

Sistemas de Gerenciamento na Manutenção: um Estudo sobre as Ferramentas de Controle Industrial

Herbert Ricardo Garcia Viana (UFRN)
herbertviana@ct.ufrn.br

Ingrid Rebouças de Moura (UFRN)
ingridmoura@ufrn.edu.br



Este artigo contém uma descrição dos fundamentos em torno dos sistemas de gerenciamento da manutenção, focado principalmente nas ferramentas de controle. Os softwares para gestão de manutenção visam estabelecer as atividades e desenvolver os melhores esquemas de manutenção preventiva e corretiva para cada ativo dentro de uma empresa, com a promessa de otimizar os recursos e auxiliar em diferentes níveis na tomada de decisão. A aquisição dessas tecnologias são cada vez mais frequentes, buscando compreender como essas ferramentas têm sido empregadas no Brasil, foram estruturados questionários de pesquisas aplicados a 206 profissionais atuantes da área de Manutenção de diferentes regiões do país. Os resultados mostraram a preferência das indústrias por softwares integrados, mas também apontaram a ausência de qualquer tipo de planejamento e controle em alguns processos de manutenção.

Palavras-chave: Sistemas de controle, softwares de manutenção, ERP, CMMS.

1. Introdução

A partir do crescimento industrial e a competição entre os setores, a função da manutenção ganha espaço, e passa a ser vista como uma alavanca para bons resultados (MEHMETI *et al.*, 2018). O gerenciamento da manutenção, garante não só um fluxo de atividades direcionado, mas também propõe o controle de informação e otimização dos trabalhos preventivos e corretivos dos ativos. Desta forma, observa-se que ao longo do tempo novas metodologias são desenvolvidas, concentrando-se, em sua maioria, no aprimoramento gerencial, organizacional e tecnológico da manutenção (MACCHI; FUMAGALLI, 2013; PINJALA *et al.*, 2006).

Segundo Pinjala *et al.* (2006), a competição entre empresas, normalmente, envolve vantagens relacionadas a custos, qualidade e flexibilidade. Em seu estudo, identificou que as empresas focadas na qualidade do produto, trabalham com políticas de manutenção mais proativas, melhores sistemas de planejamento e controle, e estruturas de manutenção mais descentralizadas. Como nesses casos, uma intensidade muito maior de intervenções de manutenção, são requeridas, os sistemas e programas de gerenciamento podem contribuir para garantir melhores qualidades de produção (SILVESTRI *et al.*, 2020; GARG; DESHMUKH, 2006).

Durante muito tempo o gerenciamento da manutenção foi extremamente negligenciado, até que uma série de fatores passaram a apontar os aspectos positivos, relacionadas ao cuidado com os equipamentos e o aumento do faturamento industrial (PINTELON; GELDERS, 1992). Porém, tanto a escolha do modelo a ser trabalhado como a escolha de qual *software* melhor se adequa as necessidades da organização, podem gerar discussões interessantes sobre quais elementos devem ser levados em consideração na tomada de decisão. Conforme Viana *et al.* (2017), um dos fatores de sucesso para gestão da manutenção, consiste nos sistemas informatizados para o controle das ordens de serviços referentes a ação mantenedora sobre os ativos físicos.

Desta maneira, este artigo busca caracterizar os sistemas de gerenciamento da manutenção e verificar quais tipos de ferramentas têm sido empregadas para controle nas empresas em diferentes regiões do Brasil, e quais vantagens a utilização dessas tecnologias podem apresentar a nível de controle das atividades do setor industrial. O presente trabalho está dividido nesta breve introdução, posteriormente (2) será explanado os fundamentos do gerenciamento da manutenção, os tipos e os sistemas existentes abordados na literatura; o tópico (3) apresenta a metodologia empregada para elaboração e aplicação dos questionários de pesquisa; o (4) trata da análise dos dados e resultados e (5) a apresentação das considerações finais.

2. Referencial teórico

Um sistema de manutenção, envolve diversas funções capazes de desenvolver atividades que garantam a disponibilidade de equipamentos e instalações para atender um processo de produção, de forma a garantir a confiabilidade, segurança e custo adequado (PINTELON; GELDERS, 1992). A seguir abordaremos uma síntese dos fatores relacionados a gestão da manutenção, as diferentes abordagens e como elas influenciam na escolha do sistema de gerenciamento da manutenção.

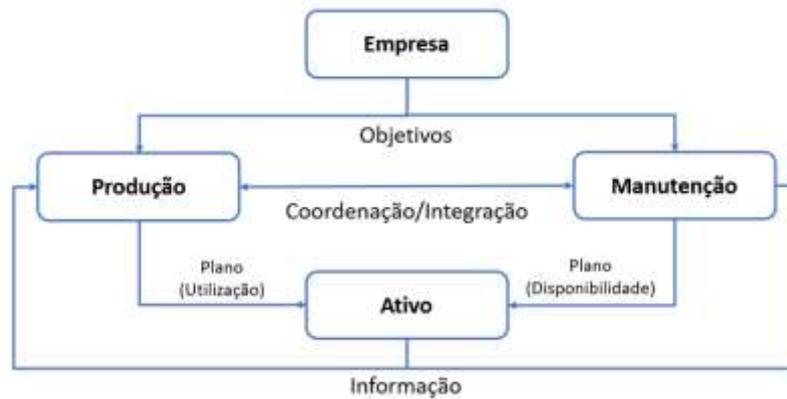
2.1. Gestão da manutenção

De acordo com Mehmeti *et al.* (2018), em qualquer programação, é indispensável o conceito de manutenção de equipamentos, definida por Pintelon e Gelders (1992) como atividades essenciais para restaurar ou manter as condições específicas de determinado equipamento, ou seja, a manutenção é fundamental para garantir o funcionamento de um ativo. As máquinas estão sujeitas a falhas, e com o tempo podem perder sua eficiência e qualidade de produção, prejudicando o andamento e aumentando os custos com a manutenção (MEHMETI *et al.*, 2018). Para Dekker (1996) a manutenção tem quatro objetivos principais: garantir o funcionamento do sistema, fornecer o gerenciamento dos ativos, ser capaz de prover segurança, e promover o bem estar dos funcionários. Pinjala *et al.* (2006) fala do desenvolvimento de tecnologias e filosofias capazes de aprimorar as políticas e a estrutura organizacional das empresas, e Van Rijn (1987) expõe em detalhes os efeitos de uma manutenção bem estruturada dentro de uma indústria:

- Aumento da capacidade de produção, disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos;
- A manutenção como um custo fixo a curto e médio prazo;
- Peças de reposição e serviços externos incluídos no orçamento operacional da manutenção; e
- Garantia de equipamentos seguros para operação e preocupação com a segurança ambiental.

A nível organizacional, a manutenção faz parte de um setor específico dentro de uma empresa, com autonomia na tomada de decisão, orientado tecnicamente para elevar os padrões de produção (PINTELON; GELDERS, 1992). Al - Turki (2011) mostra, através da Figura 1, como a manutenção está ligada com a produção, e como seus sistemas podem se conectar para obter vantagens nos negócios e melhorar as estratégias da corporação.

Figura 1 - Relação entre o setor de produção e manutenção



Fonte: Adaptado de Al - Turki (2011)

Com a mecanização e automação dos processos, passou-se a optar pela redução de funcionários da produção e aumento dos investimentos em equipamentos e estruturas civis, fazendo com que houvesse um acréscimo nos custos e serviços relacionados com a manutenção (DEKKER, 1996). Dentro do contexto da Indústria 4.0, a função manutenção passou não só por uma alteração de sua organização, mas por transformações digitais e tecnológicas de seus paradigmas, de acordo com Silvestri *et al.* (2020), as políticas de manutenção concentram-se em desenvolver programas de manutenção preventiva e proativa, que integram como ferramentas de apoio, os sistemas ciberfísicos, e a internet das coisas.

2.2. Tipos de manutenção

Macchi e Fumagalli (2013) trazem a discussão referente a quantidade de modelos de manutenção propostos na literatura, que apresentam particularidades no que diz respeito a capacidade gerencial, organizacional e tecnológica do departamento de manutenção. Na revisão de literatura proposta por Garg e Deshmukh (2006), o autor classifica as pesquisas na área de manutenção em seis seguimentos: *i.* modelos de otimização, que incluem abordagens qualitativas utilizando técnicas de Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*) e conceitos de Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM - *Reliability Centered Maintenance*), e os modelos determinísticos, que utilizam principalmente os estudos de *Markov* e a estatística *Bayesiana*; *ii.* técnicas de manutenção, a partir da evolução das atividades corretivas que deram origem a diversas formas de encaminhamento das intervenções nos equipamentos; *iii.* programação da manutenção e definição de um cronograma ideal para desenvolvimento das atividades; *iv.* ferramentas de medição do desempenho da manutenção; *v.* sistemas de informação, que passam a ser essenciais quando a manutenção assume lugar dentro

da função de negócios; e por fim, *vi.* as políticas de manutenção, que se relacionam com as características de tomada de decisão.

Todas essas áreas de estudo devem ser consideradas para elaboração final de um Plano de Manutenção (PM), que Viana (2020) insere dentro de um Sistema de Gestão da Manutenção de Ativos (SGMA) como uma peça estratégica central, capaz de fornecer as diretrizes que guiam todo o processo de atividades da manutenção. Segundo Aghezzaf *et al.* (2007) e Cassady e Kutanoglu (2005), o ideal seria trabalhar aspectos da manutenção e da produção simultaneamente, considerando que ambos os planos tem impacto um sobre o outro dentro de um sistema.

Al - Turki (2011) propõe em sua pesquisa, um framework que vincula as estratégias corporativas ao PM, uma vez que a função manutenção é o setor que mais se preocupa em garantir a utilidade das instalações para obter vantagens competitivas, tornando-a portanto, uma peça fundamental durante o planejamento de toda organização. Os objetivos da manutenção e de todo o empreendimento devem direcionar para a escolha das melhores estratégias, resultando em políticas de garantia da confiabilidade operacional diretamente ligada as necessidades produtivas, que sustentam a ideia de integração entre os diferentes setores (AGHEZZAF *et al.*, 2007).

2.3. Sistemas de controle e gerenciamento

O aprimoramento e aumento das potencialidades da manutenção, envolvem investimentos que muitas vezes requerem decisões difíceis relacionadas ao tipo de sistema de gerenciamento a ser adotado. Todavia, esses investimentos também podem colaborar com o aumento dos lucros e produtividade da empresa (PINJALA *et al.*, 2006). De acordo com Viana (2020), um SGMA objetiva fomentar a gestão de recursos e melhorar as capacidades de inovação dentro de uma organização, contribuindo para eficiência e possibilitando altas posições em relação aos concorrentes.

Viana (2021), aponta que a importância de um *software* de manutenção repousa, na necessidade de um controle efetivo das ações mantenedoras, desde dos seus cadastros, até sua análise de relatórios e indicadores, bem como, que os sistemas informatizados são parte integrantes para os planos diretores da função Manutenção nas organizações (VIANA *et al.*, 2017)

Para estabelecer a otimização de diferentes atividades, esses sistemas de gestão contam com *softwares* integrativos ou específicos para controle de informações. Quando o programa de gestão inclui diversos módulos e setores dentro de uma empresa, é chamado de ERP (*Enterprise*

Resource Planning) ou de Planejamento de Recursos Empresariais. Esses sistemas são dotados por ferramentas e aplicativos de negócios que servem tanto para gestão de estoque, como para controle financeiro, processos fiscais, recursos humanos, controles de compras, entre outros (SHEHAB *et al.*, 2004). De acordo com Al - Turki (2011), essa integração com outras áreas funcionais pode favorecer melhores estratégias de manutenção devido a um maior fluxo de informações entre todos os processos da cadeia de suprimentos, garantindo a esses tipos de sistema uma maior procura e utilização em indústrias de manufatura e serviços, como apontado por Shehab *et al.* (2004).

Mesmo que os ERP's tenham iniciado como uma proposta de gerenciamento em organizações de manufatura, observa-se uma expansão de seu uso para outros setores. Shehab *et al.* (2004) apresenta uma visão geral dos atributos e principais pacotes presentes nos sistemas ERP, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Módulos do Sistema ERP



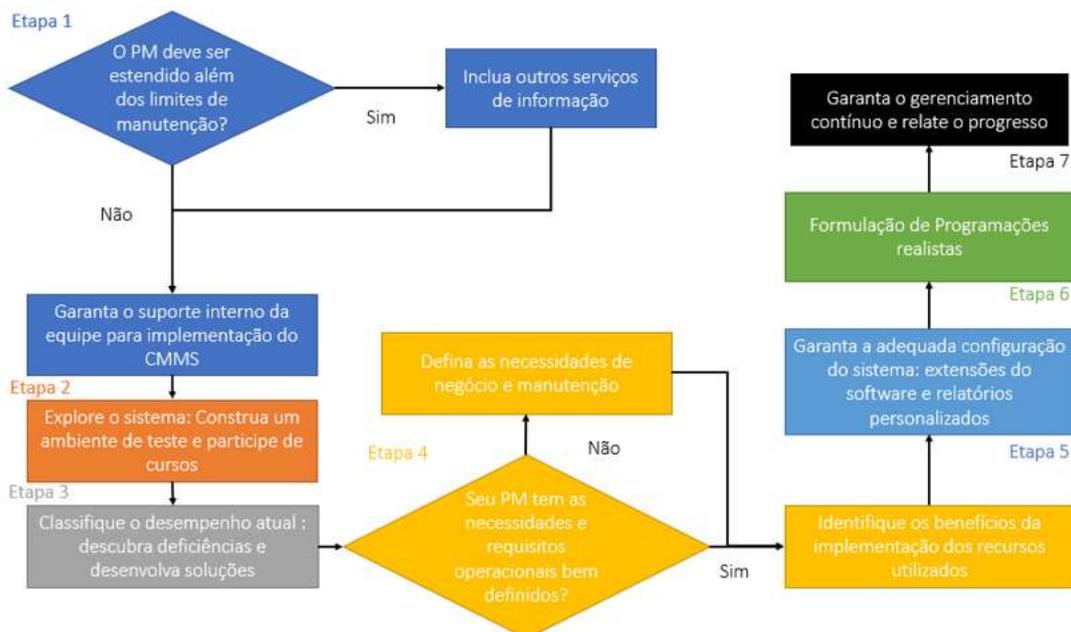
Fonte: Adaptado de Shehab *et al.* (2004)

Shohet e Nobili (2016), estudaram o desenvolvimento de um modelo de controle dos principais indicadores de desempenho da manutenção, utilizando um sistema ERP em clínicas comunitárias, no qual obteve um aumento significativo da eficiência. Outros trabalhos, como de Al - Mashari e Zairi (2000), analisaram estruturas para uma implementação mais eficaz do *software* SAP®, enquadrado nos sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais. Pensando nesta variedade e particularidades dos diferentes programas integrados de gestão, alguns trabalhos são propostos com o intuito de investigar quais critérios são relevantes para

escolha do tipo de software, levando em consideração não só a tecnologia em torno da alternativa, mas também indicadores referentes a forma como a própria organização atua (MÉXAS *et al.*, 2013).

No setor de manutenção, também são desenvolvidas ferramentas específicas de apoio, os sistemas computadorizados de gestão de manutenção ou CMMS do inglês *Computerized Maintenance Management System*, que são voltados as necessidades do setor de manutenção, enquadram-se como recursos técnicos, vistos em Garg e Deshmukh (2006), como artifícios para armazenamento, e análise de informações na manutenção. Segundo Singer (1999), os produtos fornecidos por um CMMS não são aproveitados em sua totalidade pelos departamentos de manutenção, seja por conformidade com ferramentas existentes ou falta de tempo para aprender a utilizar um novo aparato. O autor propõe, neste caso, um plano de sete passos em que discute o uso de todos os pacotes propostos pelo sistema, como ilustrado no fluxograma presente na Figura 3. É importante ressaltar, que as diversas funcionalidades de qualquer programa, podem não satisfazer as necessidades se as práticas fundamentais de manutenção dentro da empresa forem falhas. Ainda por Singer (1999), os planos de manutenção devem estar bem definidos para inserção de qualquer ferramenta do CMMS.

Figura 3 - Fluxograma para implantação do CMMS



Fonte: Adaptado de Singer (1999)

Garg e Deshmukh (2006) relatam que apesar do CMMS ser um software específico para manutenção, devido suas múltiplas aplicabilidades, esse sistema teve um aumento significativo de usuários da área de produção, fazendo com que melhorias na capacidade de resposta da manutenção sejam aprimoradas.

3. Metodologia

O presente artigo caracteriza-se por uma pesquisa descritiva, que segundo a literatura, utiliza técnicas observacionais ou a pesquisa de opinião, pela aplicação de questionários, para coleta de dados de uma população ou fenômeno que se deseja estudar (GIL, 2017). Quanto aos procedimentos adotados, este trabalho consistiu no levantamento de informações a respeito das ferramentas de planejamento e controle da manutenção.

Após a revisão de literatura, e obtido um entendimento acerca dos sistemas de gerenciamento e sua aplicabilidade dentro da indústria, o passo seguinte foi definir uma amostra não probabilística constituída por especialistas da área de manutenção, entre coordenadores, técnicos e engenheiros que concordaram em participar da pesquisa, sendo os mesmos distribuídos em todas as regiões geográficas brasileiras, totalizando 206 respondentes.

A amostra não probabilística da presente pesquisa configura-se do tipo “por conveniência”, que consiste na seleção de falantes da população em estudo que se mostrem mais acessíveis, colaborativos ou disponíveis para participar do processo (FREITAG, 2018).

Os profissionais respondentes representam um grupo de 183 empresas atuantes no país, a diferença entre a quantidade de formulários e número de empresas explicasse devido ao fato de mais de um empregado responder sobre uma mesma empresa. O questionário de opinião elaborado com o auxílio do *Google Forms*, tinha como objetivo conhecer:

- Tipo de cargo exercido;
- Ramo de atuação (empresa);
- Número de funcionários;
- Existência de técnicas de controle de rotinas de manutenção;
- Técnicas de controle empregadas;
- *Softwares* de manutenção utilizados.

Nesta pesquisa, buscou-se investigar a utilização dos principais *softwares*, classificados em ERP ou CMMS utilizados no país, descrito na Tabela 1, mas também foi investigado a utilização de planilhas, outros programas, e a não utilização de sistemas de controle das

atividades de manutenção. A análise dos dados coletados foi manual, contando com técnicas de estatísticas descritivas, que procuram caracterizar a frequência e sumarizar o conjunto de dados referentes as 183 empresas levantadas.

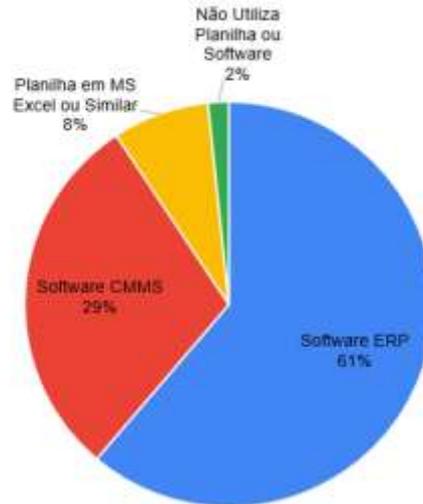
Tabela 1: Lista de *softwares* investigados na pesquisa.

Software	Tipo de sistema
SAP®	ERP – <i>Software</i> integrado de gestão empresarial
Totvs®	ERP – <i>Software</i> integrado de gestão empresarial
Maximo®	ERP – <i>Software</i> integrado de gestão empresarial
Oracle®	ERP – <i>Software</i> integrado de gestão empresarial
FRACTTAL®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção
ENGEMAN®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção
SIM+®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção
SISMA®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção
Manusis®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção
Sigma®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção
Manfro®	CMMS - <i>Software</i> de gestão de processos de manutenção

4. Análise de dados e resultados

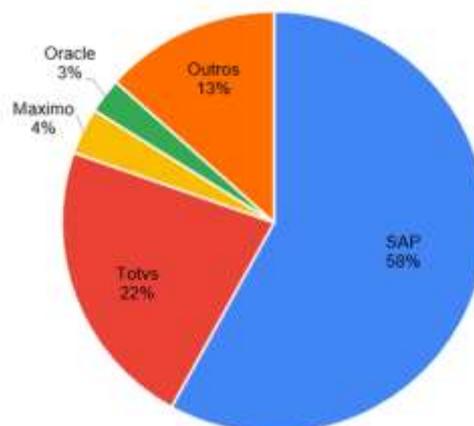
Buscando-se identificar as questões da pesquisa, cada uma das perguntas propostas no questionário de opinião, foram analisadas. Desta forma, temos que dos 183 respondentes, 138 assumiam cargos de liderança nas empresas, distribuídas em diferentes seguimentos e setores de serviços, e produtos. A Figura 4 apresenta o resultado geral do levantamento, onde observa-se que 61% das empresas utilizam *softwares* integrados (ERP), e a gestão da manutenção é realizada por um dos seus módulos. Shehab *et al.* (2004) explicava que esse aumento na utilização dos sistemas integrados era esperado, de acordo com Al - Turki (2011), a integração entre os setores é necessária para elaboração de melhores práticas dentro do departamento de manutenção, que embora tenha autonomia nas decisões, precisa do conhecimento sobre o andamento das áreas funcionais. Quanto aos *softwares* específicos para manutenção (CMMS), 29% dos entrevistados alegam fazer uso do sistema, 8% realizam seus controles por planilhas e 2% não possuem controle algum nos seus processos de manutenção.

Figura 4 - Utilização de *Softwares* de Manutenção no Brasil: Visão geral.



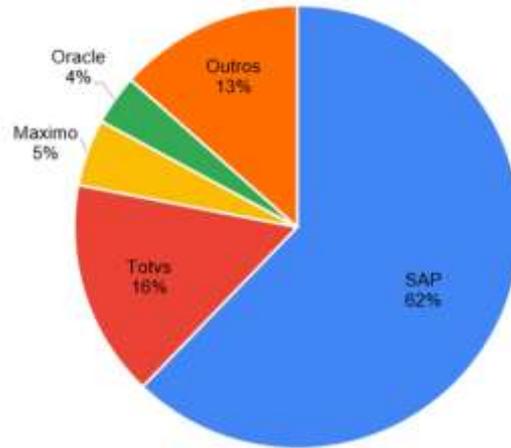
Méxas *et al.* (2013), argumenta que com a variedade de programas de gestão, é preciso que as empresas tenham seus objetivos e necessidades bem definidas para implementação de qualquer sistema ERP, nesta pesquisa, quando se observa apenas o universo dos *softwares* integrados, nota-se que 80% das empresas optaram pela utilização dos produtos SAP® ou Totvs®, sendo o SAP® liderando tal preferência com 58%, como ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Utilização de *Softwares* de Manutenção no Brasil: Visão sobre soluções ERP.



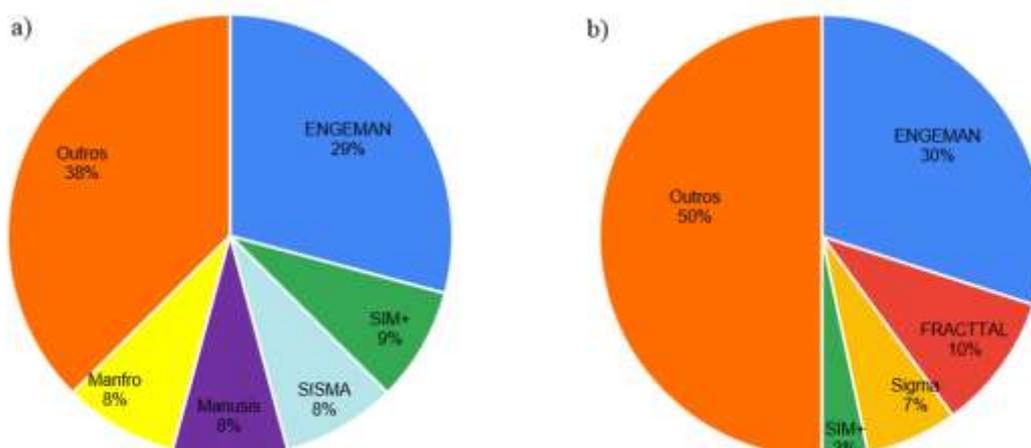
Nota-se que em empresas com mais de 1.000 empregados, a presença do produto da SAP® é ainda maior, chegando a quase 2/3 do mercado, como indicado na Figura 6. Como esses sistemas são dotados de ferramentas e aplicativos de negócios (SHEHAB *et al.*, 2004), as aplicações podem ser variadas e distribuídas por setores, que vão desde a produção a entrega do produto/serviço final acabado.

Figura 6 - Utilização de *Softwares* de Manutenção no Brasil: Visão sobre soluções ERP em empresas com mais de mil empregados.



No universo dos *softwares* específicos para manutenção, os chamados CMMS, percebe-se uma pulverização maior entre diversos produtos apresentados no mercado, na Figura 7.a observa-se um destaque para o *software* ENGEMAN, detendo 29% de utilização dentro de empresas com mais de mil funcionários, e também sendo destaque em empresas menores (Figura 7.b) com 30% das empresas fazendo uso do sistema, os demais *softwares* não passando de 10%, sendo detectada a presença de mais de 30 produtos CMMS no Brasil. Ressalta-se que Singer (1999) demonstra preocupação com a utilização desse tipo de sistema, que em muitos casos não é aproveitado em sua totalidade, e como as ferramentas embutidas podem ter aplicação para além dos limites do setor de manutenção.

Figura 7: Utilização de *Softwares* de Manutenção no Brasil: Visão sobre soluções CMMS – a) para empresas com mais de mil funcionários, e b) com número de funcionários abaixo de mil.



5. Considerações finais

Este artigo teve como objetivo principal caracterizar os diferentes sistemas utilizados em médias e grandes empresas, considerando todas as regiões geográficas brasileiras, no intuito de levantar quais *softwares* têm sido empregados para controle da manutenção. Por meio de pesquisa via *Google Forms* aplicada a profissionais atuantes na área estudada, foi estabelecida a inclinação pelas ferramentas integradas (ERP), com utilização principalmente de sistemas SAP®.

Como contribuições acadêmicas podemos apontar os conceitos abordados na revisão de literatura sobre os diferentes *softwares*, e como as diferentes abordagens de gestão da manutenção são importantes na elaboração dos planos. A caracterização da utilização desses programas também pode auxiliar a estabelecer análises comparativas, identificar seguimentos de melhorias e preferências. A nível social, este trabalho pode contribuir com gerentes e coordenadores que buscam aperfeiçoar e otimizar seus programas de manutenção.

Por se tratar de um levantamento de natureza descritiva, não se pode garantir que todos os aspectos relacionados a temática tenham sido contemplados, uma vez que o método de análise se baseia, fundamentalmente, na opinião de uma amostra de profissionais e especialistas de caráter não probabilista, a qual não permite inferência estatística sobre toda a população. Desta forma, propõe-se para trabalhos futuros, a análise de como tem se dado a aplicação e utilização de programas integrados e específicos dentro de uma empresa, verificando vantagens e desvantagens, e sobre quais segmentos um modelo pode ser mais vantajoso que outro.

REFERÊNCIAS

AGHEZZAF, E.H.; JAMALI, M.A.; AIT-KADI, D.. An integrated production and preventive maintenance planning model. **European Journal of Operational Research**, [S.L.], v. 181, n. 2, p. 679-685, set. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.06.032>.

AL-TURKI, U. A framework for strategic planning in maintenance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 150-162. 2011. <https://doi.org/10.1108/13552511111134583>.

AL-MASHARI, M.; ZAIRI, M. Supply-chain re-engineering using enterprise resource planning (ERP) systems: an analysis of a SAP R/3 implementation case. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, [S.L.], v. 30, n. 3/4, p. 296-313. 2000. <https://doi.org/10.1108/09600030010326064>.

CASSADY, CR.; KUTANOGLU, E. Integrando planejamento de manutenção preventiva e programação de produção para uma única máquina. **IEEE Transactions on Reliability**, [S.L.], v. 54, n. 2, p. 304-309, jun. 2005. <https://doi.org/10.1109/TR.2005.845967>.

DEKKER, Rommert. Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. **Reliability Engineering & System Safety**, [S.L.], v. 51, n. 3, p. 229-240, mar. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0951-8320\(95\)00076-3](http://dx.doi.org/10.1016/0951-8320(95)00076-3).

FREITAG, R.M.K.; Amostras sociolinguísticas: probabilísticas ou por conveniência. **Revista de Estudos da Linguagem**, v. 26, n. 2, p. 667-686, 2018.

GARG, A.; DESHMUKH, S.G. Maintenance management: Literature review and directions. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 205-238, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 175 p.

MACCHI, Marco; FUMAGALLI, Luca. A maintenance maturity assessment method for the manufacturing industry. **Journal of Quality In Maintenance Engineering**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 295-315, 9 ago. 2013. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/jqme-05-2013-0027>.

MEHMETI, Xh.; MEHMETI, B.; SEJDIU, Rr. The equipment maintenance management in manufacturing enterprises. **Ifac-Papersonline**, [S.L.], v. 51, n. 30, p. 800-802, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.192>.

MÉXAS, Mirian Picinini Picinini; COSTA, Helder Gomes; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. Avaliação da importância relativa dos critérios para a seleção de Sistemas Integrados de Gestão (ERP) para uso em empresas da construção civil. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 337-356, mar. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000200007>.

PINJALA, Srinivas Kumar; PINTELON, Liliane; VEREECKE, Ann. An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies. **International Journal of Production Economics**, [S.L.], v. 104, n. 1, p. 214-229, nov. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.12.024>.

PINTELON, L.M.; GELDERS, L.F. Maintenance management decision making, European. **Journal of Operational Research**, [S.L.] v. 58, n. 3, p. 301-317, 1992.

SHEHAB, E.M.; SHARP, M.W.; SUPRAMANIAM, L.; SPEDDING, T.A. Enterprise resource planning: An integrative review. **Business Process Management Journal**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 359-386. 2004. <https://doi.org/10.1108/14637150410548056>

SHOHET, Igal M.; NOBILI, Lorenzo. Enterprise resource planning system for performance-based-maintenance of clinics. **Automation In Construction**, [S.L.], v. 65, p. 33-41, maio 2016. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.01.008>.

SILVESTRI, Luca; FORCINA, Antonio; INTRONA, Vito; SANTOLAMAZZA, Annalisa; CESAROTTI, Vittorio. Maintenance transformation through Industry 4.0 technologies: a systematic literature review. **Computers In Industry**, [S.L.], v. 123, p. 1-16, dez. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2020.103335>.

SINGER, T. Are you using all the features of your CMMS? Following this 7-step plan can help uncover new benefits. **Plant Engineering**, [S.L.], v. 53, n. 1, p. 32-40, 1999.

VAN RIJN, C. A systems engineering approach to reliability, availability and maintainability, **Conference on Foundations of Computer Aided Operations**, Salt Lake City, UT, July 5-10, 1987.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia; RIBEIRO, José Luís Duarte. Fatores de sucesso na gestão da manutenção em empresas mineradoras. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 2, p 1-20, jun/ago, 2017.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia; RIBEIRO, José Luís Duarte. Elaboração e aplicação de um plano diretor de manutenção em uma empresa mineradora. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 3, p 37-56, set/nov, 2017.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Manual de Gestão da Manutenção Volume I**. 1. ed. Brasília DF: Editora Engeteles, 2020. 208 p.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **Manual de Gestão da Manutenção Volume II**. 1. ed. Brasília DF: Editora Engeteles, 2021. 292 p.