## **7.2 Modificações realizadas no departamento de manutenção da empresa em estudo**

O implemento das mudanças no departamento de manutenção da empresa em estudo objetivaram resolver os problemas existentes, segundo a diagnose exposta. O modelo de gestão de manutenção proposta nesta tese foi realizada no decurso de *benchmarking* de outras empresas, busca bibliográfica, e principalmente da experiência e nas opiniões da própria equipe de manutenção e produção. Assim, o modelo desenvolvido foi introduzido aos poucos, em consequência da busca em diversas fontes e da experimentação realizada com cada ferramenta desenvolvida.

As visitas e a troca de informações com outras empresas (nacionais e internacionais), independentemente do processo produtivo, foram proveitosas pelos resultados práticos alcançados: foram apurados exemplos de documentação utilizado para gerenciamento de atividades, conhecidos os indicadores de cumprimento de obrigações, modelos de relatórios, observado distintos planos de manutenção e também programas informatizados de manutenção. A transmissão de conhecimentos sobre tentativas com insucessos e outras bem sucedidas, foi muito enriquecedora.

As alterações deliberadas necessárias para tornar superior a atuação do departamento eram debatidas antecipadamente com o coordenador e posteriormente submetido à apreciação de todo o grupo de manutenção em vários encontros. Nestes encontros, que tinham uma duração de uma hora, eram realizadas com os grupos de trabalho de todos os turnos e possuía como alvo a garantia que as informações chegassem para todos com o mesmo formato. A transmissão era de dois caminhos, pois a participação atuante das pessoas expondo e propondo idéias era estimulada. Com isso, procurava-se alcançar o comprometimento de todos para a aplicação do modelo.

As medidas tomadas como critérios são apresentados na seqüência.

### **7.2.1 Formação de encarregados de turnos para fortalecer a manutenção**

A primeira iniciativa foi a formação da função "encarregado de manutenção" para cada turno e área de trabalho, onde estes se responsabilizariam por todo o grupo de manutenção do seu horário de trabalho.

Estes novos encarregados tiveram independência total no seu horário de trabalho com aval do coordenador de manutenção, em especial fora do horário comercial. Esta ocupação de fato, foi de apoio fundamental para que os mesmos tomassem decisões sem auxílio, tomando para si responsabilidades e riscos, resguardando o envolvimento do supervisor e coordenador somente quando necessário.

Os encarregados respondiam num arranjo hierárquico ao supervisor, e isso criou pequena relutância até ser inteiramente absolvida e entendida por todos. Houve a necessidade de doutrinar o supervisor de manutenção para não intervir de imediato nos grupos subordinados dos encarregados, mas sim, em somente repassar os deveres que os mesmos deveriam orientar em seu grupo. A função do supervisor ficou voltada à subordinar diretamente à equipe que permaneceu na oficina de manutenção, que exercia suas atividades no horário comercial.

Os grupos de turnos dos setores eram compostos por pessoas com grande conhecimento na manutenção dos maquinários onde atuavam com predileção.

Todos do grupo de manutenção eram funcionários da empresa. Quando havia aumento na demanda de trabalhos, o grupo era reforçado por funcionários de empresas terceirizadas.

Pela criação da nova função (encarregado), fez-se necessário uma criteriosa avaliação para a elaboração de treinamento relativo para cada funcionário. Desenvolvimento da qualidade hábil para liderança assim como trabalhos específicos das atividades de manutenção de uma indústria cerâmica, foram as relevâncias enfocadas como treinamento.

### **7.2.2 Desenvolvimento da função de planejador e controlador de manutenção**

O setor de planejamento e controle da manutenção (PCM) foi desenvolvido para aperfeiçoar a organização do setor de manutenção e, em consequência, o seu

desempenho. A sua posição na cadeia hierárquica era de órgão de *staff* do coordenador de manutenção.

O setor de planejamento e controle da manutenção teria basicamente as seguintes atribuições:

- Implementar e utilizar o programa de manutenção criado;
- executar operacionalmente o plano de manutenção desenvolvido no modelo;
- produzir as informações através de relatórios com os indicadores de desempenho para medir o trabalho do setor de manutenção;
- elaborar os desenhos em forma digital das peças a serem adquiridas para reposição;
- fazer o controle de custos; e
- elaborar planejamento orçamentário anual.

### **7.2.3 Aplicação do plano de manutenção do modelo**

O planejamento do departamento de manutenção era prioritário, pois as intervenções nos equipamentos da produção aconteciam com frequência e precisavam reduzir energicamente e rápido.

Inicialmente foi realizado o cadastro de todos os equipamentos para o levantamento dos históricos com as ocorrências de manutenção da fábrica através das anotações realizadas no cartão de manutenção. Após isso, a meta era que os equipamentos precisavam ser vistoriados, com predileção de ser durante a operação de trabalho, evitando reduzir a disponibilidade, com uma repetição apropriada para permitir a identificação de deformidades, antecedendo algum tipo de enguiço.

As vistorias seriam realizadas segundo um roteiro definido pelo PCM. Os intervalos de inspeção foram determinados, num primeiro momento, a partir da

súmula de acontecimento dos equipamentos. Após realizada algumas vistorias, era executado nova análise dos roteiros e um ajuste mais delicado se necessário.

O objetivo era aumentar a disponibilidade das máquinas, evitando a parada de produção dos equipamentos.

O planejamento orçamentário para o ano de 2012 para os gastos de todo o departamento de manutenção também foi realizado, sendo este totalmente informatizado e com acompanhamento *on-line* de despesas pelo coordenador de manutenção.

O período de implemento e da obtenção dos resultados do modelo proposto, foi de janeiro à maio de 2012.

## 8. CAPÍTULO 08 – RESULTADOS OBTIDOS

### 8.1 Resultados

As ações empreendidas para responder aos problemas diagnosticados no trabalho de pesquisa trouxeram efetivamente resultados positivos. Os principais resultados são apresentados na seqüência.

### 8.2 Resultados numéricos

Com a implementação do modelo na empresa em estudo no período de janeiro a maio de 2012, foi possível reduzir de 8,9% para 7,5% a média da indisponibilidade de equipamentos devido a manutenção, quando relacionado ao ano de 2011. Na figura 92 podemos verificar o acompanhamento mensal e as médias dos anos de 2010, 2011 e 2012 deste indicador. Neste gráfico é possível notar que a cada mês o valor da indisponibilidade devido a manutenção de equipamentos vem caindo, devendo este fato estar diretamente relacionado com as ações implementadas com o modelo proposto.

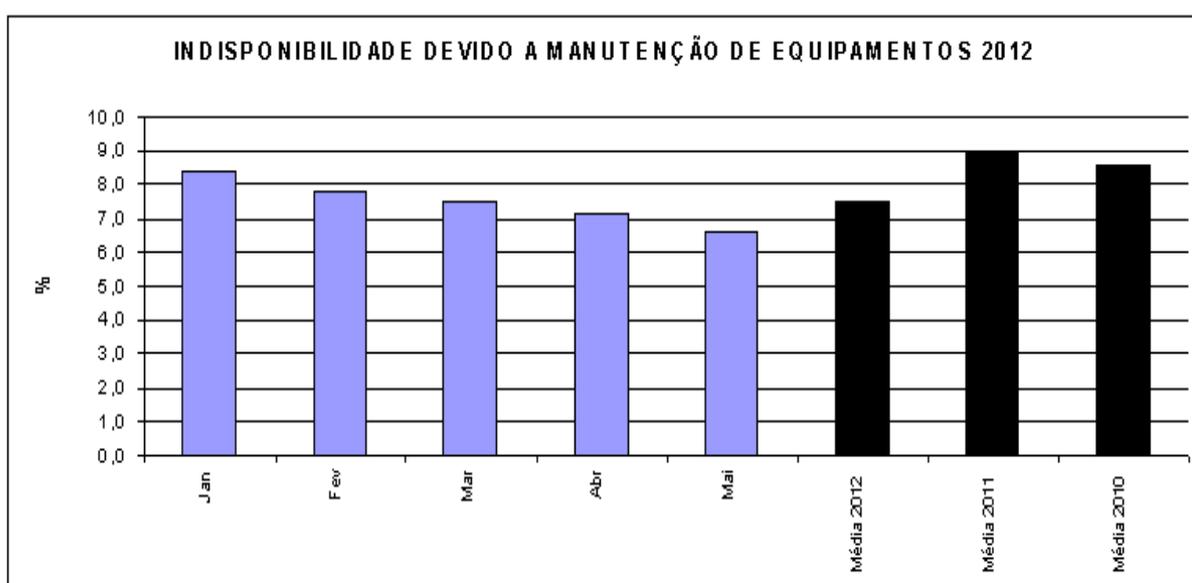


Figura 92 – Gráfico de acompanhamento mensal da indisponibilidade devido a manutenção em 2012.

Com a maior disponibilidade dos equipamentos para o processo produtivo, automaticamente o volume produtivo teve seu patamar elevado, sendo que para o período de janeiro a maio de 2012, obteve-se um aumento de aproximadamente 1,9% quando comparado a média do ano anterior. Na figura 93 abaixo, podemos verificar a evolução mensal da produção.



Figura 93 – Gráfico da evolução produtiva no ano de 2012.

Outro indicador numérico onde se obteve ótimos resultados após o implemento do modelo, foi a redução do custo total da manutenção sobre o faturamento bruto da fábrica, onde no ano de 2011 tínhamos uma média mensal de 7,7%, e que de janeiro a maio de 2012 alcançou uma média mensal 6,9%. Na figura 94 temos o gráfico de acompanhamento mensal de 2012 e a média dos anos de 2010, 2011 e 2012 respectivamente.

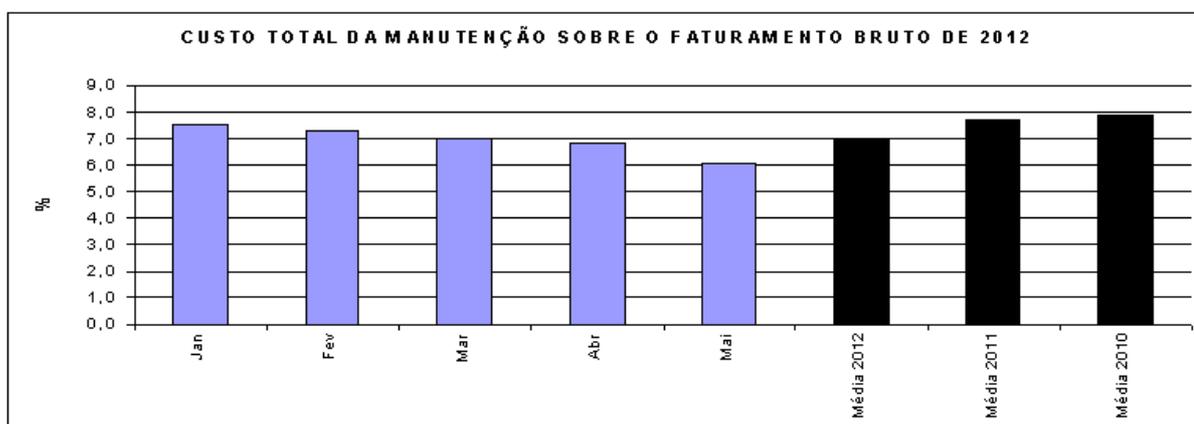


Figura 94 – Gráfico de acompanhamento mensal do custo total da manutenção sobre o faturamento bruto em 2012.

### **8.3 Resultado qualitativo**

Além da evolução dos indicadores numéricos, foram observados outros avanços, que podem ser expostos apenas qualitativamente. Entre eles citamos:

- Progresso na qualidade dos trabalhos realizados pela manutenção;
- evolução no atendimento aos clientes internos;
- elevação da qualidade no planejamento das tarefas e no uso dos recursos;
- sólida disponibilidade de informações sobre as atividades da manutenção;
- alto nível de controle dos custos em relação ao orçamento de manutenção; e
- mais robustez do setor de manutenção e reconhecimento da empresa.

### **8.4 Resultados com os encarregados de turnos**

Com a inserção dos encarregados de turnos, os principais resultados obtidos foram:

- A equipe de manutenção passou a ter uma liderança central e em tempo integral, dando mais segurança e tranquilidade a equipe de produção;
- acabou o conceito de reação e comodidade de que a equipe que trabalha à noite e nos finais de semana fazia um plantão. As equipes dos turnos, em qualquer horário que estivessem atuando, passaram a realizar diversas tarefas distribuídas e acompanhadas pelos encarregados, não ficando estritamente ligados ao atendimento das emergências da produção;
- ao invés do próprio supervisor estar envolvido na execução dos trabalhos, o mesmo passou a dedicar mais tempo para o planejamento das atividades de manutenção;

- os encarregados puderam fazer o acompanhamento de todos os trabalhos, melhorando a qualidade, deixando melhores registros e aumentando a agilidade da efetuação;
- liderado pelos encarregados, as equipes de cada turno se tornaram sólidas como um time de verdade; e
- houve uma redução de 7 % das horas extras.

### **8.5 Resultados com o desenvolvimento da função de planejador e controlador de manutenção**

Em virtude desta nova função, os seguintes problemas foram observados ao longo do tempo:

- Confusão de responsabilidades entre o setor de planejamento e controle de manutenção (PCM) com o supervisor;
- no princípio houve incomodação e resistência por parte supervisor em função da independência do PCM, que era *staff* ligado diretamente à coordenação de manutenção;
- por não possuir grande habilidade de informática, o supervisor sentiu-se ameaçado a medida que os controles informatizados de manutenção foram sendo inseridos;
- PCM era um profissional com uma formação técnica muito boa e de pouca idade, enquanto os supervisores possuíam muita experiência prática e pouca formação teórica.

As responsabilidades ficaram divididas de forma clara, deixando para o supervisor as atividades do dia a dia (atendimento no chão de fábrica), enquanto que as atividades de programação e controle ficaram com o PCM (medições de

performance, divulgação dos indicadores e relatórios, controle de custos e pelo gerenciamento da manutenção de rotina).

Apesar dos problemas apresentados no início, os trabalhos do PCM foram muito produtivos. Foi neste período, que foi implantado o programa informatizado e o plano de manutenção de rotina desenvolvido no modelo.

## **8.6 Resultados com o plano de manutenção de rotina**

Com o a manutenção de rotina, buscou-se aprofundar o estudo para determinação dos melhores intervalos para inspeção dos equipamentos, empregando uma metodologia de confiabilidade. Basicamente, os resultados alcançados com esta iniciativa foram:

- Otimizado o número de inspeção (visitas) nos equipamentos, sem demasia nem ausências;
- partilhamento dos recursos de pessoal na exata medida das necessidades para o cumprimento da manutenção de rotina de cada equipamento;
- aumento da produtividade como consequência direta do aumento na disponibilidade dos equipamentos de fábrica, conseguida pelos trabalhos de melhorias executados pelo setor de manutenção; e
- houve o aumento da auto-estima de todos os profissionais do setor de manutenção, e os mesmos também passaram a ser mais respeitados na fábrica.

## 9. CONCLUSÕES

Dentro dos itens propostos, desde o início do trabalho, sendo o mais relevante a identificação dos fatores necessários e suficientes para a construção de um modelo que fornecesse uma ferramenta de análise estruturada para que desse apoio à gestão da manutenção nas indústrias de conformação de placas cerâmicas, identificando as dificuldades atuais devido à falta de uma gestão e controle de manutenção, concluiu-se que, após a implementação do modelo por meio de um estudo de caso aplicado em uma unidade produtora, conforme mostrado nos capítulos 7 e 8, os resultados obtidos foram muito satisfatórios. O modelo mostrou-se versátil pelo fato de que, por se tratar de um sistema de gestão, pode facilmente ser adaptado para a implementação, no setor de manutenção de qualquer ramo de atividade.

A aplicação do plano de manutenção de rotina teve influência decisiva para a ampliação da disponibilidade dos equipamentos, no processo produtivo, tornando menor o tempo perdido de produção por intervenções de manutenção, reduzindo o custo dessa pelo faturamento bruto e incrementado o volume produtivo da unidade estudada. Outros êxitos favoráveis averiguados foram a aplicação de um programa informatizado para auxiliar no gerenciamento da manutenção, a melhoria do atendimento aos clientes internos, a construção de uma base de dados com os históricos dos equipamentos, o desenvolvimento de um arquivo digital com desenhos de peças sobressalentes, o controle eficaz dos custos de manutenção com a implantação do plano orçamentário e com as requisições eletrônica de compras e, finalmente, o acréscimo produtivo do grupo de pessoas da manutenção.

Neste panorama, foi notável a influência da operação de divisão do grupo de manutenção interna em quem efetua o planejamento e o controle das atividades (PCM), bem como, na equipe de realização da manutenção, permanecendo esta direcionada na efetivação com qualidade das tarefas, seguindo uma programação estabelecida.

Finaliza-se comentando a respeito do nível de importância que foi adotar todas as medidas corretivas para a solução dos problemas verificados, no estudo de caso, por meio de pequenas etapas, ao longo da aplicação de todo o modelo. Cada alteração de processo ou, quando uma nova técnica vinha sendo implementada,

estas eram discutidas antecipadamente com todo o grupo de manutenção, em várias assembleias (reuniões), de modo a dar clareza ao novo método e, assim, obter o compromisso de todas as pessoas. Desta forma, com a aplicação em pequenas proporções, mas com fortes alicerces, que o modelo de gestão e controle da manutenção proposto nesta tese foi inteiramente consolidada, na empresa estudada.

## 10. TRABALHOS CORRELATOS A TESE

- Artigo publicado no International Journal of Materials Engineering and Technology (ISSN 0975-0444 ) intitulado “Study of a system for use of predictive maintenance industries in forming of ceramic plates with continuous process of production” (ÍNDIA);
- Artigo publicado no International Review of Mechanical Engineering (IREME) (ISSN 1970 - 8734) intitulado “Development of tooling for hydraulic forming of ceramic spheroids using alumina” (ITÁLIA);
- Artigo publicado na Revista Cerâmica Industrial (ISSN 1413-4608) intitulado “Manutenção preditiva em indústrias de revestimentos cerâmicos” (BRASIL);
- Artigo publicado no International Review of Mechanical Engineering (IREME) (ISSN 1970 - 8734) intitulado “Maintenance based on conditions of machinery and equipment in the ceramic industry” (ITÁLIA);
- Aceite para publicação de artigo na Revista Cerâmica Industrial (ISSN 1137-2729) intitulado “Utilização de nível eletrônico no nivelamento de manutenção dos rolos refratários em fornos cerâmicos” (BRASIL);
- Aceite para publicação de artigo na Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica (ISSN 1413-4608) intitulado “Estudo para utilização de prensagem uniaxial de ação simples para compactação de corpos moedores utilizada na indústria de placas de revestimentos cerâmicos” (ARGENTINA);
- Aceite para publicação de artigo na Revista CFI. Ceramic Forum International (ISSN 0173-9913) intitulado “Use of a precision electronic level to even out porcelain rollers in linings of ceramic industry kilns” (ALEMANHA);
- Orientação para o desenvolvimento de TCC do aluno João Luis B. Mangili do curso de Engenharia Mecânica, sobre o tema: Eficiência energética na indústria

cerâmica: Recuperação de calor dos fumos de combustão dos fornos para um spray-dryer;

- Orientação para o desenvolvimento de TCC do aluno Davison Roussenq Fortunato do curso de Engenharia Mecânica, sobre o tema: Projeto mecânico de um virador de placas de revestimentos cerâmicos;
- Orientação para o desenvolvimento de TCC do aluno Eduardo Bonetti do curso de Engenharia Mecânica, sobre o tema: Projeto mecânico de um alimentador pneumático para linha de decoração cerâmica de terceira queima;
- Orientação para o desenvolvimento de TCC da aluna Márcia Krüger do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, sobre o tema: Planejamento e melhoria nas atividades de manutenção em uma indústria de amidos especiais;
- Orientação para o desenvolvimento de TCC do aluno Rafael Corrêa do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, sobre o tema: Otimização do processo de limpeza das talas das correntes dos secadores verticais de empresas de revestimentos cerâmicos.

## 11. RECOMENDAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com o trabalho aqui desenvolvido, não se deseja exaurir o tema, todavia, que os conhecimentos práticos de detecção de problemas, assim como a gestão de manutenção, estão sempre em busca da excelência.

O estudo e a implementação realizada nesta tese, foi relativo ao segmento de mercado de conformação de placas de revestimentos cerâmicos, entretanto, o sistema de diagnose, bem como a elaboração de um plano de ação poderão ser empregadas, em outros setores e empresas de diferentes ramos de atividade. Para isso, faz-se necessária a realização de adaptações, seguindo a realidade de cada companhia.

Seria de grande consideração, se este trabalho exercesse um dispositivo de partida para investigações dessas atividades, pois o conjunto de métodos expostos em livros abrange um tratado de generalidade, em que se fazem necessárias grandes remodelações e estudos para serem inseridas em unidades produtoras de proporções desiguais e de distintos segmentos.

A sugestão que se oferece para futuros trabalhos, prosseguindo a ação da melhoria contínua, é o implemento da técnica da *Total Productive Maintenance* (TPM) - Manutenção Produtiva Total. Este tipo de manutenção tem a filosofia dirigida ao gerenciamento de perdas, em que todas as pessoas envolvidas no processo, seja direta ou indiretamente, devem obrigatoriamente partilhar desse pensamento. Neste método, faz-se necessária a examinação da situação atual do departamento de manutenção e, após, formular outras bases a partir da renovação e melhoramento dos equipamentos e pessoas de todos os níveis de uma estrutura organizacional. Os departamentos de manutenção e produção devem estar os mais próximos possíveis uns dos outros. Além disso, o trabalho em conjunto, entre essas duas seções, é assinalado como o mais importante elemento para o êxito da TPM.

Por fim, todas as ações propostas a partir desta tese, como verificado no estudo de caso, faz uma preparação muito conveniente ao implemento da Manutenção Produtiva Total.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN; “**Associação Brasileira de Manutenção**”. Disponível em: <http://www.abraman.org.br>. Acessado em março de 2011.

ANFACER; “**Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos**”. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br>. Acessado em Junho de 2011).

ARCURI F. R. "**Manutenção é coisa muito séria**". Revista Mantenimiento Mundial - Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento Nº 5. 2001.

ASSIS, R. **Manutenção centrada na fiabilidade: Economia das decisões**. Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - CB-03 Comitê Brasileiro de Eletricidade / CE 03:056.01 - Comissão de Estudos de Confiabilidade. **Confiabilidade e Mantenabilidade - NBR 5462**. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro, 1994.

BORNIA, A. C. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em Empresas Modernas**. Porto Alegre: Bookman, Ed. Atlas, 2002.

BRANCO F. G.; **Glossário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**, Rio de Janeiro: Abraman, 122p.,1996.

BRANCO F. G.; **Curso de Planejamento e Controle de Manutenção**, Rio de Janeiro: Abraman, 73p., 2003.

BRISTOT, V.M.; “**Máquinas e Equipamentos para Cerâmica**”. 1.ed. Criciúma, Santa Catarina : Editora Luana, 1996.

BURZACCHINI, B. and ZANNINI, P. Digital **ceramic decoration**: development of non-impact inkjet decoration systems, in digital decoration of ceramic tiles. ACIMAC, 2009.

CABRAL, J. S.; **Organização e gestão da manutenção**, Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 1998.

FAYOL, H. **Administração industrial geral**, São Paulo: Atlas, 1990.

CALLIGARO, C.; **Proposta de Fundamentos Habilitadores para a Gestão da Manutenção em Indústrias de Processamento Contínuo Baseada nos Princípios da Manutenção de Classe Mundial**. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção (PPGEP), 2003.

CERQUEIRA NETO, E. P.; **Gestão da qualidade – princípios e métodos**. São Paulo: Pioneira, 1991.

CONWAY, W. E.; **O segredo da qualidade**. São Paulo: Marcos Cobra: Parente & Conway Quality, 1996.

CHIOCHETTA, J.C.; HATAKEYAMA, K.; MARÇAL, R. F. M.; **Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa**. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de novembro de 2004.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é investimento**. Trad. Áurea Weisenberg. 2 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1986.

CROSBY, P. B.; **Qualidade sem lágrimas**. Trad. Áurea Weisenberg. 2 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1992.

DEKKER, R.; SCARF, P.; **On the impact of optimization models in maintenance decision making: the state of the art**. Reliability Engineering and System Safety, 1998.

DEMING, W. E.; **Qualidade: a revolução da administração**. Trad. Clave Comunicações. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

ESPINOSA F.; **Diseño de un Programa Computacional para Evaluar la Gestión de Mantenimiento Basado en la Seguridad de Funcionamiento**. Revista Información Tecnológica Vol.15, N°6, 2004.

FAVARETTO, F.; **Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados do chão de fábrica**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo. 2001.

FERREIRA, LEDA L.; IGUTI, APARECIDA M. **O trabalho dos petroleiros: perigoso, complexo, contínuo e coletivo**. São Paulo: Scritta, 1996.

FUENTES, F. F. E.; **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. Florianópolis - UFSC. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, 2006.

FONSECA, A. **Tecnologia do Processamento Cerâmico**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

FONSECA, C. J. C. da; LOURENÇO, J. T. V; ALLEN, J. D. T. **Terminologia do aprimoramento organizacional**. Qualitymark, Rio de Janeiro: 1997.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**, São Paulo: Harbra, 1997.

GUELBERT, M.; **Estruturação de um sistema de gestão de manutenção em uma empresa do segmento automotivo**. Porto Alegre, UFRGS. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - PPGE, 2004

HARREL, C. R. et al.; **Simulação: otimizando os sistemas**. São Paulo: Belge Engenharia e Sistemas, 2002.

JASINSKI, A.; **Modelo de Planejamento de Manutenção**. Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa; Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Processos de Fabricação Mecânica, 2005.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M.; **Controle da qualidade: qualidade nas diversas regiões geográficas e zonas de influência política**. V. IX. São Paulo: MAKRON Books, 1993, Mc Graw-Hill, 1988.

KARDEC A., NASCIF J.; **Manutenção: Função Estratégica**. Ed. Qualitymark, 2003.

KELLY, A.; **Maintenance planning & control**. London, Boston, Sigapore, Sydney, Toronto, Wellington: Butterworths, 1984.

KINGERY, W. D.; **“La Transición de la Cerámica desde el Ofício Artesanal a la Industria basada em la Ciência”**. V Congresso Mundial de la Calidad de Azulejo y del Pavimento Ceramico, (Mar.: Castellón, España). Anais Qualicer), 2008.

LEANDRO, M. J.; GRZESZESZYN, G.; **Gestão de custo indireto - Custos da manutenção industrial**. Revista Eletrônica Lato Sensu - Unicentro, 2008.

LEONE, G. S. G.; **Custos: um enfoque administrativo**. 9.ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1987.

MARTINS, P. G.; LAUGENI F. B.; **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2000.

MATZ, A.; CURRY, O. J.; FRANK, G. W.; **Contabilidade de Custos**. São Paulo: Atlas, 1974.

MIRSHAWKA, Victor. **Manutenção preditiva: caminho para zero defeitos**. São Paulo: Makron, McGraw-Hill, 1991.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N. L.; **Manutenção - combate aos custos da não-eficácia – a vez do Brasil**. São Paulo: MAKRON Books: McGraw-Hill, 1993.

MOUBRAY, J.; **RCM II: Reliability-Centred Maintenance**, Grã-Bretanha, Butterworth-Heinemann, 2ª edição, 1997.

NEGRE, F.; SANCHES E.; “**Avanços no Processamento de Pós Atomizados para a Fabricação de Revestimentos**”. Anais do Science of Whiteware I. Instituto de Tecnologia Cerâmicas; Universidad Jaume I, Castellón, Espanha, 1998.

NEPOMUCENO, L. X.; **Manutenção preditiva em instalações industriais**, São Paulo: E. Blücher Ltda., 1985.

NEPOMUCENO, L. X.; **Técnicas de manutenção preditiva**, Vol.1, São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N.; **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

RAUSAND M.; **Reliability centered maintenance**. Reliability Engineering and System Safety, 1998.

RIBEIRO, M.J.; **Moagem em Moinhos de Bolas; Estudo de Algumas Variáveis e Otimização Energética do Processo**. Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal, 2001.

ROCHA, M. A. F.; et al.; **Otimização das tarefas de manutenção**. 15º Congresso Brasileiro de Manutenção, 2000.

ROSA, E.B.; **Indicadores de Desempenho e sistema ABC: O uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, 2006

SACMI.; “**Catálogo : Essicatoio Verticale Automatico EVA 140**”. Ímola - Italy, 1996.

SACMI.; **“Catálogo Geral: Equipamentos”**. Itália. Disponível em: <http://www.sacmi.com>. Acessado em maio de 2011.

SEELING, M. X.; **Desenvolvimento de um sistema de gestão de manutenção em uma empresa de alimentos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, UFRGS, 2000. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - PPGEF.

SOUZA, R. G. F; **Desenvolvimento do sistema de implantação e gestão da manutenção**. Porto Alegre, UFRGS. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - PPGEF, 1999.

SOUZA, V. C.; **A universidade corporativa e o treinamento industrial a distância para profissionais de manutenção**. Tese de Doutorado – Universidade Metodista de São Paulo. Faculdade de Comunicação Multimídia. Curso de Pós-Graduação em Comunicação Social. São Bernardo do Campo, 2003.

SPERANCETTA, A.; **O impacto da implantação do TPM nos indicadores de manutenção**. Porto Alegre, UFRGS. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - PPGEF, 2005.

SWANSON L.; **Linking maintenance strategies to performance**. Int. J. Production Economics, 2001.

TAVARES, L. A.; **Administração moderna da manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo, 1999.

TEIXEIRA A.; **Multicriteria decision on maintenance: spares and contract planning**. European Journal of Operational Research, 2001.

TONDATO, R.; **Manutenção produtiva total: Estudo de caso na indústria gráfica**. Porto Alegre, UFRGS. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - PPGEF, 2004

TSANG A.; **A strategic approach to managing maintenance performance.** Journal of Quality in Maintenance Engineering. Vol. 4, 1998.

TUBINO, D. F.; **Manual de planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2000.

VERGARA, S. C.; **Projetos e relatórios de pesquisa científica em administração.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

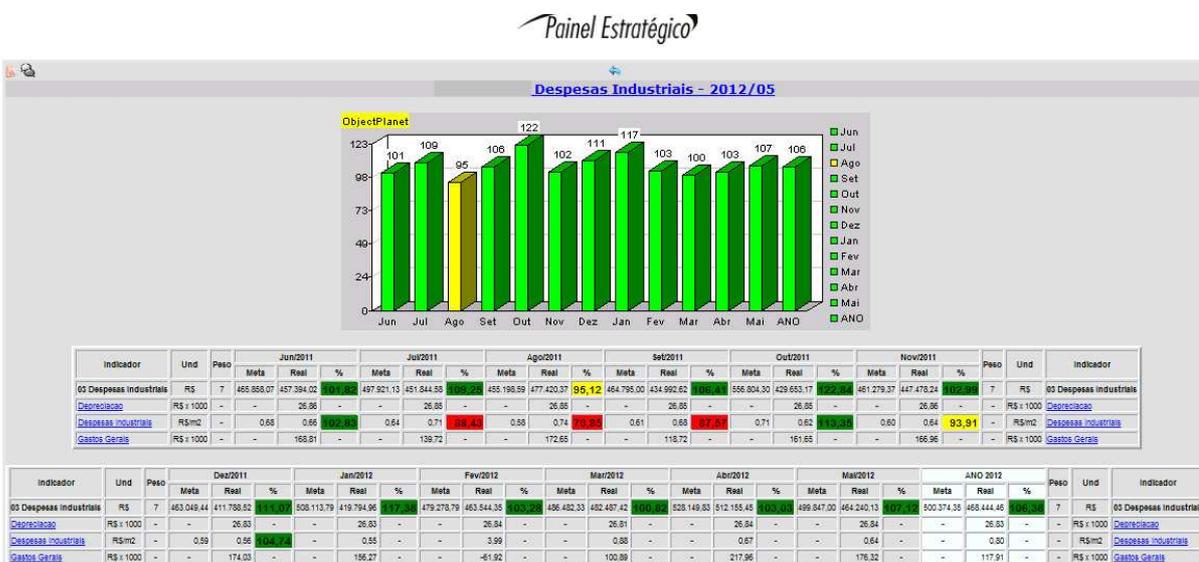
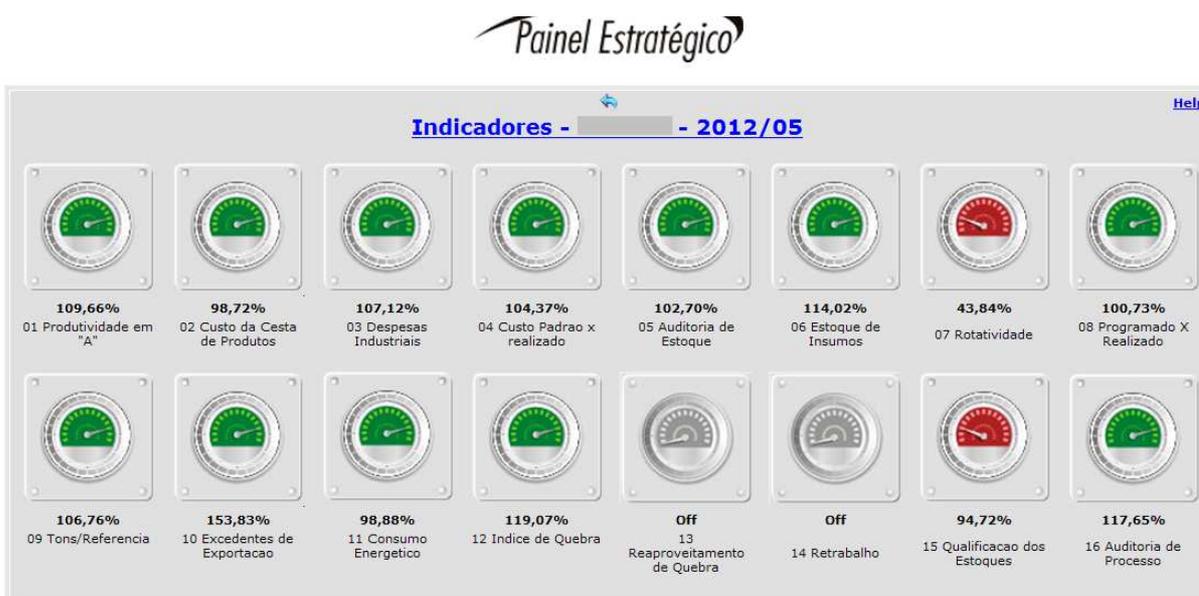
VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e Controle da Manutenção,** Rio de Janeiro, Qualitymark, 2002.

WAEYENBERGH G.; PINTELON L.; **A framework for maintenance concept development.** International Journal of Production Economics, 2002.

XAVIER, J. A. N.; **Manutenção de Classe Mundial.** Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Manutenção. Salvador, setembro/1999.

ANEXO 1

Painel tipo sinaleira e gráfico de barras com dados que foram inseridos no sistema informatizado. A sinaleira chamada Despesas Industriais indica dados referente a gestão de manutenção.



## ANEXO 2

Planilha para gerenciamento matricial de despesas de manutenção para visualização *on-line* no sistema desenvolvido.



Ano/Mês inicial:	2012	/	05	Atualizar
Ano/Mês final:	2012	/	05	

<b>GMD</b>	Coordenador Manutencao			Gerente Engenharia			Total do Pacote			<b>GMD</b>
	Orçado	Realizado	Desvio	Orçado	Realizado	Desvio	Orçado	Realizado	Desvio	
Manutencao (21)										Manutencao (21)
(434) Despesas de Manutencao	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	Despesas de Manutencao (434)
(477) Materiais Permanentes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Materiais Permanentes (477)
(507) Material Refratario	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Material Refratario (507)
(515) Serv.Terceiros - Pessoa Juridica	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00	Serv.Terceiros - Pessoa Juridica (515)
(841) Serv. de terceiros pessoa fisica - RPA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Serv. de terceiros pessoa fisica - RPA (841)
(1074) Combustiveis e Lubrificantes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Combustiveis e Lubrificantes (1074)
(1104) Despesas de Oficina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Despesas de Oficina (1104)
(1244) Frete Cif	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frete Cif (1244)
(1708) Servicos Contratados-MO	0,00	0,00	0,00	250,00	0,00	250,00	250,00	0,00	250,00	Servicos Contratados-MO (1708)
(2186) Serv.Terceiros/Contratados - Pessoa Fisica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Serv.Terceiros/Contratados - Pessoa Fisica (2186)
(2380) Servicos Terceiros - Matrizaria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servicos Terceiros - Matrizaria (2380)
(2462) Frete CIF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Frete CIF (2462)
(2473) Desp.Manutencao-Proj.Eficiencia Energetica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Desp.Manutencao-Proj.Eficiencia Energetica (2473)
<b>Total das Entidades</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>450,00</b>	<b>0,00</b>	<b>450,00</b>	<b>450,00</b>	<b>0,00</b>	<b>450,00</b>	<b>Total das Entidades</b>

## ANEXO 3

Plano de treinamento (RH) do modelo de gestão desenvolvido.

<b>Treinamento</b>	Planejamento, Programação e Controle da Manutenção
<b>Instrutor</b>	Vilson Menegon Bristot
<b>Público alvo</b>	Técnicos; Gestores de Manutenção; Chefes de Departamentos; Supervisores das áreas de Manutenção Mecânica, Elétrica, Planejadores e Programadores de Produção e de Manutenção.
<b>Objetivos</b>	Preparar e treinar o potencial humano da equipe de manutenção para a implantação e implementação de técnicas modernas para planejamento, organização e controle da manutenção visando melhor o aproveitamento de todos os recursos internos e externos, no menor tempo possível.
<b>Carga horária</b>	60 horas
<b>Período</b>	10 meses
<b>Metodologia</b>	O desenvolvimento do curso será fortemente apoiado pelo uso da internet, por meio da distribuição de informações em páginas na <i>web</i> ; terá estudo de caso prático com exercícios; e a comunicação entre os participantes (alunos e professores) será por correio eletrônico.
<b>Recursos</b>	Utilização do sistema desenvolvido (informatizado principalmente)
<b>Ementa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceitos das atividades da manutenção;</li> <li>• Princípios de implantação de Manutenção Preventiva e Preditiva;</li> <li>• Custos na Manutenção;</li> <li>• Conceitos de planejamento e programação - ciclo de manutenção;</li> <li>• Impressos de planejamento e seus fluxos;</li> <li>• Conceitos de grupo de trabalho, estrutura típica da manutenção;</li> <li>• Atividades de suporte ao PCM: Engenharia de Manutenção, suprimentos;</li> <li>• PCM;</li> <li>• Técnica de gestão de materiais;</li> <li>• Trabalhos práticos;</li> <li>• Relatórios Gerenciais de custos;</li> <li>• Formação de histórico dos equipamentos;</li> <li>• Estabelecimento de prioridades para serviços e equipamentos;</li> </ul>
<b>Avaliação</b>	Participação com dúvidas, entrega das atividades e estudo de caso.