

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC Centro de Educação do
Planalto Norte – CEPLAN

Trabalho de extensão – Sistema de manutenção

Sistemas de informação

Banco de dados

Bernardo Elias Luy

Bruno Eduardo Luy

São Bento do Sul

2026

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Desenvolvimento	1
2.1 Descrição do problema	1
2.2 Proposta de solução	3
2.3 Funcionamento geral do sistema	4
3. Modelagem do Banco de Dados	5
3.1 Entidades do sistema.....	5
3.2 Relacionamentos entre entidades.....	7
3.3 Diagrama Entidade-Relacionamento	9
4. Tabelas	9
4.1 Empresa	9
4.2 Endereço Empresa	10
4.3 Telefone Empresa	11
4.4 E-mail Empresa	12
4.5 Setor	12
4.6 Máquina	13
4.7 Componente	15
4.8 Ordem de Serviço	16
4.9 Funcionário	17
4.10 Telefone Funcionário	18
4.11 E-mail Funcionário	19
4.12 Profissional de Manutenção.....	20
4.13 Supervisor.....	20
4.14 Manutenção	21
4.15 Manutenção Corretiva.....	22
4.16 Manutenção Preventiva	23
4.17 Manutenção Preditiva	24
4.18 Execução Manutenção	25
4.19 Laudo Técnico	26
4.20 Visão geral	28
5. Conclusão	29
6. Referências	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama Entidade-Relacionamento do sistema de manutenção industrial.....	9
Figura 2 – Tabela Empresa	10
Figura 3 – Tabela Endereço Empresa	11
Figura 4 – Tabela Telefone Empresa	11
Figura 5 – Tabela E-mail Empresa	12
Figura 6 – Tabela Setor	13
Figura 7 – Tabela Máquina	15
Figura 8 – Tabela Componente	16
Figura 9 – Tabela Ordem de Serviço	17
Figura 10 – Tabela Funcionário	18
Figura 11 – Tabela Telefone Funcionário	19
Figura 12 – Tabela E-mail Funcionário	20
Figura 13 – Tabela Profissional de Manutenção.....	20
Figura 14 – Tabela Supervisor.....	21
Figura 15 – Tabela Manutenção	22
Figura 16 – Tabela Manutenção Corretiva.....	23
Figura 17 – Tabela Manutenção Preventiva	24
Figura 18 – Tabela Manutenção Preditiva	25
Figura 19 – Tabela Execução Manutenção	26
Figura 21 – Tabela Laudo Técnico	28
Figura 22 – Tabelas	28

1. Introdução

O parque industrial é composto por empresas de diferentes segmentos, nas quais máquinas e equipamentos exercem papel fundamental na execução dos processos produtivos. A eficiência desses processos está diretamente relacionada às condições operacionais do maquinário utilizado, uma vez que falhas, desgastes ou ausência de manutenção podem comprometer a produtividade, a segurança e a qualidade dos produtos ou serviços prestados.

Nesse contexto, a manutenção industrial representa uma atividade indispensável para garantir a confiabilidade dos equipamentos e a continuidade da produção. As manutenções corretivas, preventivas e preditivas permitem, cada uma à sua forma, corrigir falhas, prevenir problemas e identificar tendências de desgaste antes que ocorram paradas inesperadas. Entretanto, para que essas práticas sejam realmente eficazes, é necessário que a empresa mantenha um controle estruturado das intervenções realizadas.

A falta de registros adequados pode gerar dificuldades na gestão dos ativos industriais, prejudicar o planejamento das próximas manutenções e dificultar a identificação de componentes com vida útil próxima do fim. Além disso, a ausência de controle pode impactar a conformidade da empresa com normas de segurança aplicáveis a máquinas e equipamentos, aumentando a possibilidade de penalidades, interdições ou prejuízos decorrentes do uso inadequado do maquinário.

Dessa forma, a utilização de um sistema informatizado com banco de dados apresenta-se como uma alternativa eficiente para organizar e centralizar as informações relacionadas à manutenção industrial. Esse sistema possibilita registrar máquinas, componentes, ordens de manutenção, profissionais envolvidos, supervisões e laudos técnicos, contribuindo para maior rastreabilidade, segurança e eficiência operacional.

O presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de banco de dados para o controle de manutenção de máquinas industriais, estruturando entidades e relacionamentos capazes de representar os principais elementos envolvidos nesse processo.

2. Desenvolvimento

2.1 Descrição do problema

No cenário industrial atual, muitas empresas ainda não atribuem a devida importância à manutenção de máquinas e equipamentos, principalmente quando se trata do controle e da organização das informações relacionadas a essas intervenções. Em diversos ambientes produtivos, a manutenção acaba sendo tratada apenas como uma ação emergencial, realizada quando a máquina

apresenta falha ou quando o processo produtivo já foi interrompido. Essa prática demonstra uma visão limitada sobre a manutenção industrial, pois desconsidera seu papel na preservação da vida útil dos equipamentos, na segurança dos trabalhadores e na eficiência dos processos de produção.

A manutenção pode ser classificada em corretiva, preventiva e preditiva. A manutenção corretiva ocorre após a falha do equipamento, buscando restabelecer seu funcionamento. A preventiva é realizada de forma planejada, em intervalos ou critérios definidos, com o objetivo de reduzir a probabilidade de falhas. Já a preditiva se baseia no acompanhamento das condições reais da máquina, utilizando análises e medições para identificar tendências de desgaste antes que resultem em paradas ou danos mais graves. Essas definições estão alinhadas à ABNT NBR 5462, que apresenta conceitos relacionados à confiabilidade, manutenibilidade e tipos de manutenção.

Apesar da importância dessas classificações, em muitas empresas a manutenção corretiva ainda é a prática mais utilizada. Nesse modelo, a intervenção ocorre somente quando há alguma falha ou quando a produção já foi impactada. Essa predominância pode gerar consequências negativas, como paradas não programadas, aumento de custos, atrasos na produção e maior desgaste dos componentes. Além disso, a ausência de uma rotina preventiva ou preditiva reduz a capacidade da empresa de antecipar problemas e planejar intervenções com menor impacto operacional.

Outro problema recorrente está relacionado à forma como as informações de manutenção são registradas. Em alguns casos, os dados são anotados manualmente em folhas, fichas físicas ou documentos próximos às máquinas. Embora esse tipo de registro possa atender a uma necessidade imediata, ele dificulta a consulta, a padronização e a formação de um histórico completo do equipamento. Com isso, torna-se mais difícil identificar componentes substituídos, falhas recorrentes, profissionais responsáveis e próximas manutenções necessárias.

Como consequência, máquinas submetidas a manutenção inadequada tendem a apresentar menor vida útil, maior número de paradas e maior probabilidade de falhas críticas. Em casos mais graves, o acúmulo de desgastes e problemas crônicos pode tornar o reparo economicamente inviável, fazendo com que a substituição da máquina seja mais vantajosa do que sua recuperação.

Além dos impactos produtivos e financeiros, a ausência de controle adequado pode gerar problemas relacionados à conformidade normativa. A NR-12 estabelece que máquinas e equipamentos devem ser submetidos a manutenções conforme periodicidade determinada pelo fabricante ou por profissional habilitado ou qualificado, de acordo com as normas técnicas aplicáveis. A norma também prevê que essas intervenções sejam registradas de

forma adequada, inclusive por meio de sistema informatizado interno da empresa.

Dessa forma, a falta de um sistema estruturado para registrar e acompanhar as manutenções pode dificultar o controle interno e a comprovação de que os procedimentos foram realizados corretamente. Isso pode expor a empresa a riscos de autuações, multas, interdições e outros prejuízos decorrentes do descumprimento de exigências legais e técnicas aplicáveis. Portanto, o problema central identificado é a ausência de um controle confiável, centralizado e acessível para gerenciar as manutenções de máquinas industriais, seus componentes, profissionais responsáveis, supervisões e registros técnicos.

2.2 Proposta de solução

Diante dos problemas apresentados, propõe-se o desenvolvimento de um sistema informatizado com armazenamento em banco de dados, voltado ao controle das manutenções realizadas em máquinas industriais. O objetivo principal desse sistema é centralizar as informações relacionadas às intervenções, permitindo que a empresa tenha maior organização, controle e facilidade de acesso aos dados de manutenção.

O sistema deverá possibilitar o registro das principais informações envolvidas no processo, como a identificação da máquina, a data da manutenção, o tipo de intervenção realizada, os componentes substituídos, os profissionais responsáveis pela execução, o supervisor responsável e a existência de laudo técnico. Dessa forma, as informações deixam de ficar dispersas em registros manuais ou documentos isolados e passam a compor um histórico estruturado de cada equipamento.

Com esse controle, a empresa poderá acompanhar com maior precisão quais máquinas apresentam maior frequência de falhas, quais componentes exigem substituições recorrentes e quais manutenções precisam ser programadas. Isso contribui para uma gestão mais eficiente do maquinário, pois permite que as decisões sejam tomadas com base em dados registrados e acessíveis, e não apenas em percepções pontuais ou ações emergenciais.

Além disso, o sistema proposto busca incentivar uma cultura de manutenção mais planejada, reduzindo a dependência exclusiva de manutenções corretivas. Ao permitir o acompanhamento do histórico das máquinas e o planejamento de manutenções preventivas e preditivas, o banco de dados contribui para aumentar a vida útil dos equipamentos, reduzir paradas inesperadas e melhorar a confiabilidade dos processos produtivos.

Portanto, a solução proposta consiste em um modelo de banco de dados capaz de organizar as informações essenciais do processo de manutenção industrial, oferecendo suporte à rastreabilidade das intervenções, ao controle dos responsáveis envolvidos e à preservação das condições operacionais das

máquinas.

2.3 Funcionamento geral do sistema

O sistema proposto tem como finalidade organizar o fluxo de informações relacionadas à manutenção de máquinas industriais, desde o cadastro inicial dos equipamentos até o registro das intervenções realizadas. Para isso, o banco de dados será estruturado de forma a identificar cada elemento envolvido no processo, como empresa, setores, máquinas, componentes, ordens de serviço, manutenções, profissionais responsáveis, supervisores e laudos técnicos.

Inicialmente, a empresa é cadastrada no sistema juntamente com seus respectivos setores. Cada setor pode possuir diferentes máquinas, que também serão registradas individualmente no banco de dados. Esse cadastro permite que cada equipamento tenha uma identificação própria, facilitando sua localização, consulta e acompanhamento ao longo do tempo. A partir desse registro, a empresa passa a ter uma base organizada do seu maquinário, evitando informações duplicadas ou dispersas.

Após o cadastro da máquina, o sistema permite a abertura de uma ordem de serviço sempre que houver necessidade de manutenção. Essa ordem de serviço formaliza a solicitação da intervenção e serve como ponto de partida para o registro da manutenção correspondente. A manutenção poderá ser classificada como corretiva, preventiva ou preditiva, conforme sua finalidade e condição de execução.

Durante o registro da manutenção, serão armazenadas informações essenciais sobre o serviço realizado, como data da intervenção, descrição do procedimento, profissionais de manutenção envolvidos, componentes substituídos e demais observações relevantes. Esse registro permite que a empresa saiba não apenas que uma manutenção foi executada, mas também o que foi feito, quem realizou o serviço e quais partes da máquina foram afetadas.

Os componentes das máquinas também serão cadastrados no sistema, permitindo acompanhar informações como identificação, nome, condição de uso e estimativa de vida útil. Dessa forma, o histórico de manutenção poderá indicar quando determinado componente foi substituído ou inspecionado, auxiliando no planejamento de futuras intervenções. Por exemplo, se um componente apresenta vida útil estimada e já foi utilizado por um longo período, o sistema pode servir como base para prever a necessidade de troca em uma próxima manutenção.

Durante a execução do serviço, a manutenção será supervisionada por um responsável, que poderá avaliar o procedimento realizado e gerar um laudo técnico. Esse laudo tem a função de registrar a análise da manutenção, a condição da máquina após a intervenção e eventuais recomendações. Assim, o

sistema passa a manter não apenas o histórico das manutenções, mas também evidências do acompanhamento técnico realizado.

Com esse fluxo, o banco de dados constrói uma base histórica de cada máquina, permitindo consultas futuras sobre manutenções realizadas, componentes substituídos, profissionais envolvidos e laudos emitidos. Essa organização facilita o acesso às informações, melhora a rastreabilidade dos serviços e contribui para decisões mais planejadas, reduzindo a dependência de registros manuais e de ações exclusivamente corretivas.

3. Modelagem do Banco de Dados

3.1 Entidades do sistema

A modelagem do banco de dados foi estruturada a partir das principais informações envolvidas no controle de manutenção de máquinas industriais. Cada entidade representa um elemento importante do sistema, permitindo organizar os dados de forma clara, evitar repetições desnecessárias e facilitar a consulta das informações. De modo geral, todas as entidades possuem um atributo identificador, utilizado para diferenciar cada registro dentro do banco de dados.

A entidade Empresa representa a organização responsável pelo maquinário industrial. Ela é o ponto inicial do sistema, pois a partir dela são vinculados os setores, as máquinas e os demais registros relacionados à manutenção. Essa entidade pode possuir atributos como identificação da empresa, nome da empresa e CNPJ.

A entidade Setor representa as divisões internas da empresa, como setor de produção, setor de usinagem, setor de embalagem, montagem, entre outros. Cada setor está associado a uma empresa e permite organizar as máquinas conforme sua localização ou função dentro do processo produtivo. Entre seus principais atributos, podem ser considerados a identificação do setor, o nome do setor e a localização interna.

A entidade Máquina representa os equipamentos industriais cadastrados no sistema. Essa é uma das entidades centrais do modelo, pois o processo de manutenção se desenvolve a partir das máquinas registradas. Cada máquina pode possuir atributos como identificação da máquina, nome, marca, modelo e número de série.

A entidade Componente representa as partes ou elementos que compõem uma máquina. Essa entidade permite controlar peças importantes do equipamento, principalmente aquelas que possuem desgaste, vida útil estimada ou necessidade de substituição periódica. Entre seus atributos, podem estar a identificação do componente, o nome do componente e a vida útil estimada.

A entidade Ordem de Serviço representa a solicitação formal de uma manutenção. Ela serve como o registro inicial da necessidade de intervenção em uma máquina, podendo ser aberta em razão de uma falha, inspeção programada ou necessidade preventiva. Seus principais atributos podem incluir identificação da ordem de serviço, data de abertura, descrição da solicitação, prioridade e status da ordem.

A entidade Manutenção representa a intervenção realizada ou programada em uma máquina. Ela concentra as informações gerais do serviço, independentemente do tipo de manutenção aplicado. Essa entidade pode possuir atributos como identificação da manutenção, data de ocorrência, descrição do serviço e status da manutenção. Por ser uma entidade central, ela se relaciona com as entidades Supervisor e Profissional de Manutenção, que representam os responsáveis pela supervisão e execução do serviço.

A entidade Manutenção Corretiva representa uma especialização da entidade Manutenção. Ela é utilizada quando a intervenção ocorre após a falha ou defeito de um equipamento. Seus atributos específicos podem incluir falha identificada, causa provável, ação corretiva realizada e tempo de máquina parada.

A entidade Manutenção Preventiva também é uma especialização da entidade Manutenção. Ela representa as intervenções planejadas com o objetivo de reduzir a probabilidade de falhas e preservar o funcionamento adequado da máquina. Seus atributos podem incluir periodicidade, data prevista e checklist previsto.

A entidade Manutenção Preditiva representa a especialização voltada ao acompanhamento das condições reais da máquina. Esse tipo de manutenção utiliza dados, medições ou análises para identificar tendências de falha antes que o problema ocorra. Seus atributos podem incluir parâmetro monitorado, valor medido, limite aceitável, técnica utilizada, tendência identificada e recomendação técnica.

A entidade Funcionário representa os trabalhadores cadastrados no sistema que podem estar envolvidos no processo de manutenção. Ela concentra os dados comuns aos profissionais vinculados à empresa, evitando repetição de informações nas entidades especializadas. Entre seus atributos, podem estar a identificação do funcionário, nome, CPF, matrícula, telefone, e-mail e cargo.

A entidade Profissional de Manutenção representa uma especialização da entidade Funcionário. Ela corresponde ao funcionário responsável pela execução das manutenções nas máquinas industriais. Por ser uma entidade filha, herda os dados gerais de Funcionário e não possui atributos próprios no modelo proposto. Sua função é permitir a identificação dos profissionais que realizaram determinada intervenção.

A entidade Supervisor também representa uma especialização da entidade Funcionário. Ela corresponde ao funcionário responsável por supervisionar as manutenções realizadas e gerar os laudos técnicos relacionados ao serviço. Assim como o Profissional de Manutenção, herda os dados gerais da entidade Funcionário e não possui atributos próprios no modelo proposto.

A entidade associativa Executada Por representa a ligação entre Manutenção e Profissional de Manutenção. Ela é necessária porque uma manutenção pode ser realizada por mais de um profissional, assim como um mesmo profissional pode participar de diversas manutenções. Além de resolver esse relacionamento, essa entidade permite registrar informações específicas sobre a participação de cada profissional no serviço, como a função exercida na manutenção, a data de início e a data de fim da sua atividade.

Por fim, a entidade Laudo Técnico representa o documento gerado após a supervisão da manutenção. Ele registra as informações técnicas sobre o serviço realizado, as condições da máquina, as recomendações e a conclusão do supervisor. Seus principais atributos podem incluir identificação do laudo, data de emissão, descrição técnica, condição de segurança, status de aprovação e identificação da manutenção relacionada.

Dessa forma, as entidades propostas permitem representar os principais elementos envolvidos no controle de manutenção industrial. A estrutura contempla a organização da empresa e de seus setores, o cadastro das máquinas e componentes, o registro das manutenções e a identificação dos funcionários envolvidos. Além disso, o modelo utiliza especializações para representar os tipos de manutenção e os tipos de funcionário, e utiliza a entidade associativa Executada Por para detalhar a participação de cada profissional nas manutenções realizadas.

3.2 Relacionamentos entre entidades

Os relacionamentos entre as entidades representam a forma como os elementos do sistema se conectam dentro do banco de dados. No modelo proposto, existem relações de posse, solicitação, execução, supervisão, geração de laudo e especialização, permitindo estruturar o fluxo de informações relacionado à manutenção de máquinas industriais.

Inicialmente, a entidade Empresa possui relação com a entidade Setor. Uma empresa pode possuir diversos setores, enquanto cada setor pertence a uma única empresa. Essa relação permite organizar a estrutura interna da empresa e vincular as demais informações ao setor correspondente.

A entidade Setor, por sua vez, possui relação com a entidade Máquina. Um setor pode possuir várias máquinas, mas cada máquina está vinculada a apenas um setor. Dessa forma, o sistema consegue identificar em qual área da empresa cada equipamento está localizado.

A entidade Máquina também possui relação com a entidade Componente. Uma máquina pode possuir diversos componentes, enquanto cada componente pertence a uma única máquina. Esse relacionamento permite controlar as partes que compõem cada equipamento, podendo incluir informações como a data de instalação e o status do componente.

Outro relacionamento importante ocorre entre Máquina e Manutenção. Uma máquina pode receber várias manutenções ao longo de sua vida útil, enquanto cada manutenção está relacionada a uma única máquina. Essa relação é essencial para a formação do histórico de manutenção de cada equipamento.

A relação entre Ordem de Serviço e Manutenção representa o vínculo entre a solicitação e a execução da intervenção. Nesse caso, a ordem de serviço solicita ou gera uma manutenção, em uma relação do tipo um para um. Esse relacionamento pode conter informações como a data de abertura e a descrição da solicitação, permitindo registrar o motivo inicial da intervenção.

A entidade Manutenção também se relaciona com Supervisor por meio da relação de supervisão. Um supervisor pode supervisionar diversas manutenções, enquanto cada manutenção é supervisionada por apenas um supervisor. Esse vínculo permite registrar quem acompanhou ou validou a atividade realizada.

Além disso, o Supervisor possui relação com Laudo Técnico. Um supervisor pode gerar vários laudos técnicos, enquanto cada laudo técnico é gerado por apenas um supervisor. O laudo, por sua vez, refere-se a uma única manutenção, e cada manutenção possui apenas um laudo técnico associado. Dessa forma, o sistema garante a rastreabilidade entre a manutenção executada, o supervisor responsável e o documento técnico emitido.

O relacionamento entre Manutenção e Profissional de Manutenção ocorre por meio da entidade associativa Executada Por. Essa relação é necessária porque uma manutenção pode envolver vários profissionais, e um mesmo profissional pode atuar em diversas manutenções. A entidade associativa permite registrar dados específicos da participação de cada profissional, como a função exercida na manutenção, a data de início e a data de fim da atividade.

O modelo também possui duas relações de especialização. A primeira ocorre entre Funcionário e suas entidades filhas, Supervisor e Profissional de Manutenção. Essa especialização é disjunta uma vez que um funcionário cadastrado no sistema deve pertencer a apenas uma dessas categorias. Assim, evita-se a duplicação de dados, já que as informações comuns, como identificação, nome, CPF, matrícula e contato, permanecem concentradas na entidade Funcionário.

A segunda relação de especialização ocorre entre Manutenção e suas entidades filhas: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva.

Essa relação também é disjunta uma vez que uma manutenção só pode ser classificada em um desses três tipos. Dessa forma, a entidade Manutenção reúne os dados gerais da intervenção, enquanto cada subtipo armazena informações específicas conforme sua finalidade.

Com esses relacionamentos, o banco de dados consegue representar o fluxo completo do sistema: a empresa possui setores, os setores possuem máquinas, as máquinas possuem componentes e recebem manutenções, as manutenções são solicitadas por ordens de serviço, executadas por profissionais de manutenção, supervisionadas por supervisores e documentadas por laudos técnicos.

3.3 Diagrama Entidade-Relacionamento

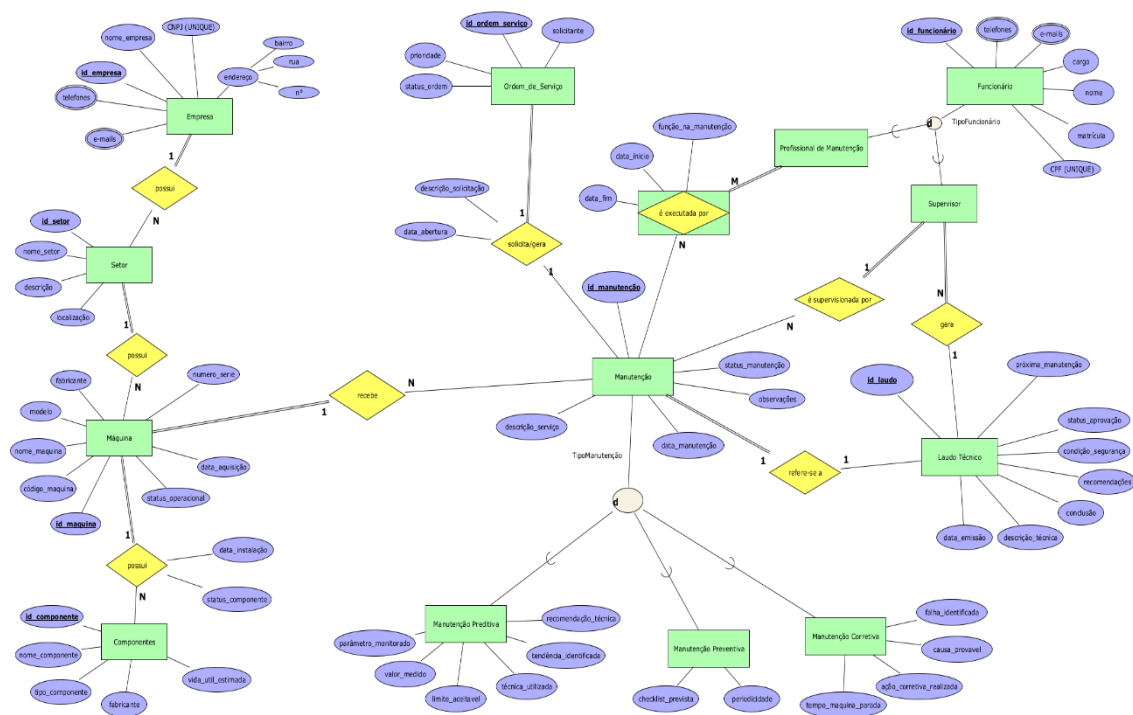


Figura 1 – Diagrama Entidade-Relacionamento do sistema de manutenção industrial

4. Tabelas

4.1 Empresa

A tabela Empresa tem como finalidade armazenar as informações principais da empresa industrial cadastrada no sistema. Essa tabela possui três atributos: id_empresa, nome_empresa e cnpj.

O atributo id_empresa é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores

nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada empresa cadastrada recebe automaticamente um identificador único, facilitando sua referência em outras tabelas do banco de dados.

O atributo `nome_empresa` é do tipo `VARCHAR(120)`, sendo utilizado para armazenar o nome da empresa em formato textual, com limite máximo de 120 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois toda empresa cadastrada deve possuir uma identificação nominal.

Por fim, o atributo `cnpj` é do tipo `VARCHAR(18)`, permitindo armazenar o CNPJ da empresa com a formatação usual. Esse campo também não pode ser nulo e possui a restrição `UNIQUE`, garantindo que não existam duas empresas cadastradas com o mesmo CNPJ no sistema.



Figura 2 – Tabela Empresa

4.2 Endereço Empresa

A tabela `Endereço Empresa` tem como finalidade armazenar as informações referentes ao endereço da empresa cadastrada no sistema. Essa tabela foi separada da tabela `Empresa` para atender aos princípios de normalização, evitando que dados específicos de endereço fiquem misturados com os dados principais da empresa.

Essa tabela possui cinco atributos: `id_endereco_empresa`, `id_empresa`, `rua`, `número` e `bairro`.

O atributo `id_endereco_empresa` é do tipo `INT`, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada endereço cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_empresa` também é do tipo `INT` e representa a referência à empresa à qual aquele endereço pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela `Empresa`. Além disso, não pode ser nulo e possui a restrição `UNIQUE`, garantindo que cada empresa tenha apenas um endereço principal cadastrado nessa tabela.

Os atributos `rua`, `número` e `bairro` são do tipo `VARCHAR`, utilizados para armazenar informações textuais do endereço. O atributo `rua` possui limite máximo de 120 caracteres, o atributo `número` possui limite máximo de 10

caracteres e o atributo bairro possui limite máximo de 80 caracteres. Todos esses campos não podem ser nulos, pois são informações essenciais para a identificação do endereço da empresa.



Figura 3 – Tabela Endereço Empresa

4.3 Telefone Empresa

A tabela Telefone Empresa tem como finalidade armazenar os telefones relacionados à empresa cadastrada no sistema. Essa tabela foi criada separadamente da tabela Empresa para atender aos princípios de normalização, pois uma empresa pode possuir mais de um telefone, evitando assim a repetição de campos na tabela principal.

Essa tabela possui três atributos: id_telefone_empresa, id_empresa e telefone.

O atributo id_telefone_empresa é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada telefone cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo id_empresa também é do tipo INT e representa a referência à empresa à qual o telefone pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Empresa. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo telefone cadastrado esteja obrigatoriamente associado a uma empresa existente.

Por fim, o atributo telefone é do tipo VARCHAR(20), utilizado para armazenar o número de telefone da empresa em formato textual, com limite máximo de 20 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois todo registro da tabela deve conter um telefone válido associado à empresa.

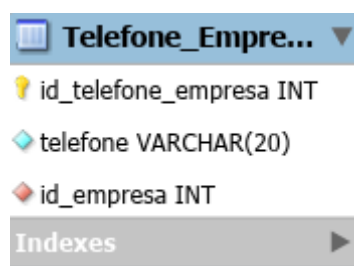


Figura 4 – Tabela Telefone Empresa

4.4 E-mail Empresa

A tabela E-mail Empresa tem como finalidade armazenar os e-mails relacionados à empresa cadastrada no sistema. Essa tabela foi separada da tabela Empresa para atender aos princípios de normalização, pois uma empresa pode possuir mais de um endereço de e-mail, evitando a criação de campos repetidos na tabela principal.

Essa tabela possui três atributos: `id_email_empresa`, `id_empresa` e `email`.

O atributo `id_email_empresa` é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada e-mail cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_empresa` também é do tipo INT e representa a referência à empresa à qual o e-mail pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Empresa. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo e-mail cadastrado esteja obrigatoriamente associado a uma empresa existente.

Por fim, o atributo `email` é do tipo VARCHAR(120), utilizado para armazenar o endereço de e-mail da empresa em formato textual, com limite máximo de 120 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois todo registro da tabela deve conter um e-mail associado à empresa.

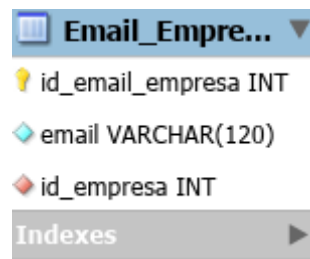


Figura 5 – Tabela E-mail Empresa

4.5 Setor

A tabela Setor tem como finalidade armazenar os setores pertencentes à empresa cadastrada no sistema. Essa tabela permite organizar a estrutura interna da empresa, possibilitando relacionar cada máquina ao setor em que está localizada.

Essa tabela possui cinco atributos: `id_setor`, `id_empresa`, `nome_setor`, `descricao` e `localizacao`.

O atributo `id_setor` é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores

nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada setor cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_empresa` também é do tipo INT e representa a referência à empresa à qual o setor pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Empresa. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo setor cadastrado esteja associado a uma empresa existente.

O atributo `nome_setor` é do tipo VARCHAR(100), utilizado para armazenar o nome do setor em formato textual, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois todo setor precisa possuir uma identificação nominal.

O atributo `descricao` é do tipo VARCHAR(255), utilizado para armazenar uma breve descrição do setor, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo pode ser nulo, pois a descrição é uma informação complementar.

Por fim, o atributo `localizacao` é do tipo VARCHAR(120), utilizado para indicar a localização do setor dentro da empresa, com limite máximo de 120 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois auxilia na identificação física do setor em que as máquinas estão instaladas.

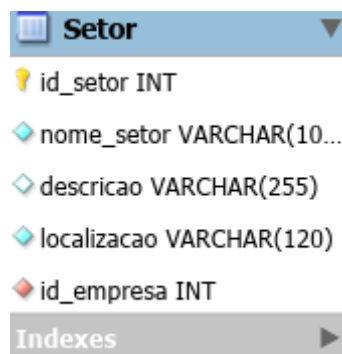


Figura 6 – Tabela Setor

4.6 Máquina

A tabela Máquina tem como finalidade armazenar as informações das máquinas industriais cadastradas no sistema. Essa tabela é essencial para o controle de manutenção, pois cada máquina deve estar vinculada a um setor e possuir dados próprios que permitam sua identificação e acompanhamento.

Essa tabela possui nove atributos: `id_maquina`, `id_setor`, `codigo_maquina`, `nome_maquina`, `modelo`, `fabricante`, `numero_serie`, `data_aquisicao` e `status_operacional`.

O atributo `id_maquina` é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores

nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada máquina cadastrada recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_setor` também é do tipo `INT` e representa a referência ao setor em que a máquina está localizada. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela `Setor`. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que toda máquina cadastrada esteja associada a um setor existente.

O atributo `codigo_maquina` é do tipo `VARCHAR(50)`, utilizado para armazenar um código interno de identificação da máquina, com limite máximo de 50 caracteres. Esse campo não pode ser nulo e possui a restrição `UNIQUE`, garantindo que não existam duas máquinas cadastradas com o mesmo código.

O atributo `nome_maquina` é do tipo `VARCHAR(100)`, utilizado para armazenar o nome da máquina em formato textual, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois toda máquina deve possuir uma identificação nominal.

Os atributos `modelo` e `fabricante` são do tipo `VARCHAR(100)`, utilizados para armazenar, respectivamente, o modelo e o fabricante da máquina, ambos com limite máximo de 100 caracteres. Esses campos não podem ser nulos, pois são informações importantes para a identificação técnica do equipamento.

O atributo `numero_serie` é do tipo `VARCHAR(100)`, utilizado para armazenar o número de série da máquina, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo e possui a restrição `UNIQUE`, garantindo que não existam máquinas cadastradas com o mesmo número de série.

O atributo `data_aquisicao` é do tipo `DATE`, utilizado para armazenar a data em que a máquina foi adquirida pela empresa. Esse campo não pode ser nulo, pois auxilia no acompanhamento da idade do equipamento e de sua vida útil.

Por fim, o atributo `status_operacional` é do tipo `VARCHAR(40)`, utilizado para indicar a condição atual da máquina, como ativa, em manutenção, parada ou desativada. Esse campo não pode ser nulo, pois permite identificar rapidamente a situação operacional do equipamento.

Maquina	
id_maquina	INT
codigo_maquina	VARCHAR(50)
nome_maquina	VARCHAR(100)
modelo	VARCHAR(100)
fabricante	VARCHAR(100)
numero_serie	VARCHAR(100)
data_aquisicao	DATE
status_operacional	VARCHAR(4...)
id_setor	INT
Indexes	

Figura 7 – Tabela Máquina

4.7 Componente

A tabela Componente tem como finalidade armazenar as informações dos componentes pertencentes às máquinas cadastradas no sistema. Essa tabela permite controlar quais elementos fazem parte de cada máquina, facilitando o acompanhamento de sua condição, vida útil e necessidade de substituição.

Essa tabela possui oito atributos: id_componente, id_maquina, nome_componente, tipo_componente, fabricante, vida_util_estimada, data_instalacao e status_componente.

O atributo id_componente é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada componente cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo id_maquina também é do tipo INT e representa a referência à máquina à qual o componente pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Máquina. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo componente cadastrado esteja obrigatoriamente associado a uma máquina existente.

Os atributos nome_componente e tipo_componente são do tipo VARCHAR, utilizados para armazenar informações textuais sobre o componente. O atributo nome_componente possui limite máximo de 100 caracteres, enquanto o atributo tipo_componente possui limite máximo de 80 caracteres. Ambos não podem ser nulos, pois são informações essenciais para a identificação do componente.

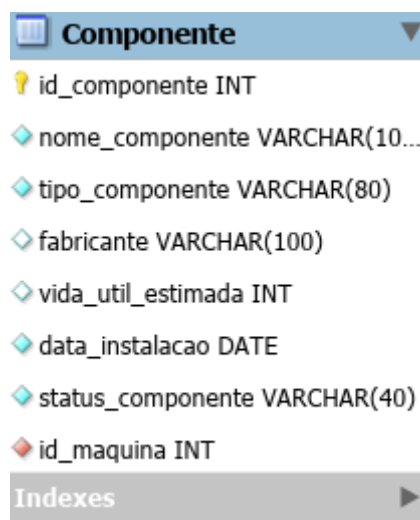
O atributo fabricante é do tipo VARCHAR(100), utilizado para armazenar o nome do fabricante do componente, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo

pode ser nulo, pois nem sempre essa informação estará disponível no momento do cadastro.

O atributo `vida_util_estimada` é do tipo `INT`, utilizado para armazenar a estimativa de vida útil do componente em valor numérico. Esse campo pode ser nulo, pois em alguns casos a vida útil pode não estar previamente definida.

O atributo `data_instalacao` é do tipo `DATE`, utilizado para armazenar a data em que o componente foi instalado na máquina. Esse campo não pode ser nulo, pois permite acompanhar o tempo de uso do componente.

Por fim, o atributo `status_componente` é do tipo `VARCHAR(40)`, utilizado para indicar a condição atual do componente, como em uso, substituído, desgastado ou inativo. Esse campo não pode ser nulo, pois auxilia no controle da situação de cada componente.



Componente	
id_componente	INT
nome_componente	VARCHAR(100)
tipo_componente	VARCHAR(80)
fabricante	VARCHAR(100)
vida_util_estimada	INT
data_instalacao	DATE
status_componente	VARCHAR(40)
id_maquina	INT
Indexes	

Figura 8 – Tabela Componente

4.8 Ordem de Serviço

A tabela Ordem de Serviço tem como finalidade armazenar as solicitações formais de manutenção relacionadas às máquinas cadastradas no sistema. Essa tabela representa o início do processo de manutenção, registrando a necessidade de intervenção em determinado equipamento.

Essa tabela possui sete atributos: `id_ordem_servico`, `id_maquina`, `data_abertura`, `descricao_solicitacao`, `prioridade`, `status_ordem` e `solicitante`.

O atributo `id_ordem_servico` é do tipo `INT`, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada ordem de serviço cadastrada recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_maquina` também é do tipo `INT` e representa a referência à máquina para a qual a ordem de serviço foi aberta. Esse campo é uma chave estrangeira,

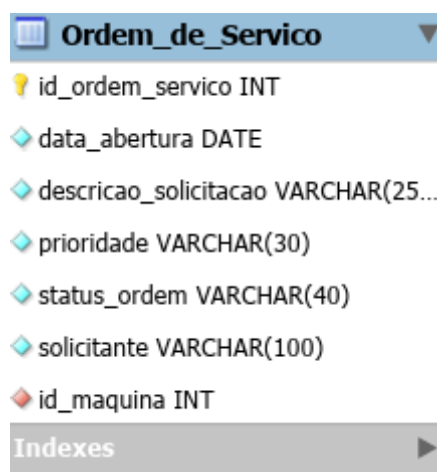
pois se relaciona com a chave primária da tabela Máquina. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que toda ordem de serviço esteja obrigatoriamente associada a uma máquina existente.

O atributo `data_abertura` é do tipo `DATE`, utilizado para armazenar a data em que a ordem de serviço foi aberta. Esse campo não pode ser nulo, pois permite registrar o início formal da solicitação de manutenção.

O atributo `descricao_solicitacao` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para armazenar a descrição da solicitação feita, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois apresenta o motivo da abertura da ordem de serviço.

Os atributos `prioridade` e `status_ordem` são do tipo `VARCHAR`, utilizados para armazenar informações textuais sobre a classificação e a situação da ordem de serviço. O atributo `prioridade` possui limite máximo de 30 caracteres, enquanto o atributo `status_ordem` possui limite máximo de 40 caracteres. Ambos não podem ser nulos, pois permitem identificar a urgência e o andamento da solicitação.

Por fim, o atributo `solicitante` é do tipo `VARCHAR(100)`, utilizado para armazenar o nome ou identificação de quem solicitou a manutenção, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois toda ordem de serviço deve possuir um solicitante registrado.



Ordem_de_Servico	
id_ordem_servico	INT
data_abertura	DATE
descricao_solicitacao	VARCHAR(255)
prioridade	VARCHAR(30)
status_ordem	VARCHAR(40)
solicitante	VARCHAR(100)
id_maquina	INT
Indexes	

Figura 9 – Tabela Ordem de Serviço

4.9 Funcionário

A tabela Funcionário tem como finalidade armazenar as informações gerais dos funcionários envolvidos no processo de manutenção. Essa tabela funciona como uma entidade principal, a partir da qual podem ser representadas especializações, como Profissional de Manutenção e Supervisor.

Essa tabela possui cinco atributos: `id_funcionario`, `nome`, `cpf`, `matricula` e `cargo`.

O atributo `id_funcionario` é do tipo `INT`, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada funcionário cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `nome` é do tipo `VARCHAR(120)`, utilizado para armazenar o nome do funcionário em formato textual, com limite máximo de 120 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois todo funcionário deve possuir uma identificação nominal.

O atributo `cpf` é do tipo `VARCHAR(14)`, utilizado para armazenar o CPF do funcionário com a formatação usual. Esse campo não pode ser nulo e possui a restrição `UNIQUE`, garantindo que não existam dois funcionários cadastrados com o mesmo CPF.

O atributo `matricula` é do tipo `VARCHAR(30)`, utilizado para armazenar a matrícula interna do funcionário na empresa, com limite máximo de 30 caracteres. Esse campo não pode ser nulo e possui a restrição `UNIQUE`, garantindo que cada funcionário tenha uma matrícula exclusiva.

Por fim, o atributo `cargo` é do tipo `VARCHAR(80)`, utilizado para armazenar o cargo ocupado pelo funcionário, com limite máximo de 80 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois auxilia na identificação da função exercida pelo funcionário dentro da empresa.

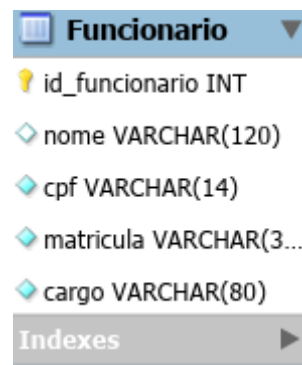


Figura 10 – Tabela Funcionário

4.10 Telefone Funcionário

A tabela Telefone Funcionário tem como finalidade armazenar os telefones relacionados aos funcionários cadastrados no sistema. Essa tabela foi separada da tabela Funcionário para atender aos princípios de normalização, pois um funcionário pode possuir mais de um telefone, evitando a repetição de campos na tabela principal.

Essa tabela possui três atributos: `id_telefone_funcionario`, `id_funcionario` e `telefone`.

O atributo `id_telefone_funcionario` é do tipo `INT`, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada telefone cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_funcionario` também é do tipo `INT` e representa a referência ao funcionário ao qual o telefone pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela `Funcionário`. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo telefone cadastrado esteja obrigatoriamente associado a um funcionário existente.

Por fim, o atributo `telefone` é do tipo `VARCHAR(20)`, utilizado para armazenar o número de telefone do funcionário em formato textual, com limite máximo de 20 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois todo registro da tabela deve conter um telefone associado ao funcionário.

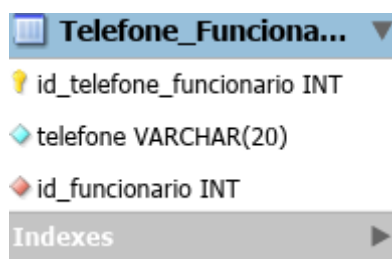


Figura 11 – Tabela Telefone Funcionário

4.11 E-mail Funcionário

A tabela `E-mail Funcionário` tem como finalidade armazenar os e-mails relacionados aos funcionários cadastrados no sistema. Essa tabela foi separada da tabela `Funcionário` para atender aos princípios de normalização, pois um funcionário pode possuir mais de um endereço de e-mail, evitando a criação de campos repetidos na tabela principal.

Essa tabela possui três atributos: `id_email_funcionario`, `id_funcionario` e `email`.

O atributo `id_email_funcionario` é do tipo `INT`, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada e-mail cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_funcionario` também é do tipo `INT` e representa a referência ao funcionário ao qual o e-mail pertence. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela `Funcionário`. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo e-mail cadastrado esteja obrigatoriamente associado a um funcionário existente.

Por fim, o atributo `email` é do tipo `VARCHAR(120)`, utilizado para armazenar o endereço de e-mail do funcionário em formato textual, com limite máximo de 120

caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois todo registro da tabela deve conter um e-mail associado ao funcionário.

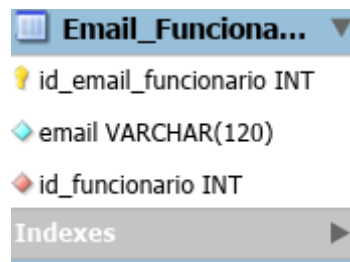


Figura 12 – Tabela E-mail Funcionário

4.12 Profissional de Manutenção

A tabela Profissional de Manutenção tem como finalidade representar os funcionários que atuam diretamente na execução das manutenções cadastradas no sistema. Essa tabela é uma especialização da tabela Funcionário, armazenando apenas as informações específicas relacionadas à atuação na área de manutenção.

Essa tabela possui dois atributos: `id_funcionario` e `area_atuacao`.

O atributo `id_funcionario` é do tipo INT e corresponde à chave primária da tabela Profissional de Manutenção. Além disso, também funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Funcionário. Esse campo não pode ser nulo, garantindo que todo profissional de manutenção esteja previamente cadastrado como funcionário no sistema.

O atributo `area_atuacao` é do tipo VARCHAR(80), utilizado para armazenar a área técnica de atuação do profissional de manutenção, com limite máximo de 80 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois permite identificar a especialidade ou área predominante do funcionário, como mecânica, elétrica, hidráulica, pneumática ou automação.

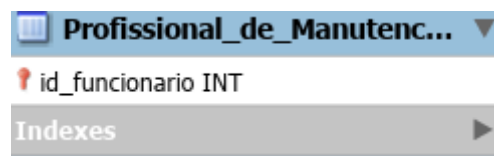


Figura 13 – Tabela Profissional de Manutenção

4.13 Supervisor

A tabela Supervisor tem como finalidade representar os funcionários responsáveis pela supervisão das manutenções realizadas. Assim como a tabela Profissional de Manutenção, essa tabela é uma especialização da tabela Funcionário, armazenando informações específicas do funcionário que exerce função de supervisão.

Essa tabela possui dois atributos: `id_funcionario` e `setor_responsavel`.

O atributo `id_funcionario` é do tipo INT e corresponde à chave primária da tabela Supervisor. Além disso, também funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Funcionário. Esse campo não pode ser nulo, garantindo que todo supervisor esteja previamente cadastrado como funcionário no sistema.

O atributo `setor_responsavel` é do tipo VARCHAR(100), utilizado para armazenar o setor pelo qual o supervisor é responsável, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo pode ser nulo, pois em alguns casos o supervisor pode atuar em mais de um setor ou não possuir um setor específico registrado no momento do cadastro.



Figura 14 – Tabela Supervisor

4.14 Manutenção

A tabela Manutenção tem como finalidade armazenar as informações gerais das intervenções realizadas ou programadas nas máquinas cadastradas no sistema. Essa tabela reúne os dados comuns a qualquer tipo de manutenção, independentemente de ela ser corretiva, preventiva ou preditiva.

Essa tabela possui sete atributos: `id_manutencao`, `id_maquina`, `id_ordem_servico`, `data_manutencao`, `descricao_servico`, `status_manutencao` e `observacoes`.

O atributo `id_manutencao` é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada manutenção cadastrada recebe automaticamente um identificador único.

O atributo `id_maquina` também é do tipo INT e representa a referência à máquina que recebeu a manutenção. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Máquina. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que toda manutenção esteja associada a uma máquina existente.

O atributo `id_ordem_servico` é do tipo INT e representa a referência à ordem de serviço que originou a manutenção. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Ordem de Serviço. Além disso, não pode ser nulo e possui a restrição UNIQUE, garantindo que cada ordem de serviço esteja vinculada a apenas uma manutenção.

O atributo `data_manutencao` é do tipo `DATE`, utilizado para armazenar a data em que a manutenção foi realizada ou programada. Esse campo não pode ser nulo, pois permite o controle cronológico das intervenções feitas na máquina.

O atributo `descricao_servico` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para armazenar a descrição geral do serviço de manutenção, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois apresenta o resumo da intervenção realizada.

O atributo `status_manutencao` é do tipo `VARCHAR(40)`, utilizado para indicar a situação da manutenção, como programada, em andamento, concluída ou cancelada. Esse campo não pode ser nulo, pois permite acompanhar o andamento do processo.

Por fim, o atributo `observacoes` é do tipo `TEXT`, utilizado para armazenar informações complementares sobre a manutenção. Esse campo pode ser nulo, pois as observações não são obrigatórias em todos os registros.

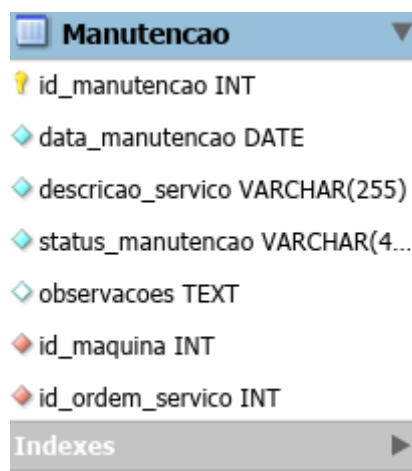


Figura 15 – Tabela Manutenção

4.15 Manutenção Corretiva

A tabela Manutenção Corretiva tem como finalidade armazenar as informações específicas das manutenções realizadas após a ocorrência de uma falha ou defeito na máquina. Essa tabela representa uma especialização da tabela Manutenção, contendo apenas os atributos próprios desse tipo de intervenção.

Essa tabela possui cinco atributos: `id_manutencao`, `falha_identificada`, `causa_provavel`, `acao_corretiva_realizada` e `tempo_maquina_parada`.

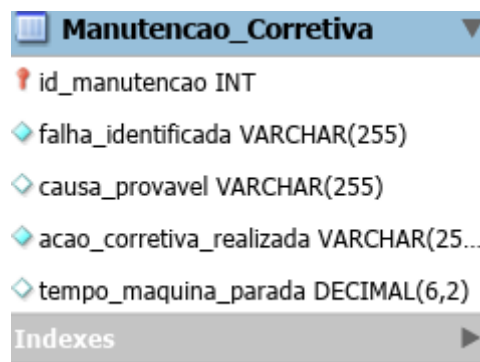
O atributo `id_manutencao` é do tipo `INT` e corresponde à chave primária da tabela Manutenção Corretiva. Além disso, também funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Manutenção. Esse campo não pode ser nulo, garantindo que toda manutenção corretiva esteja previamente cadastrada como uma manutenção geral no sistema.

O atributo `falha_identificada` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para armazenar a descrição da falha apresentada pela máquina, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois representa o motivo principal da intervenção corretiva.

O atributo `causa_provavel` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para registrar a possível causa da falha identificada, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo pode ser nulo, pois nem sempre a causa será determinada no momento do registro.

O atributo `acao_corretiva_realizada` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para descrever a ação executada para corrigir a falha, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois indica o procedimento realizado para restabelecer o funcionamento da máquina.

Por fim, o atributo `tempo_maquina_parada` é do tipo `DECIMAL(6,2)`, utilizado para armazenar o tempo em que a máquina permaneceu parada durante a manutenção. Esse campo pode ser nulo, pois essa informação pode não estar disponível em todos os registros.



The image shows a screenshot of a database management tool displaying the structure of a table named 'Manutencao_Corretiva'. The table has five columns: 'id_manutencao' (INT, primary key), 'falha_identificada' (VARCHAR(255)), 'causa_provavel' (VARCHAR(255)), 'acao_corretiva_realizada' (VARCHAR(255)), and 'tempo_maquina_parada' (DECIMAL(6,2)). There is an 'Indexes' section at the bottom with a right-pointing arrow.

Column Name	Data Type	Constraints
id_manutencao	INT	Primary Key
falha_identificada	VARCHAR(255)	
causa_provavel	VARCHAR(255)	
acao_corretiva_realizada	VARCHAR(255)	
tempo_maquina_parada	DECIMAL(6,2)	

Figura 16 – Tabela Manutenção Corretiva

4.16 Manutenção Preventiva

A tabela Manutenção Preventiva tem como finalidade armazenar as informações específicas das manutenções realizadas de forma planejada, antes da ocorrência de falhas. Essa tabela representa uma especialização da tabela Manutenção, contendo os atributos próprios das intervenções preventivas.

Essa tabela possui quatro atributos: `id_manutencao`, `checklist_prevista`, `periodicidade` e `proxima_manutencao`.

O atributo `id_manutencao` é do tipo `INT` e corresponde à chave primária da tabela Manutenção Preventiva. Além disso, também funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Manutenção. Esse campo não pode ser nulo, garantindo que toda manutenção preventiva esteja previamente cadastrada como uma manutenção geral no sistema.

O atributo `checklist_prevista` é do tipo `TEXT`, utilizado para armazenar a lista de verificações ou procedimentos previstos para a manutenção preventiva. Esse campo não pode ser nulo, pois representa as atividades que devem ser realizadas durante a intervenção.

O atributo `periodicidade` é do tipo `VARCHAR(50)`, utilizado para indicar o intervalo ou critério adotado para a realização da manutenção, como mensal, semestral, anual ou por horas de operação. Esse campo não pode ser nulo, pois permite identificar a frequência planejada para a manutenção.

Por fim, o atributo `proxima_manutencao` é do tipo `DATE`, utilizado para armazenar a data prevista para a próxima manutenção preventiva. Esse campo pode ser nulo, pois essa informação pode ser definida posteriormente, conforme o planejamento da empresa.

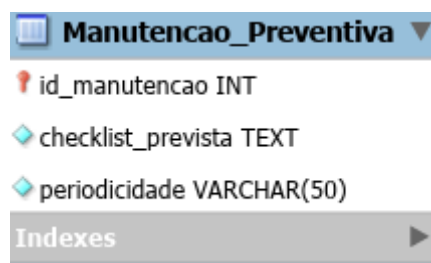


Figura 17 – Tabela Manutenção Preventiva

4.17 Manutenção Preditiva

A tabela Manutenção Preditiva tem como finalidade armazenar as informações específicas das manutenções baseadas no monitoramento das condições reais da máquina. Essa tabela representa uma especialização da tabela Manutenção, contendo os atributos próprios das intervenções preditivas.

Essa tabela possui sete atributos: `id_manutencao`, `parametro_monitorado`, `valor_medido`, `limite_aceitavel`, `tecnica_utilizada`, `tendencia_identificada` e `recomendacao_tecnica`.

O atributo `id_manutencao` é do tipo `INT` e corresponde à chave primária da tabela Manutenção Preditiva. Além disso, também funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Manutenção. Esse campo não pode ser nulo, garantindo que toda manutenção preditiva esteja previamente cadastrada como uma manutenção geral no sistema.

O atributo `parametro_monitorado` é do tipo `VARCHAR(100)`, utilizado para armazenar o parâmetro acompanhado durante a análise da máquina, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois identifica qual condição foi monitorada, como vibração, temperatura, ruído, corrente elétrica ou pressão.

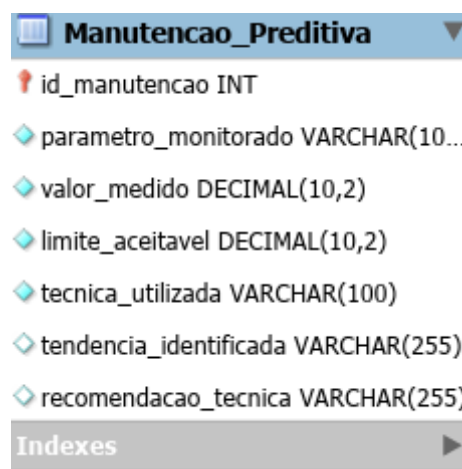
O atributo `valor_medido` é do tipo `DECIMAL(10,2)`, utilizado para armazenar o valor obtido durante a medição do parâmetro monitorado. Esse campo não pode ser nulo, pois representa o resultado da análise realizada.

O atributo `limite_aceitavel` é do tipo `DECIMAL(10,2)`, utilizado para armazenar o valor limite considerado aceitável para o parâmetro monitorado. Esse campo não pode ser nulo, pois permite comparar o valor medido com a condição esperada de funcionamento.

O atributo `tecnica_utilizada` é do tipo `VARCHAR(100)`, utilizado para registrar a técnica aplicada na análise preditiva, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois indica o método utilizado para avaliar a condição da máquina, como termografia, análise de vibração ou análise de óleo.

O atributo `tendencia_identificada` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para descrever a tendência observada a partir dos dados coletados, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo pode ser nulo, pois nem sempre será identificada uma tendência relevante.

Por fim, o atributo `recomendacao_tecnica` é do tipo `VARCHAR(255)`, utilizado para registrar a recomendação técnica decorrente da análise realizada, com limite máximo de 255 caracteres. Esse campo pode ser nulo, pois a recomendação pode depender da avaliação posterior do responsável técnico.



Manutencao_Preditiva	
↑	id_manutencao INT
◇	parametro_monitorado VARCHAR(10...
◇	valor_medido DECIMAL(10,2)
◇	limite_aceitavel DECIMAL(10,2)
◇	tecnica_utilizada VARCHAR(100)
◇	tendencia_identificada VARCHAR(255)
◇	recomendacao_tecnica VARCHAR(255)
Indexes ▶	

Figura 18 – Tabela Manutenção Preditiva

4.18 Execução Manutenção

A tabela Execução Manutenção tem como finalidade representar o relacionamento entre as manutenções cadastradas e os profissionais de manutenção responsáveis por sua execução. Essa tabela é necessária porque uma manutenção pode ser executada por mais de um profissional, assim como um mesmo profissional pode participar de várias manutenções.

Essa tabela possui cinco atributos: `id_manutencao`, `id_profissional_manutencao`, `funcao_na_manutencao`, `data_inicio` e `data_fim`.

O atributo `id_manutencao` é do tipo `INT` e representa a referência à manutenção executada. Esse campo faz parte da chave primária composta da tabela e também funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela `Manutenção`. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo registro de execução esteja associado a uma manutenção existente.

O atributo `id_profissional_manutencao` também é do tipo `INT` e representa a referência ao profissional de manutenção responsável pela execução. Esse campo também faz parte da chave primária composta da tabela e funciona como chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela `Profissional de Manutenção`. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que toda execução esteja associada a um profissional de manutenção existente.

O atributo `funcao_na_manutencao` é do tipo `VARCHAR(100)`, utilizado para armazenar a função exercida pelo profissional durante a manutenção, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois permite identificar a participação do profissional na intervenção.

O atributo `data_inicio` é do tipo `DATETIME`, utilizado para armazenar a data e o horário de início da participação do profissional na manutenção. Esse campo não pode ser nulo, pois registra o início da execução do serviço.

Por fim, o atributo `data_fim` é do tipo `DATETIME`, utilizado para armazenar a data e o horário de término da participação do profissional na manutenção. Esse campo pode ser nulo, pois a execução pode ainda estar em andamento no momento do registro.

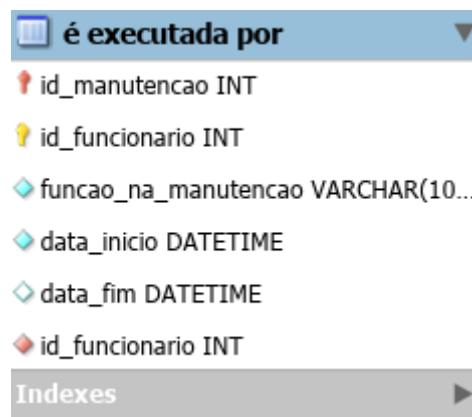


Figura 19 – Tabela Execução Manutenção

4.19 Laudo Técnico

A tabela `Laudo Técnico` tem como finalidade armazenar os laudos emitidos após a supervisão das manutenções realizadas. O laudo técnico registra a avaliação do supervisor sobre o serviço executado, a condição da máquina e eventuais recomendações após a intervenção.

Essa tabela possui oito atributos: id_laudo, id_supervisor, id_manutencao, data_emissao, descricao_tecnica, conclusao, recomendacoes, condicao_seguranca e status_aprovacao.

O atributo id_laudo é do tipo INT, utilizado para armazenar valores numéricos inteiros. Ele corresponde à chave primária da tabela, não pode receber valores nulos e é auto incrementável. Dessa forma, cada laudo técnico cadastrado recebe automaticamente um identificador único.

O atributo id_supervisor também é do tipo INT e representa a referência ao supervisor que emitiu o laudo técnico. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Supervisor. Além disso, não pode ser nulo, garantindo que todo laudo esteja associado a um supervisor existente.

O atributo id_manutencao é do tipo INT e representa a referência à manutenção à qual o laudo técnico se refere. Esse campo é uma chave estrangeira, pois se relaciona com a chave primária da tabela Manutenção. Além disso, não pode ser nulo e possui a restrição UNIQUE, garantindo que cada manutenção tenha apenas um laudo técnico associado.

O atributo data_emissao é do tipo DATE, utilizado para armazenar a data em que o laudo técnico foi emitido. Esse campo não pode ser nulo, pois permite controlar quando a avaliação técnica foi registrada.

O atributo descricao_tecnica é do tipo TEXT, utilizado para armazenar a descrição técnica da avaliação realizada. Esse campo não pode ser nulo, pois apresenta as informações principais do laudo.

O atributo conclusao é do tipo TEXT, utilizado para registrar a conclusão do supervisor sobre a manutenção e a condição da máquina. Esse campo não pode ser nulo, pois representa o resultado final da avaliação.

O atributo recomendacoes é do tipo TEXT, utilizado para armazenar eventuais recomendações técnicas após a manutenção. Esse campo pode ser nulo, pois nem todo laudo exigirá recomendações adicionais.

O atributo condicao_seguranca é do tipo VARCHAR(100), utilizado para indicar a condição de segurança da máquina após a manutenção, com limite máximo de 100 caracteres. Esse campo não pode ser nulo, pois registra se o equipamento está ou não em condição adequada de operação.

Por fim, o atributo status_aprovacao é do tipo VARCHAR(40), utilizado para indicar a situação do laudo, como aprovado, reprovado ou pendente. Esse campo não pode ser nulo, pois permite identificar o resultado da avaliação realizada pelo supervisor.

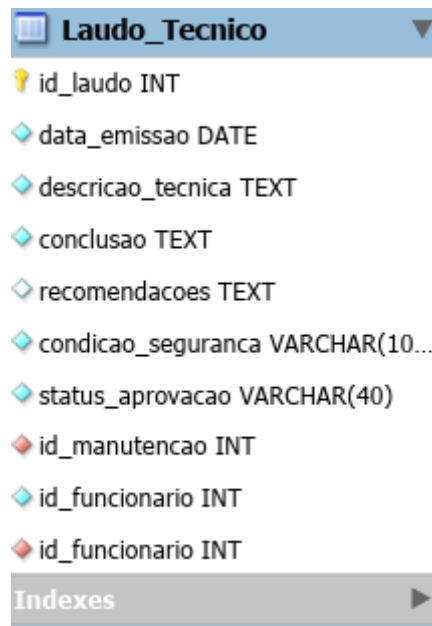


Figura 21 – Tabela Laudo Técnico

4.20 Visão geral

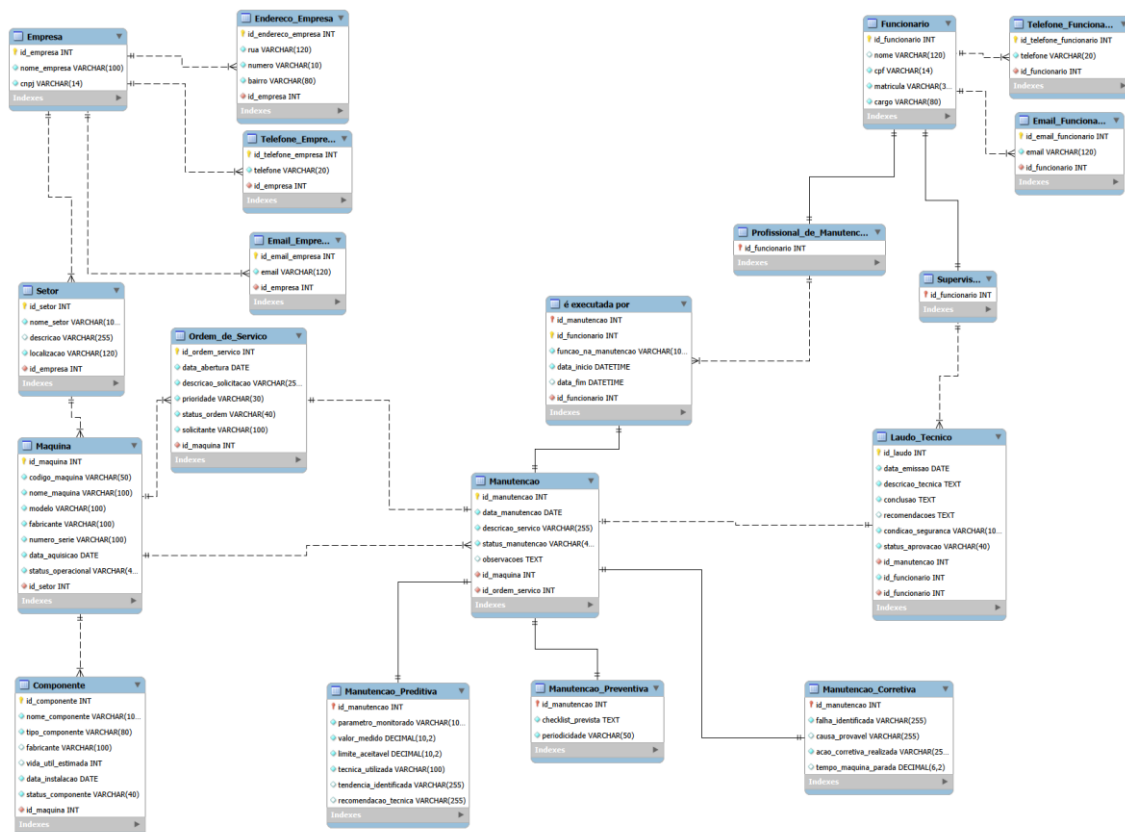


Figura 22 – Tabelas

5. Conclusão

Com base no desenvolvimento do trabalho, é possível concluir que a utilização de um sistema informatizado com banco de dados pode contribuir significativamente para o controle das manutenções em máquinas industriais. A proposta apresentada permite organizar informações essenciais sobre empresas, setores, máquinas, componentes, ordens de serviço, manutenções, profissionais responsáveis, supervisores e laudos técnicos, formando uma base estruturada e acessível para consulta e acompanhamento.

O funcionamento do sistema possibilita um melhor controle das atividades realizadas, permitindo identificar quando uma manutenção foi executada, qual máquina recebeu a intervenção, quais componentes foram envolvidos, quais profissionais participaram do serviço e quem foi o responsável pela supervisão. Dessa forma, a empresa passa a contar com um histórico mais confiável das manutenções, reduzindo a dependência de registros manuais, dispersos ou incompletos.

Além de facilitar a busca por informações, o sistema também contribui para uma gestão mais eficiente do maquinário. Ao permitir o acompanhamento das manutenções realizadas e dos componentes cadastrados, torna-se possível planejar melhor as intervenções futuras, reduzindo a dependência de manutenções corretivas e favorecendo a adoção de práticas preventivas e preditivas. Com isso, espera-se uma redução de falhas inesperadas, menor tempo de máquina parada e maior continuidade nos processos produtivos.

A longo prazo, a implantação de um controle estruturado tende a contribuir para o aumento da vida útil das máquinas, para a redução de custos com reparos emergenciais e para uma maior eficiência operacional da empresa. Além disso, o registro organizado das manutenções auxilia no atendimento às normas técnicas e regulamentações aplicáveis, como a NR-12, que prevê a necessidade de controle e registro das intervenções realizadas em máquinas e equipamentos.

Portanto, o modelo de banco de dados proposto apresenta-se como uma solução adequada para melhorar a organização, a rastreabilidade e a confiabilidade das informações relacionadas à manutenção industrial. Sua aplicação pode trazer benefícios tanto para a gestão interna da empresa quanto para a segurança, a produtividade e a conformidade dos processos de manutenção.

6. Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 12 — Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: Acesso em: 25 abr. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT. Disponível em: Acesso em: 25 abr. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 55000: Gestão de ativos — Terminologia, visão geral e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2024. Disponível em: Acesso em: 25 abr. 2026.