

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
(CEFET-MG)**

Desirée Marianne Sales Silveira

**PROTÓTIPO DE UM SOFTWARE DE GESTÃO DE LABORATÓRIOS DE
ENSAIOS PARA ATENDER AS EXIGÊNCIAS DA NORMA ABNT NBR
ISO/IEC 17025:2005**

Belo Horizonte (MG)

2017

Desiree Marianne Sales Silveira

**PROTÓTIPO DE UM SOFTWARE DE GESTÃO DE LABORATÓRIOS DE
ENSAIOS PARA ATENDER AS EXIGÊNCIAS DA NORMA ABNT NBR
ISO/IEC 17025:2005**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel
em Química Tecnológica.**

**Orientadora: Prof^a. Janice Cardoso
Pereira Rocha.
Co-orientador: Prof. Rodrigo Augusto
da Silva Alves.**

CEFET-MG

Belo Horizonte (MG)

2017

Desiree Marianne Sales Silveira

**PROTÓTIPO DE UM SOFTWARE DE GESTÃO DE LABORATÓRIOS DE
ENSAIOS PARA ATENDER AS EXIGÊNCIAS DA NORMA ABNT NBR
ISO/IEC 17025:2005**

**Trabalho de conclusão de curso do Bacharelado
em Química Tecnológica
CEFET-MG**

Belo Horizonte, 05 de dezembro de 2017

**Prof^a. Janice Cardoso Pereira Rocha
(orientadora – CEFET-MG)**

**Prof. Rodrigo Augusto da Silva Alves
(co-orientador – CEFET-MG)**

**Prof. João Fernando Machry Sarubbi
(avaliador – CEFET-MG)**

**Prof. Patterson Patrício de Souza
(avaliador – CEFET-MG)**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, que nunca mediu esforços para a realização da minha conquista profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, exemplo de vida, garra, superação e amor infinito, por todos os dias de carinho, ajuda e presença física e emocional. Sem ela este trabalho não seria possível.

Aos proprietários da *Vet Plus* pela grande oportunidade e confiança, Elen Resende Santos Galvani e Fernando Galvani.

Agradeço também aos professores do Departamento de Química do CEFET-MG por tudo que me foi ensinado.

À minha professora e orientadora Janice Cardoso Pereira Rocha por ter me recebido tão de braços abertos e confiado na minha capacidade profissional e emocional de realizar esse desafio.

Ao meu co-orientador Rodrigo Augusto da Silva Alves por me ajudar em meus desafios e me guiar para o melhor caminho profissional.

Vocês são parte desta conquista.

RESUMO

SALES, D. M.; ALVES, R. A. S.; ROCHA, J. C. P. Protótipo de um Software de Gestão de Laboratórios de Ensaios para Atender as Exigências Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.

Na chamada Era da Qualidade Total, a globalização impulsiona a necessidade de implementar procedimentos e padrões experimentais reconhecidos e compartilhados em todo o mundo, o que é facilitado quando os laboratórios estão adaptados aos requisitos estabelecidos no padrão internacional descrito na Norma NBR ISO/IEC 17025:2005. Esta adaptação pode ser simplificada e acelerada com o emprego de um software de gerenciamento de informações. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma de baixo custo para o controle de qualidade das etapas de coleta de dados, cálculos e comparação de resultados, com foco no cumprimento dos requisitos gerenciais e técnicos da Norma NBR ISO/IEC 17025. A partir de um estudo de caso, desenvolvido em parceria com um laboratório privado que realiza ensaios químicos, físicos e microbiológicos em águas e efluentes, o passo a passo detalhado da rotina da empresa foi mapeado e estas informações subsidiaram o processo de desenvolvimento de um software. Durante a etapa de diagnóstico foram levantadas as funcionalidades essenciais para gerenciar o sistema de qualidade deste laboratório classificado como de pequeno porte. As características do software em desenvolvimento abrangem alguns dos requisitos gerenciais e técnicos previstos na Norma NBR ISO/IEC 17025:2005 e permitem a gravação e comparação inicial de dados emitidos com valores limites estabelecidos por diferentes legislações, garantindo maior segurança no armazenamento dos dados e confiabilidade dos resultados emitidos. Certamente este software propiciará ganhos intangíveis em relação àqueles de arquivos tradicionais, como facilidade de uso, consolidação de dados da empresa e velocidade de acesso à informação. Seu funcionamento na Web permitirá que os dados fiquem acessíveis ao corpo técnico credenciado ou mesmo a usuários externos, além de minimizar a redundância das informações e melhorar seu controle e segurança. O software será lançado em um ambiente mercadológico exigente e em expansão e se mostra útil para garantir a eficiência das atividades de laboratórios de ensaios químicos, tornando o fluxo de trabalho mais célere, dinâmico, seguro e garantindo o cumprimento do controle da qualidade, em concordância com quesitos básicos requeridos pela Norma NBR ISO/IEC 17025:2005.

Palavras-chave: software, gestão da qualidade, Norma NBR ISO/IEC17025

ABSTRACT

SALES, D. M.; ALVES, R. A. S.; ROCHA, J. C. P. Prototype of a Management Software for Testing Laboratories to Meet the Requirements of ISO/IEC 17025:2005 Standard.

In the so-called Total Quality Era, globalization drives the need to implement recognized experimental procedures and standards around the world. The global sharing of test and calibration test results is facilitated when the laboratories are adapted to the requirements set out in the international standard described in ISO/IEC 17025:2005. This adaptation can be simplified and accelerated by the use of information management software. Therefore, the objective of this work was to develop a low cost platform for quality control with a focus on meeting the management and technical requirements of ISO/IEC 17025. From a case study, conducted in a private laboratory that conducts chemical tests in waters and effluents, the detailed step-by-step of this routine was mapped and this information subsidized the software development process. The essential functionalities to manage the quality system of a laboratory classified as small have been raised. The characteristics of the system under development cover some of the managerial and technical requirements foreseen in ISO/IEC 17025:2005 and allow the recording and initial comparison of the data emitted with limits established by different laws, guaranteeing greater reliability of the results emitted. Certainly this system provides intangible gains over traditional archives, such as ease of use, enterprise data consolidation, and speed of access to information. Its Web operation makes data accessible to the accredited technical staff or even to external users, as well as minimizing data redundancy and improving its control and security. The software will be launched in a demanding and expanding marketing environment and is useful to increase the efficiency of the activities of the testing laboratories, making the workflow faster, more dynamic and ensuring compliance with the quality control, in accordance with the Standard NBR ISO/IEC 17025:2005.

Palavras-chave: software, quality management, NBR ISO/IEC17025:2005 standard

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Esquema 1: Etapas das Principais Atividades Realizadas no Laboratório *Vet Plus*.

Esquema 2: Exemplo de Diagrama de Entidade Relacional.

Esquema 3: Exemplo de Modelo Relacional

Figura 1: Tela de Cadastro de Cliente.

Figura 2: Categorias essenciais desenvolvidas no Software Solution.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR – Norma Brasileira
ISO – International Organization for Standardization
IEC – International Electrotechnical Commission
Cgcre – Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro
CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CPF – Cadastro de Pessoa Física
VMP – Valor Máximo Permitido
CRMV – Conselho Regional de Medicina Veterinária
CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CEP – Código de Endereçamento Postal
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
UF – Unidade da Federação
LQ – Limite de Quantificação
RT – Responsável Técnico
DER – Diagrama de Entidade Relacional
HTML – HyperText Markup Language
PHP – Hypertext Preprocessor (originalmente Personal Home Page)
SQL – Structured Query Language
CSS – Cascading Style Sheets
CQ – Controle de Qualidade
PIJ – Padrões Industriais Japoneses
POP – Procedimento Operacional Padrão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Gestão da Qualidade.....	4
3.2 ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005.....	5
3.2.1 Requisitos Gerenciais.....	7
3.2.2 Requisitos Técnicos.....	7
3.3 A Implantação da ISO/IEC 17025 no Brasil.....	8
3.4 Banco de Dados e Softwares de Gerenciamento.....	10
3.5 Softwares Web e suas Linguagens.....	11
3.6 Benefícios e Desafios da Implantação de um Software.....	11
3.7 O Mercado Empresarial Brasileiro na Área de Gestão Laboratorial.....	13
4. METODOLOGIA.....	14
4.1 Estudo de Caso da Empresa <i>Vet Plus Agribusiness Solutions</i> e Avaliação de seu Sistema de Gestão.....	14
4.2 Rotina e Fluxo Operacional.....	15
4.2.1 Solicitação dos Serviços.....	16
4.2.2 Cadastro do Cliente.....	16
4.2.3 Elaboração do Orçamento.....	16
4.2.4 Autorização do Serviço.....	17
4.2.5 Identificação da Amostra.....	17
4.2.6 Realização dos Ensaio Internos.....	17
4.2.7 Emissão do Laudo.....	17
4.2.8 Aprovação do Laudo pelo Responsável Técnico.....	18
4.2.9 Envio do Laudo Oficial.....	18
4.2.10 Faturamento.....	18
4.3 Linguagens utilizadas.....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1 Ensaio Realizados no Laboratório <i>Vet Plus</i>	19
5.2 Ensaio Analíticos Piloto.....	21
5.2.1 Ensaio por Via Úmida.....	21

5.2.2	Ensaio por Via Instrumental	22
5.3	Criação do Banco de Dados do Software	22
5.3.1	Descrição do Minimundo	22
5.3.2	Construção do Diagrama de Entidade Relacional	24
5.3.3	Elaboração do Modelo Relacional.....	25
5.4	Desenvolvimento do software.....	25
5.5	Tecnologia e Design	26
5.6	Abordagem da ISO/IEC 17025 no Software	28
5.6.1	Método de teste (Item 5.4).....	28
5.6.2	Garantia da qualidade dos resultados (Item 5.9)	29
5.6.3	Apresentação dos resultados (Item 5.10).....	29
6.	CONCLUSÃO.....	29
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
8.	ANEXO A	34
9.	ANEXO B	37
10.	ANEXO C	38
11.	ANEXO D	41
12.	ANEXO E.....	42
13.	ANEXO F.....	46

1. INTRODUÇÃO

Na chamada Era da Qualidade Total, que é vivenciada nos dias atuais, as ferramentas de controle buscam resolver problemas e integrar processos com o objetivo de controlar a variabilidade de resultados e fatores diários, mantendo o desenvolvimento de serviços e produtos na empresa sob controle estável e de forma a melhorar a comunicação entre laboratórios de todo o mundo. (VERAS, 2009)

O compartilhamento global dos resultados de ensaios e calibrações é facilitado quando os laboratórios cumprem os requisitos técnicos e de gestão estabelecidos no padrão ISO/IEC 17025:2005, uma Norma Brasileira que estabelece “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”, incluindo a etapa de amostragem. Esta adaptação facilita a colaboração, comercialização e comunicação entre as empresas, facilitando o intercâmbio de informações, além de experiências harmonizadas de seus procedimentos. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

De acordo com informações disponíveis na página eletrônica do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro, existem atualmente no Brasil 1039 laboratórios independentes credenciados e que atendem os quesitos básicos da Norma ISO/IEC 17025. Em relação ao ano de 2015, este número apresentou crescimento de mais de cem por cento, quando haviam apenas 438 empresas que desfrutavam do direito de usar este selo.

Este forte crescimento é uma resposta à demanda de um mercado cada vez mais globalizado que busca melhorar a qualidade de seus procedimentos, visando a confiabilidade dos resultados dos serviços prestados. (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, 2017).

Procedimentos que seguem padrões internacionalmente reconhecidos são de suma importância em diversas áreas dentro de um laboratório de ensaios e calibrações. De acordo com Batista *et al.* (2008) *apud* Stangegaard *et al.* (2011) a verificação volumétrica de pipetas é um exemplo de procedimento padronizado que existe em muitos laboratórios. Entretanto, as rotinas de verificação e validação não são satisfatoriamente padronizadas, haja vista que procedimentos como esses devem ser

realizados com frequência regular e sempre que necessário. (STANGEGAARD *et al.*, 2011)

Com a evolução tecnológica presenciada nos dias atuais, é fundamental que mesmo um laboratório de pequeno ou médio porte seja modernizado, evoluindo de um sistema gerenciado com documentos e formulários impressos para um sistema digital e automatizado que auxilia no processo de gerenciamento e controle de qualidade. (ROCHA, 2016)

Sendo assim, propõe-se o desenvolvimento de um software com o intuito de facilitar o planejamento e a realização das atividades a fim de evitar perdas durante todo o processo. O uso desta tecnologia geralmente está ligado com a minimização da produção de resíduos. De acordo com os princípios da Química Verde minimizar é melhor do que tratá-los ou limpá-los após a sua geração (LENARDÃO; DABDOUB; BATISTA, 2003).

A implantação deste software também facilitará o controle de qualidade nas diferentes etapas dentro do laboratório. O ganho do desempenho da organização, a segurança e a confiabilidade nas atividades de rotina em vários níveis e funções dentro da empresa permitirá a emissão de resultados ou laudos com maior confiabilidade. (ELMASRI; NAVATHE, 2005)

Seu layout responsivo e sua operação que será feita em nuvem permitirão acessar o software em diferentes plataformas. O uso de *smartphones* permitirá, por exemplo, o registro de análise in loco.

Dentre as tecnologias de programação utilizadas se encontra o HTML5, uma linguagem de marcação que segundo Shacham *et al.* (2012) proporciona um conjunto de especificações que prevêm um armazenamento estruturado dos dados, além de benefícios como a possibilidade de uso de serviços de geolocalização e a capacidade de manipulação do histórico e cache do browser. (MOWERY; SHACHAM, 2012)

O mercado nacional no campo de software de gerenciamento de qualidade em laboratórios de ensaios físico-químicos está aquecido em função da necessidade dos laboratórios de prestação de serviços em atender às exigências da ISO/IEC 17025. O que diferencia a proposta no presente trabalho de softwares já existentes no mercado

corporativo é a possibilidade de integrar atividades de gerenciamento com procedimentos técnicos de acordo com as diretrizes.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver um protótipo de um software de gerenciamento de informações que atenda a alguns requisitos técnicos e gerenciais previstos na NBR ISO/IEC 17025:2005, uma Norma Brasileira que estabelece “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”, incluindo a etapa de amostragem. Propõe-se que o software desenvolvido seja uma ferramenta para a implantação de um sistema de qualidade que auxilie pequenos e médios laboratórios no processo de gestão e controle da qualidade, a fim de facilitar a implantação de procedimentos que levem à obtenção e manutenção do selo de credenciamento controlado no Brasil pelo Inmetro.

Além deste, os objetivos específicos são:

- Realizar um estudo de caso em parceria com a empresa *Vet Plus*, que possui um laboratório de pequeno porte e trabalha com ensaios físico-químicos e microbiológicos de águas e efluentes, alimentos e óleos;
- Detalhar as etapas representativas da rotina de um laboratório de pequeno porte;
- Levantar os ensaios mais realizados no ano de 2016;
- Integrar conhecimentos das áreas de química e tecnologia da informação;
- Criar um banco de dados para armazenamento das informações;
- Desenvolver a parte visual que proporciona a edição do banco de dados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Nos últimos 30 anos a discussão sobre a garantia da qualidade de um determinado produto ou serviço se intensificou. Porém, muito antes deste período já era possível garantir a qualidade de produtos ou serviços. Aplicava-se o conceito de qualidade sem saber, ou ter consciência do que estava sendo feito. O que mudou nos últimos anos foi o enfoque ou a importância de se garantir a qualidade em todos os ramos de atividade dentro de uma organização. (FERREIRA, JOSÉ ROBERTO; GOMES, 1995)

A sociedade atual se encontra circundada pela ideia de padronização de seus processos administrativos e produtivos de modo a eliminar ou amenizar falhas, aumentar os lucros, desenvolver procedimentos mais confiáveis e garantir que todos os requisitos dos clientes sejam atendidos. (ROCHA, 2016)

3.1 Gestão da Qualidade

O engenheiro Químico Kaoru Ishikawa em 1993 definiu que “Qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor”. Similar a esse conceito, o Controle de Qualidade (CQ) é definido pelos Padrões Industriais Japoneses (PIJ) como: um sistema de métodos de produção que geram economicamente bens ou serviços de boa qualidade atendendo aos requisitos do consumidor. O controle de qualidade moderno, por sua vez, utiliza métodos estatísticos e é chamado frequentemente de controle de qualidade estatístico. (VERAS, 2009)

Os oito princípios mais importantes da gestão da qualidade se encontram enumerados a seguir (SANTOS; GUIMARÃES; BRITO, 2013):

1. **Foco no cliente:** atender às exigências e necessidades atuais e futuras do cliente, extrapolando as suas expectativas;
2. **Liderança:** parâmetro básico que visa criar uma unidade de propósitos e, conseqüentemente, definir os caminhos e objetivos da organização, criando um ambiente harmonioso e que envolva todas as pessoas em prol do atingimento do objetivo traçado;
3. **Envolvimento das pessoas:** união entre as habilidades do pessoal interno, integrando-o e desenvolvendo-o para o benefício geral da organização;
4. **Abordagem de processo:** gerenciamento dos processos se constitui como a base para a utilização eficiente de recursos e atividades, otimizando o alcance dos objetivos;
5. **Abordagem sistêmica para a gestão:** adotar uma visão sistêmica para os processos inter-relacionados auxilia no desenvolvimento da eficiência da organização;

6. **Melhoria contínua:** busca pelo desenvolvimento, pela capacitação e melhoria constantes;
7. **Tomada de decisão:** realização de escolhas e definição de decisões devem estar embasadas com dados e informações consistentes; e
8. **Beneficiamento mútuo com fornecedores:** criar um clima agradável e de benefício mútuo entre organização e fornecedores constitui a base para que ambos agreguem valor conjuntamente.

Atualmente a história da qualidade se encontra na Era da Qualidade Total, instituindo que o controle do processo produtivo deve ser realizado por toda a empresa, aplicando-se técnicas e métodos preventivos e adotando um sistema de administração da qualidade. Aplicáveis aos dias de hoje e, portanto, à Era da Qualidade Total, as ferramentas da qualidade têm como principais enfoques a solução de problemas, a integração do processo de planejamento baseado em objetivos e, principalmente, o controle da variabilidade. (VERAS, 2009)

O gerenciamento de processos atua sobre três grandes parâmetros que fundamentam a qualidade empresarial: planejamento da qualidade, controle da qualidade e melhoria da qualidade. (JURAN, 1996 *apud* ROCHA, 2016)

O modelo de melhoria contínua, pelo qual é possível se obter produtos e serviços com altos níveis de performance e desempenho, caracteriza-se por diminutas, mas constantes, mudanças organizacionais que visam sempre o incremento do modelo atual. (MAESTRELLI, 2013)

3.2 ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

A aplicação de sistemas de gestão, em geral, têm aumentado a necessidade de garantir que laboratórios de todos os portes possam operar em conformidade com um sistema de gestão que atenda os requisitos da ABNT NBR ISO 9001, bem como da Norma NBR ISO/IEC 17025:2005. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

Esta Norma estabelece “Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração”, incluindo a etapa de amostragem. Ela aborda ensaios e calibrações

que são realizados utilizando tanto métodos normalizados quanto métodos não normalizados, além daqueles métodos desenvolvidos pelo próprio laboratório. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

A ISO 17025 é equivalente à ISO 9001, sendo que a seção 4 especifica os requisitos para um gerenciamento sólido e a seção 5 especifica os requisitos para a competência técnica para os tipos de ensaios e/ou calibrações que o laboratório realiza. O termo “Sistema de Gestão” na Norma significa os sistemas da qualidade, administrativos e técnicos que governam as operações de um laboratório. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

A ISO/IEC 17025:2005 foi elaborada de forma a incorporar todos os requisitos da ABNT NBR ISO 9001 que são pertinentes ao escopo dos serviços de ensaio e calibração cobertos pelo sistema de gestão do laboratório. Sendo assim, todos os laboratórios que atendem aos requisitos da NBR 17025:2005 operam também de acordo com a ABNT NBR ISO 9001. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

Esta norma é aplicável a todas as organizações que realizam ensaios e/ou calibrações e a laboratórios onde os ensaios e calibrações são parte da inspeção e da certificação do produto, independentemente da quantidade de funcionários ou da extensão do escopo das atividades de ensaio e/ou calibração. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

Clientes de laboratórios, autoridades regulamentadoras e organismos de acreditação podem usar a NBR ISO/IEC 17025 na confirmação ou no reconhecimento da competência de laboratórios. Esta também deve ser utilizada por laboratórios no desenvolvimento do seu sistema de gestão para qualidade, operações técnicas e administrativas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

Laurentie et al. (2006) afirmam que apesar dos requerimentos estabelecidos em um sistema de gestão da qualidade provocarem uma profunda modificação na organização dos laboratórios, essas mudanças favorecem também para a melhoria da qualidade dos resultados. (FEINBERG; LAURENTIE, 2006)

3.2.1 Requisitos Gerenciais

Os requisitos gerenciais da Norma são apresentados na seção 4 e abordam os assuntos relacionados às questões administrativas do laboratório. Alguns documentos devem ser impressos mesmo com a utilização de um software para a gestão, como documentos que são assinados pelo cliente. Abaixo se encontram os tópicos listados na seção 4 da Norma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005):

1. Organização
2. Sistema de gestão
3. Controle de documentos
4. Análise crítica de pedidos, propostas e contratos
5. Subcontratação de ensaios e calibrações
6. Aquisição de serviços e suprimentos
7. Atendimento ao cliente
8. Reclamações
9. Controle de trabalhos de ensaio e/ou calibração não-conforme
10. Melhoria
11. Ação corretiva
12. Ação preventiva
13. Controle de registros
14. Auditorias internas
15. Análise crítica pela direção

3.2.2 Requisitos Técnicos

A seção 5 apresenta os requisitos técnicos da Norma ABNT 17025 e aborda os assuntos relacionados às questões aplicadas do desenvolvimento das análises pelo laboratório. A conferência de métodos validados não é normatizada mas deve ser feita de maneira correta para que o auditor possa avaliar e confirmar que o método validado é realizado conforme as regras.

Geralmente em uma auditoria são conferidos em torno de 50 documentos, para um ensaio simples são auditados em média 5 documentos. Abaixo são listados os tópicos da seção 5 da Norma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005):

1. Generalidades
2. Pessoal
3. Acomodações e condições ambientais
4. Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos
5. Equipamentos
6. Rastreabilidade de medição
7. Amostragem
8. Manuseio de itens de ensaio e calibração
9. Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração
10. Apresentação de resultados

3.3 A Implantação da ISO/IEC 17025 no Brasil

A procura da indústria e do mercado em geral por serviços laboratoriais de ensaios e calibrações com resultados confiáveis, tecnicamente válidos e rastreáveis em níveis nacionais e internacionais sofreu um aumento considerável nos últimos cinco anos no Brasil. Essa crescente demanda vem ampliando a necessidade de oferta de laboratórios com sistemas de gestão e procedimentos padronizados reconhecidos por organismos independentes e com credibilidade, como a ISO/IEC 17025. (JORNADA; LERCH; STEDILE; FERRARINI; PRATA; VIECELLI, 2008)

De acordo com informações consultadas no website do INMETRO, existem no Brasil, 1039 laboratórios independentes acreditados na ABNT NBR ISO/IEC 17025. Esse número cresceu consideravelmente quando comparado com o ano de 2015, em que haviam 438 laboratórios acreditados. O crescimento evidencia a procura dos laboratórios de ensaio pela acreditação (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, 2017).

De acordo com Buttle (1997) *apud* Almeida *et al.* (2009) há diversos fatores motivacionais que levam empresas e laboratórios acadêmicos a buscar a certificação. As principais motivações são a melhoria interna dos processos e a obtenção de benefícios externos, como as vantagens de mercado que o selo pode oferecer, sendo esse último a motivação predominante. Isso ocorre uma vez que a certificação facilita a abertura de portas comerciais que já haviam sido fechadas para um fornecedor potencial, haja vista

que os padrões da ISO/IEC 17025 são amplamente aceitos nos mercados nacional e internacional. (ALMEIDA; CATEN; GUTTERRES, 2009)

3.4 A Gestão da Qualidade como aliada à Química Analítica Verde

Um grande impulso da atividade de pesquisa na área de Química Verde é o desenvolvimento de novas metodologias analíticas, como afirmam Anastas *et al.* (1998) *apud* Wang (2001), o que pode ser facilitado quando aliado a um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) eficiente. Um exemplo dessa situação é a obtenção de dados analíticos em ambiente próximo da operação de produção, sem que seja necessário o transporte das amostras por caminhos longos, o que pode ser facilitado com o uso de um software no smartphone para registrar os dados, oferecendo um melhor controle do processo e minimizando também seu impacto ambiental. (WANG, 2002)

Além disso, Horvai *et al.* (2001) afirmam que a capacidade de monitoramento *in situ* em tempo real é desejada para o monitoramento ambiental contínuo, substituindo a abordagem mais frequente de coleta e transporte de amostras para uma central laboratorial. Wang (2002) completa afirmando que esse monitoramento oferece um retorno rápido das informações químicas, além de minimizar erros e custos associados aos procedimentos para o deslocamento das amostras. (WANG, 2002)

Jensen e Newman (2013) afirmam que segurança elevada, baixa geração de resíduos e aumento da eficiência energética não são sugestões, mas requisitos de um bom processo, tanto laboratorial quanto industrial. Um dos objetivos principais da química é abordar essas questões o quanto antes na vida útil de um projeto, idealmente até as etapas de realização de reações químicas. (NEWMAN; JENSEN, 2013)

O desenvolvimento de protocolos e dispositivos analíticos "mais verdes", com menor geração de resíduos, é de grande interesse e deveria, portanto, ser aplicado a todos os aspectos da ciência analítica. Tais benefícios propiciam também a manutenção da qualidade laboratorial, realizando uma conexão importante entre a Química Analítica Verde e a Gestão da Qualidade. (WANG, 2002)

3.5 Banco de Dados e Softwares de Gerenciamento

Um banco de dados representa alguns aspectos do mundo real, sendo chamado, às vezes, de Minimundo ou de Universo de Discurso (UoD). As mudanças no minimundo são refletidas em um banco de dados (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005). Converse *et al.* (2004) afirmam que um banco de dados é uma aplicação separada que armazena uma coleção de dados e informações padronizadas, que podem ser criados, acessados, gerenciados, buscados e replicados. (CONVERSE; PARK; MORGAN, 2004)

A construção de um banco de dados é o processo de armazenamento dos dados em alguma mídia apropriada controlada pela SGBD. A manipulação inclui algumas funções, como pesquisas em banco para recuperar um dado específico, atualização do banco para refletir as mudanças no minimundo e gerar os relatórios dos dados. O compartilhamento permite aos múltiplos usuários e programas, acessar, de forma concorrente, o banco de dados. (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005) De acordo com Elmasri & Navathe (2005), o processo de criação de um banco de dados segue as seguintes etapas (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005):

1. Listagem dos requisitos para o banco de dados, o chamado '**minimundo**';
2. Criação do esquema conceitual passo a passo, o **Diagrama de Entidade Relacional (DER)**;
3. Construção do modelo de **Entidade de Relacionamento (ER)**.

Como Greizerstein *et al.* (1999) afirmam, um software de gerenciamento de informações pode ser controlado a partir de muitos dispositivos diferentes e, portanto, apresenta uma grande quantidade de dados que podem ser configurados por um operador. Cada funcionalidade de gerenciamento das informações dentro de um software fornece formulários de configuração diferentes, muitas vezes de natureza gráfica. Esses formulários permitem aos usuários configurar os dados do software a partir de um local remoto. (NELSON; GREIZERSTEIN, 1999)

3.6 Softwares Web e suas Linguagens

A World Wide Web gerou uma grande rede de computadores interconectados. Os usuários podem criar documentos usando uma linguagem de publicação na Web, como a HTML (Hypertext Markup Language), e armazenar esses documentos nos servidores da Web, na qual outros usuários podem ter acesso. Os servidores Web são especializados e, por isso, recursos disponibilizados por eles podem ser acessados por diversas máquinas. (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005)

Muitas aplicações para a Web usam uma arquitetura chamada “arquitetura de três camadas”, que possui uma camada intermediária entre o cliente e o servidor de banco de dados. A camada intermediária é, algumas vezes, chamada de servidor de aplicações ou servidor Web. O servidor pode incrementar a segurança do banco de dados checando as credenciais do cliente antes de enviar uma solicitação ao servidor de banco de dados. (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005)

Um uso muito comum da programação com o banco de dados é acessá-lo por meio de um programa de aplicação que implementa uma interface Web. De fato, muitas aplicações na Web incluem algum comando de acesso a um banco de dados. (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005)

3.7 Benefícios e Desafios da Implantação de um Software

Os benefícios advindos da implantação de um software de gestão e análise estatística não são facilmente mensuráveis, pois um software possui vantagens intangíveis sobre os sistemas de arquivos tradicionais, como facilidade de uso, consolidação de informação de uma grande empresa, disponibilidades mais ampla de dados e acesso rápido à informação.

O acesso com base em Web pode tornar parte dos dados acessíveis a todos os colaboradores de uma empresa ou mesmo a usuários externos. Benefícios mais tangíveis incluem o custo reduzido para o desenvolvimento de aplicações, redução da redundância de dados, melhor controle e segurança das informações de clientes e da empresa. (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005)

Segundo Elmasri e Navathe (2005), embora os bancos de dados estejam fortemente inseridos na maioria das organizações, a decisão de migrar de uma aplicação baseada em arquivos físicos para uma abordagem centrada em banco de dados ainda surge com frequência. Essa migração geralmente ocorre pelos seguintes fatores:

1. **Complexidade de dados:** como os relacionamentos entre os dados são mais complexos, a necessidade de um software torna-se mais efetiva.
2. **Compartilhamento entre aplicações:** o maior compartilhamento de dados entre aplicações e a redundância entre os arquivos aumentam, conseqüentemente, a necessidade de um software.
3. **Evolução dinâmica ou crescimento dos dados:** como os dados são alterados constantemente, é mais fácil atender a essas mudanças usando um software do que um sistema de arquivos.
4. **Volume de dados e necessidade de controle:** o volume de dados e a necessidade de controlá-los exigem um software.

Existem vários fatores a se considerar no desenvolvimento de um software, um deles é a portabilidade entre as diversas configurações de hardware/software e plataformas. A necessidade de aplicações para backup, recuperação, desempenho, integridade e segurança também deve ser considerada. Um bom software deve ser projetado para soluções totais no processamento e na administração dos recursos de informações dentro das organizações, combinando com as seguintes opções ou características (ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, 2005):

- Editores de texto e navegadores (browsers).
- Geradores de relatórios e utilidades para emissão.
- Funcionalidades para entrada de dados e dispositivos de apresentação, como formulários, telas e menus, com características de edição automática.
- Ferramentas de busca e acesso que podem ser usadas na World Wide Web (facilidades para Web).

Kaplan (2002) afirma que a segurança de um software tem se tornado uma prioridade atualmente, já que o acesso a muitos sistemas informáticos não está fisicamente limitado a redes físicas. No passado, os administradores de banco de dados

trabalhavam dentro dos limites de computadores de escritório seguros ou redes de computadores seguras que permitiam o acesso a um banco de dados ou seu software de gerenciamento de banco de dados. (KAPLAN, 2002)

Modernos sistemas de gerenciamento de banco de dados sem fio WDMS - do inglês "Wireless Database Management System" permitem que o administrador do banco de dados monitore e gerencie o banco de dados remotamente. Quando o administrador do banco não estiver fisicamente próximo, o acesso remoto se traduz diretamente em uma resposta mais rápida e menor tempo de inatividade, como constata ainda Kaplan (2002). Esta ferramenta é essencial para qualquer empresa que queira manter seus bancos de dados funcionando ininterruptamente. (KAPLAN, 2002)

3.8 O Mercado Empresarial Brasileiro na Área de Gestão Laboratorial

No mercado brasileiro atual há diversas empresas que realizam serviços de gestão empresarial e oferecem softwares para o controle da qualidade, desde o gerenciamento documental até a gestão das atividades laboratoriais. Devido ao fato da área da qualidade estar em expansão não só no mercado nacional, o número de empresas que atuam em gestão cresce a cada dia.

É possível citar diversos nomes principais no Brasil e no mundo, como as empresas *myLIMS* e *MasterControl*, uma vez que a busca pela qualidade é compartilhada por empresas de todos os países. Os investimentos para a obtenção das licenças dos softwares varia de acordo com o número de funcionalidades, com o tamanho da empresa a ser gerenciada e com o respaldo da empresa que oferece o software no mercado. Uma empresa de pequeno porte, por exemplo, que realiza em média 50 métodos de ensaios diferentes investirá pela licença em torno de R\$2000,00 (dois mil reais) por mês para utilizar o software de uma grande empresa do mercado.

Apesar da existência de várias empresas na área de gestão da qualidade, existe ainda uma demanda significativa por parte das empresas que buscam a acreditação pela Cgcre - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro. Em particular, a implantação da ISO/IEC 17025 ainda está em crescimento no Brasil e não é muito abordada pelas empresas que oferecem software de gestão. Isso evidencia uma oportunidade mercadológica a ser explorada não só no Brasil como também internacionalmente.

4. METODOLOGIA

O acompanhamento diário da rotina dentro de um laboratório de pequeno porte que trabalha com ensaios físico-químicos e microbiológicos de águas e efluentes, alimentos e óleos foi utilizado como piloto neste trabalho. Foram identificadas, passo a passo, todas as atividades desenvolvidas dentro da empresa *Vet Plus Agribusiness Solutions*, localizada na cidade de Marabá (PA), considerando desde o contato de um cliente solicitando um orçamento até a emissão da fatura após o encerramento dos serviços prestados.

Durante dois meses, a rotina da empresa *Vet Plus* foi monitorada e todos os procedimentos mais suscetíveis à geração de erros e que tornam difícil a implementação e manutenção de um sistema de gerenciamento de qualidade robusto e eficiente foram identificados. De posse destas informações foi montado o planejamento e o layout de um programa computacional que atende às necessidades da empresa e auxilia na adaptação ao padrão ABNT NBR ISO / IEC 17025: 2005.

Foi criado um fluxograma para descrever todas as etapas desenvolvidas dentro do laboratório e da rotina comercial da empresa, juntamente com o planejamento e layout dos módulos computacionais, visando atender aos requisitos da NBR ISO / IEC 17025: 2005.

4.1 Estudo de Caso: Empresa *Vet Plus Agribusiness Solutions* e Avaliação de seu Sistema de Gestão

A Empresa *Vet Plus Agribusiness Solutions* atua há 16 anos no mercado oferecendo serviços de análises de águas, efluentes e alimentos, além de serviços veterinários e assessoria. Localizada no município de Marabá, no sudeste do estado do Pará, a *Vet Plus* realiza ensaios físico-químicas e microbiológicos para empresas dos setores industrial e agroindustrial, abrangendo também serviços para órgãos governamentais.

Considerada uma empresa de pequeno porte, o laboratório *Vet Plus* conta com quinze funcionários, incluindo os gestores principais, analistas laboratoriais, responsáveis técnicos, gerente da qualidade, estagiários e auxiliares administrativos. A *Vet Plus* realiza em média 300 análises por mês e atende principalmente indústrias dos

setores de laticínio, alimentos e frigoríficos, além de empresas de tratamento de água para abastecimento público e postos de gasolina.

Durante o ano de 2016 a *Vet Plus Agribusiness Solutions* passou por um processo de reorganização e adequação dos laboratórios, visando consolidar a implantação de um sistema de gestão e conquistar a acreditação na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 juntamente ao INMETRO. No entanto, o sistema de gestão da qualidade da *Vet Plus Agribusiness Solutions* está baseado na padronização de documentos que são elaborados por meio de programas Microsoft Word® e Microsoft Excel®, sendo as atualizações realizadas pela escrita manual e por meio de edição dos documentos digitais.

4.2 Rotina e Fluxo Operacional

Para o desenvolvimento do software de gestão para o laboratório *Vet Plus*, fez-se necessário, primeiramente, o conhecimento em detalhes da rotina da empresa e do fluxo operacional. Durante os meses de janeiro e fevereiro do ano de 2017 foi realizado um levantamento detalhado in loco de todos os procedimentos de rotina da empresa. Com este trabalho prévio foi possível reunir e sistematizar as principais informações do passo a passo das diferentes rotinas.

Para um melhor entendimento do fluxo operacional os procedimentos foram seccionados em dez etapas, incluindo desde a solicitação do serviço até a etapa final que trata do faturamento da nota fiscal do cliente. Este levantamento está ilustrado na imagem abaixo e posteriormente descrito na forma dos subitens.



Esquema 1: Etapas das principais atividades realizadas em um laboratório de ensaios.

(CRIADO PELO AUTOR)

4.2.1 Solicitação dos Serviços

Em um primeiro momento, o cliente manifesta seu interesse em contratar os serviços de análise prestados pelo laboratório *Vet Plus*, e formaliza esse interesse de forma verbal ou escrita solicitando que seja realizado um orçamento para as especificidades da sua proposta comercial.

4.2.2 Cadastro do Cliente

O cadastro do cliente é consolidado em planilhas eletrônicas, tipo Excel®, quando são coletadas diversas informações a respeito da empresa interessada e da pessoa responsável, como números de identificação e informações para contato. O cadastro é feito apenas uma vez para cada cliente, o que facilita possíveis acordos futuros, uma vez que esse cadastro permanece registrado caso ele venha a contratar novos serviços.

4.2.3 Elaboração do Orçamento

Após o cadastro do cliente, realiza-se a elaboração do orçamento, registrando dados técnicos relativos ao serviço a ser prestado como tipo e quantidade de amostra, local de coleta, ensaios a serem realizados, tempo estimado para entrega do laudo, valor

do serviço, dentre outros. O orçamento gerado é, então, enviado à empresa interessada, utilizando-se o endereço de e-mail registrado no cadastro do cliente.

4.2.4 Autorização do Serviço

Caso o cliente aceite o orçamento, uma nova ordem de serviço é aberta e os processos para a realização do serviço são iniciados. O contrato assinado pelo cliente e pela *Vet Plus* deve conter todos os detalhes dos serviços a serem realizados, incluindo os ensaios que serão feitos e os respectivos métodos utilizados, bem como os limites de quantificação adotados pelo laboratório *Vet Plus* para os mesmos.

4.2.5 Identificação da Amostra

Quando o procedimento de amostragem se inicia os recipientes de coleta recebem identificação única e são preparados adequadamente para receber a amostra. Caso seja de interesse do cliente, é possível realizar o procedimento de coleta in loco sem a participação da *Vet Plus*. Neste caso, o cliente deve assinar um termo de compromisso em que afirma estar ciente de que o laudo gerado não poderá ser utilizado para fins oficiais. Em qualquer um dos dois casos, a amostra é recebida no laboratório, identificada e imediatamente encaminhada para os setores responsáveis por seu pré-tratamento e análise.

4.2.6 Realização dos Ensaios Internos

Após a entrada da amostra no Laboratório se iniciam os ensaios internos, de acordo com o pedido do cliente registrado no orçamento. A ordem de serviço discrimina o tempo crítico dos ensaios, a disponibilidade dos equipamentos e o prazo de entrega do laudo final, de acordo com as atualizações feitas nas planilhas de controle de estoque.

4.2.7 Emissão do Laudo

Com os resultados registrados, os dados são tabulados e o laudo é gerado. Este documento contém todas as informações a respeito do cliente, do orçamento, da amostra e dos valores encontrados para os parâmetros analisados, bem como a comparação com os valores de referência da legislação adequada (VMP – Valores Máximo Permitidos). Este laudo técnico ainda apresenta a conclusão final da comparação, afirmando se a amostra está ou não dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

4.2.8 Aprovação do Laudo pelo Responsável Técnico

O laudo final é aprovado pelo responsável técnico do laboratório, a fim de evitar erros e garantir a qualidade das informações emitidas, bem como atestar a validade técnica e científica das informações contidas no documento. Quando aprovado, o laudo é assinado pelo responsável técnico, que pode ser escrita à mão ou pode ter natureza digital, sendo ambas válidas para fins legais.

4.2.9 Envio do Laudo Oficial

O laudo oficial aprovado pelo responsável técnico é enviado ao cliente, utilizando o endereço eletrônico, e-mail, do contato registrado. Este envio deve ser realizado dentro do prazo determinado pelo Laboratório para a entrega do resultado.

4.2.10 Faturamento

Por fim, após a realização de todos os serviços e da entrega do laudo oficial para o cliente, tem-se o faturamento da nota fiscal com a descrição do custo do serviço prestado. Da mesma forma que o laudo oficial, este documento é enviado para o cliente usando o serviço de mensagem eletrônica, e-mail. A nota fiscal contém todos os detalhes do serviço prestado, o valor final e as formas de pagamento. Após o recebimento dos valores e a conferência pelo setor financeiro são lançados os dados numa planilha e o perfil do cliente passa a apresentar o status “concluído”.

4.3 Linguagens utilizadas

Uma vez que o software de gerenciamento está disponível on-line, as linguagens de programação usadas para desenvolvê-lo foram todas relacionadas à Web. O desenvolvimento contou com as tecnologias mais atuais disponíveis, aumentando o desempenho do tempo de carregamento em uma estrutura cross-browser, interoperável, responsiva e flexível.

As principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento da plataforma são

- HTML (Hypertext Markup Language): uma linguagem de marcação básica da World Wide Web. Originalmente, o HTML foi projetado principalmente como uma linguagem para descrever semanticamente documentos científicos. Seu

design geral, no entanto, permitiu que ele fosse adaptado, nos anos subsequentes, para descrever uma série de outros tipos de documentos e até mesmo aplicativos. (W3C, 2017)

- CSS (Cascading Style Sheets): um mecanismo para adicionar estilo, como por exemplo, fontes, cores e espaçamentos aos documentos da Web e quase todos os navegadores hoje em dia suportam a linguagem de estilo CSS. (W3C, 2017)
- PHP (Hypertext Preprocessor): uma linguagem de script de código aberto embutida em HTML que é compatível com todos os principais servidores da Web (principalmente, e também o usado neste trabalho, o Apache). O PHP permite que você incorpore fragmentos de código em páginas HTML normais - código que é interpretado como as páginas são atendidas pelos usuários. O PHP também serve como linguagem de "cola", facilitando a conexão de suas páginas da Web com bancos de dados do lado do servidor. (CONVERSE; PARK; MORGAN, 2004)
- SQL (Structured Query Language): um idioma sem procedimento que fornece acesso ao banco de dados. É não-procedural em que os usuários descrevem no SQL o que eles querem e o compilador de linguagem SQL gera automaticamente um procedimento para navegar no banco de dados e executar a tarefa desejada. (ORACLE, 2017)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Ensaios Realizados no Laboratório *Vet Plus*

A análise dos documentos e registros laboratoriais da *Vet Plus* permitiu a identificação dos nove ensaios físico-químicos mais realizados no ano de 2016. Os procedimentos selecionados envolvem técnicas analíticas clássicas, como os métodos gravimétricos e titrimétricos, bem como três técnicas instrumentais.

Métodos Titrimétricos de Análise

Métodos titrimétricos são análises quantitativas que são realizadas para determinar a concentração de uma solução. Mais conhecidos como titulações, estes métodos

permitem dosar uma solução e determinar a sua quantidade por intermédio de outra solução de concentração conhecida, sendo a solução padrão a de concentração conhecida, e a solução problema aquela da qual estamos procurando o valor de concentração. Os métodos titrimétricos são muito utilizados em análises industriais e os ensaios empregados no desenvolvimento deste software piloto são:

1. Determinação de Cloreto pelo Método de Mohr
2. Determinação de Dureza Total com EDTA
3. Determinação de pH pelo Método Potenciométrico

Métodos Gravimétricos de Análise

Métodos gravimétricos são análises químicas quantitativas que se baseiam no cálculo da porcentagem das espécies envolvidas em uma reação através da determinação da massa dos reagentes. Os ensaios empregados no desenvolvimento deste software piloto são:

1. Determinação de Sólidos Totais pelo Método Gravimétrico
2. Determinação de Sólidos Dissolvidos pelo Método Gravimétrico
3. Determinação de Sólidos Em Suspensão pelo Método Gravimétrico

Métodos Espectrofotométricos de Análise

Métodos espectrofotométricos se baseiam na medida quantitativa da absorção da luz pelas soluções, onde a concentração da substância absorvente na solução é proporcional à quantidade de luz absorvida. Os ensaios empregados no desenvolvimento deste software piloto são:

1. Determinação de Alumínio
2. Determinação de Amônia
3. Determinação de Ferro

Concomitantemente, fez-se o levantamento dos cinco documentos que contêm as legislações que mais foram solicitadas pelos clientes no ano de 2016 para que sejam usadas como parâmetro comparativo das análises:

1. Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011 (Água para Consumo Humano)
2. RDC Nº 274, de 22 de Setembro de 2005 (Águas Minerais Envasadas)
3. Conama Nº 430, de 13 de Maio de 2011 (Efluentes)
4. Instrução Normativa Nº 20 do MAPA, de 21 de Outubro de 2016 (Alimentos – Produtos Cárneos)
5. Instrução Normativa Nº 01 do MAPA, de 16 de Janeiro de 2007 (Alimentos – Frutas)

5.2 Ensaios Analíticos Piloto

Com base no levantamento determinou-se 3 ensaios que serão utilizadas como ensaios piloto, ou seja, que serão os primeiros ensaios a serem gerenciados com a primeira versão do software. Esses ensaios foram selecionados com base em suas quantidades, para que imprimam no trabalho o máximo de significância para o laboratório *Vet Plus*, e com base em suas naturezas, a fim de os ensaios piloto serem diversificados e abrangerem os três principais tipos de ensaios realizados em laboratórios analíticos.

5.2.1 Ensaios por Via Úmida

Foram utilizados como procedimentos-piloto para o desenvolvimento do protótipo os ensaios abaixo. Como o software regula as atividades passo a passo dos ensaios piloto, é importante apresentar o Procedimento Operacional Padrão (POP) utilizado como base para a criação do mesmo. Sendo assim, em anexo a este trabalho são apresentados seus respectivos POP's, que tem como referência os documentos utilizados pela *Vet Plus Agribusiness Solutions*, empresa analisada no presente trabalho.

- Determinação de Cloreto pelo Método Titulométrico de Mohr.
- Determinação de Sólidos Dissolvidos Totais pelo Método Gravimétrico.

5.2.2 Ensaio por Via Instrumental

O ensaio por via instrumental que foi utilizado como análise piloto foi a determinação de nitrato pelo método espectrofotométrico. Da mesma forma que os ensaios por via úmida, os Procedimentos Operacionais Padrão devem ser apresentados para uma melhor compreensão do processo que será regulado pelo software, sendo assim o POP do seguinte ensaio é apresentado em anexo a este trabalho.

- Determinação de Nitrato pelo Método Espectrofotométrico.

5.3 Criação do Banco de Dados

O banco de dados deste trabalho foi criado utilizando-se a linguagem SQL, juntamente ao o sistema gerenciador de banco de dados MySQL, um software gratuito e amplamente utilizado em aplicações profissionais. As principais informações que são registradas, catalogadas e controladas são os orçamentos, as análises críticas dos resultados, a emissão de relatórios e os faturamentos.

5.3.1 Descrição do Minimundo

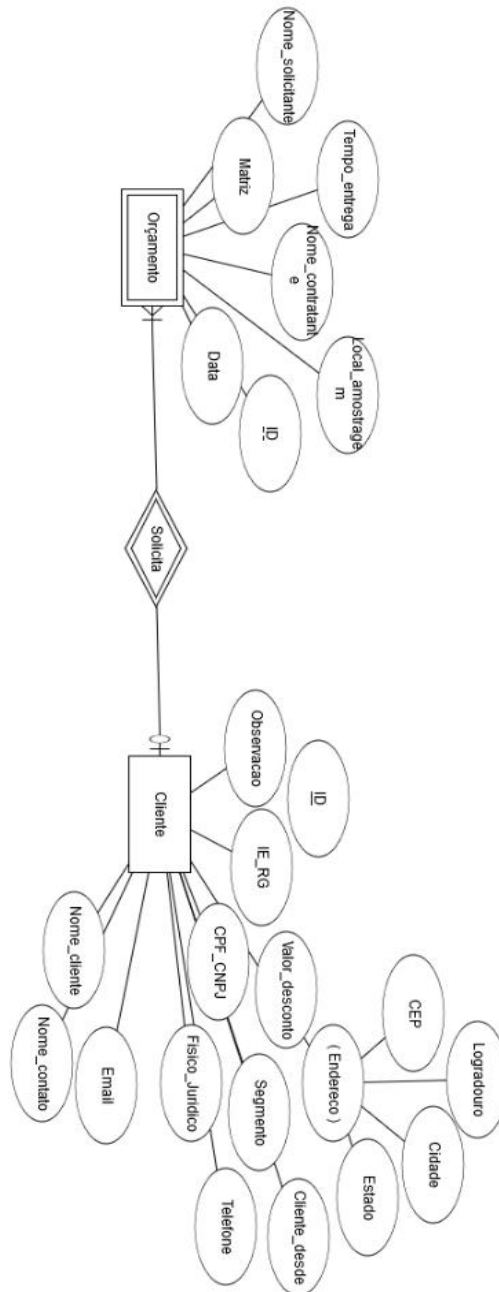
Após o levantamento e a análise dos requisitos, foi criada a seguinte descrição de 'minimundo' - parte da Empresa a ser representada no banco de dados:

1. A Empresa possui vários clientes. Cada cliente tem um código único de identificação. Armazena-se para cada cliente a natureza do cliente (Físico ou Jurídico), se o cliente possui desconto ou não, o valor do desconto, o nome do cliente, o segmento, CEP do estabelecimento, endereço, estado, cidade, telefone para contato, nome do contato, email de contato, CNPJ, IE, cliente desde, observação.
2. A Empresa é solicitada a realizar vários orçamentos. Cada orçamento possui um código único de identificação. O orçamento deve conter o nome do contratante e nome do solicitante. O orçamento apresenta os ensaios a serem realizados. O preço de cada análise é adicionado. O orçamento pode conter um ou mais ensaios de uma ou mais legislações, e a identificação da amostra a ser analisada. O orçamento mostra o tempo de entrega previsto, quantas amostras serão analisadas, o local de amostragem e a matriz a ser analisada.

3. Após a entrada da amostra, se inicia o registro do ensaio da mesma. Foram desenvolvidos no software instrumentos para o registro dos valores relativos a três ensaios, dois por via úmida (métodos titrimétrico e gravimétrico) e um instrumental (método espectrofotométrico). Ao longo da análise o técnico responsável deve registrar o parâmetro, valor obtido, unidade, VMP (Valor Máximo Permitido) da legislação pertinente, o LQ (Limite de Quantificação), a incerteza expandida, o método de referência, a data do ensaio, e todos os parâmetros necessários para a análise dos ensaios selecionados, que, como citado acima, são Determinação de Cloreto pelo Método Titulométrico de Mohr, Determinação de Sólidos Totais pelo Método Gravimétrico e Determinação de Alumínio pelo Método Espectrofotométrico. Ao longo do ensaio devem ser registrados também os reagentes e materiais utilizados com as respectivas quantidades.
4. Quando um ensaio é finalizado um relatório com os resultados é gerado. Esses resultados são automaticamente comparados com os valores limite estabelecidos na legislação pertinente e uma análise crítica básica (abaixo ou acima do VMP) é apresentada.
5. O resultado então fica disponível no software para que o Responsável Técnico (RT) dê sua aprovação final e emita o laudo oficial.

5.3.2 Construção do Diagrama de Entidade Relacional

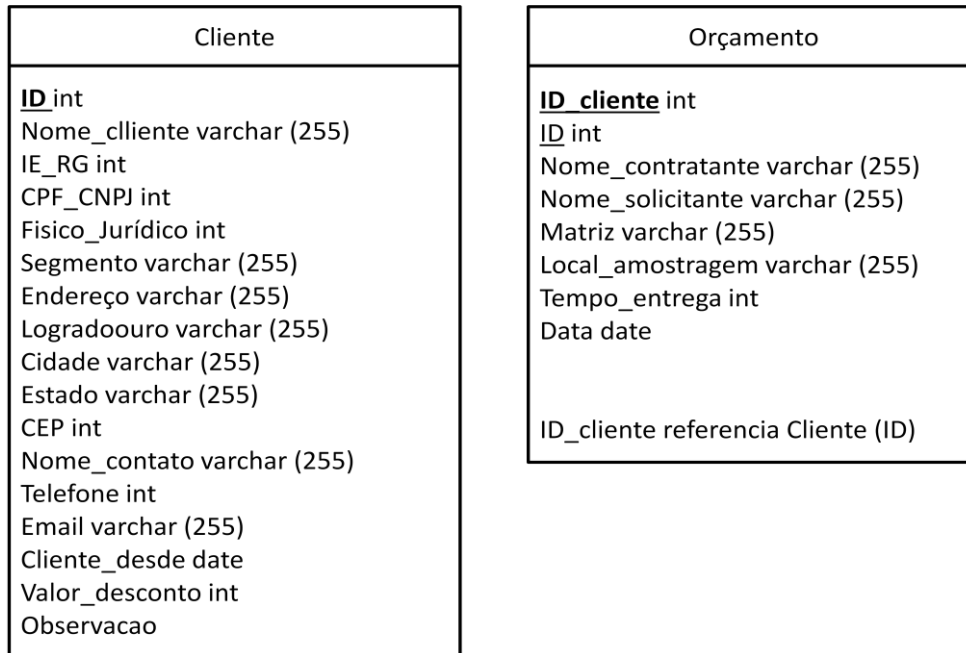
O diagrama de entidade relacional (DER) foi desenvolvido com o auxílio do programa ERDPlus e apresenta a conexão entre as entidades do software e suas relações de dependência. O esquema abaixo mostra um exemplo de diagrama criado para o software desenvolvido neste trabalho, denominado Software Solution.



Esquema 2: Exemplo de Diagrama de Entidade Relacional.
(CRIADO PELO AUTOR)

5.3 Elaboração do Modelo Relacional

O modelo relacional foi criado utilizando-se, assim como o DER, o programa ERDPlus. Este modelo utiliza as mesmas informações do DER e as apresenta em outra configuração, mais próxima da realidade de um sistema gerenciador de banco de dados relacional. Abaixo é mostrado um exemplo de Modelo Relacional.



Esquema 3: Exemplo de Modelo Relacional. (CRIADO PELO AUTOR)

5.4 Desenvolvimento do software

O software desenvolvido controla os primeiros registros de clientes e orçamentos e testes internos, comparando o resultado encontrado com o respectivo limite estabelecido na legislação específica do produto e do parâmetro. Todos os procedimentos gerenciados pelo software estão de acordo com ISO/IEC 17025, com foco principalmente nos itens que se relacionam com a rastreabilidade de medição e relatórios.

O software fornece uma solução sucinta para a implementação e simplificação de sistemas de qualidade, através de processos automatizados e interativos. Com esta ferramenta, é possível gerenciar, rastrear e reportar indicadores de qualidade, garantir a

conformidade com a NBR ISO/IEC 17025 e realizar processos de melhoria contínua em toda a organização.

5.5 Tecnologia e Design

O software está sendo construído com base na linguagem de marcação HTML5 e funciona online. Isso significa que, em qualquer lugar com conexão à Internet, é o local perfeito para visualizar e gerenciar as atividades do seu laboratório, controlando as tarefas mais importantes a qualquer momento e trazendo eficiência para a rotina de todos os funcionários.

O software tem duas partes: um back-end e um front-end. O back-end está sendo desenvolvido com linguagem PHP e servidor MySQL. Por outro lado, o front-end é escrito principalmente em HTML, CSS, JavaScript, sendo utilizado como código-base para programação o AdminTLE, uma ferramenta gratuita que trabalha o front-end do software.

A solução possui uma interface amigável e responsiva para uma experiência de usuário mais suave, o que torna a plataforma boa em todos os dispositivos (desktops, tablets e telefones), usando tecnologias CSS3 e HTML5 para criar páginas bem desenhadas que dão uma aparência limpa ao software.

Como o desenvolvimento foi realizado sob um framework muito utilizado no mercado, o AdminLTE, pode-se afirmar que o software funcionará nos principais navegadores do mercado - Google Chrome, Mozilla Firefox e Internet Explorer, e proporcionará um ambiente único com recursos úteis para gerenciar um laboratório de testes.

Solution Portal

Desirée Sales
Online

Buscar...

Painel
Calendário
Clientes
Organizamentos
Ensaios

17 3

Cadastro de Cliente

Novo Cliente

Desirée Sales

Início > Formulários > Cadastro de Cliente

Dados

Nome da Empresa
Nome da Empresa

CNPJ
CNPJ

IE (Opcional)
IE

Desconto
Porcentagem

CEP
CEP

Endereço
Endereço

Cidade
Cidade

Estado
Acre

Nome para Contato

Powered by 000webhost

Figura 1: Tela de Cadastro de Cliente. (CRIADO PELO AUTOR)

5.6 Abordagem da ISO/IEC 17025 no Software

A fim de planejar objetivamente o desenvolvimento do projeto, foram determinados os tópicos da ISO/IEC 17025 que serão inicialmente abordados no software e controlados por ele em sua versão piloto. A figura a seguir mostra os recursos essenciais presentes no software, que abrange as principais categorias das atividades realizadas no laboratório, tudo de acordo com o padrão ISO/IEC 17025.



Figura 2: Categorias essenciais desenvolvidas no Software Solution.
(CRIADO PELO AUTOR)

Para detalhar as funcionalidades do software e sua abordagem ISO/IEC 17025, a lista abaixo apresenta os itens, suas características e como serão tratados na plataforma:

5.6.1 Método de teste (Item 5.4)

- O Procedimento Operacional Padrão é apresentado e instruído ao técnico responsável pela análise.

- A segurança do processamento de dados é garantida com procedimentos de backup, confirmação de autenticidade e criptografia.

5.6.2 Garantia da qualidade dos resultados (Item 5.9)

- É realizada uma comparação entre o valor de concentração encontrado no ensaio e o valor de referência estabelecido na legislação.

5.6.3 Apresentação dos resultados (Item 5.10)

- Os resultados dos testes são registrados em formulários eletrônicos.

6. CONCLUSÃO

O acompanhamento diário da rotina de um laboratório de ensaios físico-químicos e microbiológicos foi primordial para a identificação das diferentes etapas, bem como para o reconhecimento das principais necessidades do mesmo, principalmente para o cumprimento de um sistema de controle de qualidade e para o uso do software de gestão Solution.

A empresa *Vet Plus* apresenta uma rotina diária de análises objetiva e estática, sem maiores alterações no dia a dia, sendo as etapas de elaboração de orçamento, rastreabilidade das medições e emissão de laudos as três etapas cruciais para a manutenção de um sistema de gestão da qualidade regido pela ISO/IEC 17025.

A implantação de um software de gestão do laboratório resultará em uma melhoria da rotina da empresa e consequente cumprimento dos requisitos apresentados na ISO/IEC 17025. Além disso, a avaliação *in situ* e a integração de conhecimentos técnicos da área de Química com a área de Tecnologia da Informação foram fatores essenciais para o planejamento adequado do desenvolvimento do software e suas especificidades.

Um grande diferencial do software desenvolvido neste trabalho reside no fato de seu desenvolvimento ter sido realizado por uma química e a junção das duas áreas também confere alta interdisciplinaridade dos trabalhos desenvolvidos pelos docentes e pela discente.

As perspectivas de pesquisas futuras para complementação do software incluem a ampliação da oferta de recursos, submissão do mesmo à rotina de outras empresas e a realização de testes no local, a fim de adaptar o software às necessidades específicas dos laboratórios, além de manter a linha de pesquisa e realizar testes de comparação da dinamicidade do laboratório. É importante ressaltar também que suas funcionalidades serão adaptadas à Norma NBR ISO/IEC 17025:2017.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. H., CATEN, C. S. T., GUTTERRES, M. (2009). Evaluating ISO 9001 : 2000 Certified and Non-Certified Organizations in Brazilian Leather-Footwear Chain. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 6(2), 51–73.
- ANASTAS, P. T.; Warner J. Green Chemistry: Theory and Practice. *Oxford University Press*, Oxford, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17025: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2005.
- BURNETT, David *et al.* Accreditation and point-of-care testing. p. 241–243, 2000.
- CONVERSE, T; PARK, J; MORGAN, C. *PHP5 and MySQL Bible*. [S.l.]: Wiley, 2004. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Gz_9qi0yRcoC>. (Bible).
- ELMASRI, RAMEZ; NAVATHE, Shamkant. *Sistemas de Banco de Dados*. 4^a ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.
- FEINBERG, Max; LAURENTIE, Michel. A global approach to method validation and measurement uncertainty. *Accreditation and Quality Assurance*, v. 11, n. 1–2, p. 3–9, 28 abr. 2006. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00769-005-0081-9>>. Acesso em: 24 out. 2017.
- FERREIRA, JOSÉ ROBERTO; GOMES, José Carlos. *Gerenciamento de Laboratórios de Análises Químicas*. 1^a ed. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes,

1995.

GALUSZKA, Agnieszka; MIGASZEWSKI, Zdzisław; NAMIEŚNIK, Jacek. The 12 principles of green analytical chemistry and the SIGNIFICANCE mnemonic of green analytical practices. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, v. 50, p. 78–84, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. *Acreditação de Laboratórios (ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005)*. Disponível em:
<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre_lab.asp>.

JORNADA, D. H. da, LERCH, R. L., STEDILE, I., FERRARINI, C., PRATA, A. E., & VIECELLI, A. (2008). Implantação da norma ISO/IEC 17025 nos laboratórios da Universidade de Caxias do Sul. *Congresso Da Qualidade Em Metrologia*.

KAPLAN, A. *Method and system for secure wireless database management*. . [S.l.]: Google Patents. Disponível em:
<<https://www.google.com/patents/US20020146129>>. , 2002

LENARDÃO, Eder João; DABDOUB, Miguel J; BATISTA, C Ferreira. Green Chemistry – Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123–129, 2003.

MAESTRELLI, Nelson. Controle Estatístico do Processo. *Revista Manufatura em Foco*, 2013. Disponível em: <<https://www.manufaturaemfoco.com.br/controle-estatistico-do-processo/>>.

MENEGHELLI, Leocádio. O Ambiente Das Organizações Na Era Da Globalização. p. 1–8, 2008. Disponível em: <<http://www.posuniasselvi.com.br/artigos/rev01-03.pdf>>.

MOWERY, Keaton; SHACHAM, Hovav. Pixel Perfect : Fingerprinting Canvas in HTML5. *Web 2.0 Security & Privacy 20 (W2SP)*, p. 1–12, 2012.

NELSON, W J; GREIZERSTEIN, P B. *Dynamic configuration forms in network*

- management software*. . [S.l.]: Google Patents. Disponível em:
<<https://www.google.com/patents/US5999948>>. , 1999
- NEWMAN, Stephen G.; JENSEN, Klavs F. The role of flow in green chemistry and engineering. *Green Chemistry*, v. 15, n. 6, p. 1456, 2013. Disponível em:
<<http://xlink.rsc.org/?DOI=c3gc40374b>>.
- ORACLE. *Oracle Learning Library*. Disponível em:
<https://apexapps.oracle.com/pls/apex/f?p=44785:141:110102116613990::::P141_PAGE_ID,P141_SECTION_ID:249,1776>. Acesso em: 23 set. 2017.
- ROCHA, EGHON PEREIRA DA. *PROCESSO DE ACREDITAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE ENSAIOS FÍSICO- QUÍMICOS: UM ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA ATUANTE NAS ÁREAS DE ÁGUAS E ÁGUAS RESIDUÁRIAS E ALIMENTÍCIA*. Belo Horizonte, MG: [s.n.], 2016.
- SANTOS, Antonia Angélica Muniz Dos; GUIMARÃES, Edna Almeida; BRITO, Giliard Paulo De. GESTÃO DA QUALIDADE: CONCEITO, PRINCÍPIO, MÉTODO E FERRAMENTAS. *Revista Científica INTERMEIO*, 2013.
Disponível em:
<http://www.iesc.edu.br/pesquisa/arquivos/Artigo_GESTAO_DA_QUALIDADE.pdf>
<<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>>.
- SILVA, So. Pensamento Sistêmico E Gestão Por Processos: Uma Revisão Sistemática. *Revista Gestão & Conhecimento*, v. Nov/2012, n. 2000, p. 367–383, 2012. Disponível em:
<http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/esp1_8cbs/artigos_8cbs_2012.html>
<https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/esp1_8cbs/22.pdf>.
- STANGEGAARD, Michael *et al*. A Simple method for validation and verification of pipettes mounted on automated liquid handlers. *Journal of Laboratory Automation*, v. 16, n. 5, p. 381–386, 2011.
- VERAS, Carlos Magno dos Anjos. *Gestão da Qualidade*. São Luis, MA.: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO

MARANHÃO - IFMA, 2009.

VET PLUS. *Vet Plus Agribusiness Solutions*. . Marabá, PA: [s.n.], , 2016

W3C. *World Wide Web Consortium*. Disponível em:

<<http://w3c.github.io/html/introduction.html>>. Acesso em: 22 set. 2017.

WANG, Joseph. Real-time electrochemical monitoring: Toward green analytical chemistry. *Accounts of Chemical Research*, v. 35, n. 9, p. 811–816, 2002.

8. ANEXO A

Procedimento Operacional Padrão para a Determinação de Cloretos em Água (VET PLUS, 2016)

 Vet Plus AGRIBUSINESS SOLUTIONS	DETERMINAÇÃO DE CLORETOS EM ÁGUA	POP-FQ-06
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 01 de 03

1. OBJETIVO

Definir os procedimentos analíticos para a realização do ensaio de determinação de cloretos em água e águas residuais.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Setor de Físico-química.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005;
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, 2012;
- PORTARIA SDA Nº 1, de 07 de outubro de 1981.
- MA-01 – Manual da Qualidade;
- MA-02 – Manual de Biossegurança;
- POP-FQ-01 – Preparo de Soluções

4. DEFINIÇÕES

Não se aplica

5. PROCEDIMENTOS

Fundamenta-se na titulação por precipitação dos íons cloretos sob a forma de cloreto de prata, em presença de cromato de potássio como indicador e utilizando solução padronizada de nitrato de prata como titulante. O ponto final da titulação é identificado pela formação de um precipitado avermelhado caracterizado pela formação de cromato de potássio.

5.1. Reagentes

- Solução de ácido sulfúrico 0,1 N ou solução de hidróxido de sódio 0,1N;
- Solução de cromato de potássio 5 %;
- Solução de nitrato de prata 0,0141 mol L⁻¹.

5.2. Materiais e Equipamentos

- Proveta de 100,0 mL;
- Erlenmeyer de 250,0 mL;
- Pipeta Pasteur;
- Pipeta volumétrica de 1,00 mL;
- Bureta.
- pHmetro.

5.3. Procedimento analítico

Transferir 100,0 mL da amostra para um Erlenmeyer de 250,0 mL.

Ajustar o pH entre 6,0 e 10,0, utilizando solução de ácido sulfúrico 0,1 N ou solução de hidróxido de sódio 0,1 N;

Adicionar 1,00 mL de solução de cromato de potássio a 5 % e titular com solução de nitrato de prata 0,0141 mol L⁻¹ previamente padronizada até coloração vermelho-tijolo.

Anotar o volume gasto na titulação no FORM-FQ-03-Cloretos em água.

5.4. Calculo de resultados

$$\text{mg de Cl por litro} = \frac{V \cdot f \cdot 35,5 \cdot 1000 \cdot N}{v}$$

	DETERMINAÇÃO DE CLORETOS EM ÁGUA	POP-FQ-06
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 02 de 03

Onde:

V = mL de solução de AgNO_3 0,0141 mol L⁻¹ consumidos na titulação;

f = fator de correção da solução de nitrato de prata;

N = normalidade da solução de nitrato de prata 0,0141 mol L⁻¹;

v = volume da amostra.

O resultado deverá ser registrado no FORM-FQ-10- Cloretos em água.

6. ARQUIVAMENTO

Os registros referentes ao procedimento serão arquivados conforme FORM-GQ-07 – Controle de registros.

7. RESPONSABILIDADES

Será de responsabilidade do Gerente Técnico e Responsável Técnico a verificação da aplicação deste procedimento.

8. FORMULÁRIOS/DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- FORM-GQ-07 – CONTROLE DE REGISTROS;
- FORM-GT-30 - CONTROLE DE PREPARO DE SOLUÇÕES, MEIOS E REAGENTES;
- FORM-FQ-10 - CLORETOS EM ÁGUA.

	DETERMINAÇÃO DE CLORETOS EM ÁGUA	POP-FQ-06
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 03 de 03

9. EQUIPE DE APROVAÇÃO


AÇÃO	RESPONSÁVEL	ASSINATURA	DATA
Elaboração			
Verificação/Análise Crítica			
Aprovação			

10. HISTÓRICO DAS REVISÕES

Revisão 00 – 01/06/2016 – Emissão do documento.

9. ANEXO B

Formulário para Registro dos Resultados da Determinação de Cloretos em Água (VET PLUS, 2016)

		CLORETOS EM ÁGUA				FORM-FQ-10	
						Revisão: 00	
						Data Aprovação 01/06/2016	
						Página 01 de 01	
METODOLOGIA: PORTARIA DAS Nº 01							
Ácido Sulfúrico 0,1N		Hidróxido de Sódio 0,1N		Pipeta		Bureta	
Nitrato de Prata 0,01 N		Fator da Solução de AgNO ₃		Cromato de Potássio a 5%			
CALCULO: $\text{mg Cl/L} = \frac{V \cdot f \cdot 35,5 \cdot 1000 \cdot N}{V'}$		Onde: V = nº de mL da solução de AgNO ₃ 0,01N gastos na titulação. F = fator das mesmas soluções. N = normalidade. V' = volume da amostra.					
DATA	Nº DA AMOSTRA	Volume da Amostra (mL)	VOLUME DE AgNO ₃ 0,01N (TITULAÇÃO) mL	RESULTADO (mg/L)	RESPONSÁVEL		
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							
____/____/____							

10. ANEXO C

Procedimento Operacional Padrão para a Determinação de Sólidos Totais em Água (VET PLUS, 2016)

 Vet Plus AGRIBUSINESS SOLUTIONS	DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS, FIXOS, VOLÁTEIS, DISSOLVIDOS E SEDIMENTÁVEIS E MATERIAIS FLUTUANTES	POP-FQ-09
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 01 de 03

1. OBJETIVO

Definir os procedimentos analíticos para a realização dos ensaios de sólidos totais, fixos, voláteis, dissolvidos e sedimentáveis em água e águas residuais.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Setor de Físico-química.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005;
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, 2012.
- MA-01 – Manual da Qualidade;
- MA-02 – Manual de Biossegurança;
- POP-FQ-01 – Preparo de Soluções;
- POP-FQ-08 - Determinação de sólidos em suspensão totais, fixos e voláteis.

4. DEFINIÇÕES

Não se aplica.

5. PROCEDIMENTOS

5.1. Reagentes

- Não se aplica.

5.2. Materiais e Equipamentos

- Proveta de 100,0 mL;
- Cápsula de porcelana;
- Dessecador.
- Balança analítica;
- Banho-maria;
- Estufa.

5.3. Procedimento analítico

5.3.1. Sólidos totais

5.3.1.1. Procedimento analítico para sólidos totais

Transferir 100,0 mL de amostra, medida em proveta, para cápsula de porcelana, previamente aquecida em estufa a 105 °C por 1 hora, esfriada em dessecador e pesada.

Aquecer em banho-maria até evaporação da amostra. Após, secar em estufa a 105 °C por 2 horas.

Esfriar em dessecador por 30 minutos e pesar.

Repetir as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante ou peso mínimo de uma em uma hora.

5.3.1.2. Cálculo de resultados para sólidos totais

$$\text{mg/L de sólidos totais} = \frac{(P_F - P_1) \times 1000000}{ml}$$

Onde:

P₁ = peso da cápsula vazia;

P_F = peso da cápsula mais o resíduo seco;

ml = volume da amostra em mililitros.

O resultado deverá ser registrado no FORM-FQ-15 – Sólidos Totais

	DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS, FIXOS, VOLÁTEIS, DISSOLVIDOS E SEDIMENTÁVEIS E MATERIAIS FLUTUANTES	POP-FQ-09
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 02 de 03

6. ARQUIVAMENTO

Os registros referentes ao procedimento serão arquivados conforme FORM-GQ-07 – Controle de registros.

7. RESPONSABILIDADES

Será de responsabilidade do Gerente Técnico e Responsável Técnico a verificação da aplicação deste procedimento.

8. FORMULÁRIOS/DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- FORM-FQ-15 - SÓLIDOS TOTAIS;

	DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS, FIXOS, VOLÁTEIS, DISSOLVIDOS E SEDIMENTÁVEIS E MATERIAIS FLUTUANTES	POP-FQ-09
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 03 de 03

9. EQUIPE DE APROVAÇÃO


AÇÃO	RESPONSÁVEL	ASSINATURA	DATA
Elaboração			
Verificação/Análise Crítica			
Aprovação			

10. HISTÓRICO DAS REVISÕES

Revisão 00 – 01/06/2016 – Emissão do documento.

11. ANEXO D

Formuário para Registro dos Resultados da Determinação de Sólidos Totais em Água (VET PLUS, 2016)

	SÓLIDOS TOTAIS		FORM-FQ-15
			Revisão: 00
			Data Aprovação 01/06/2016
			Página 01 de 01
METODOLOGIA: PORTARIA SDA Nº 01			
Balança:	Banho Maria:	Estufa:	
<p>CÁLCULOS: Onde: P₁ = peso da cápsula vazia.</p> <p>Mg/L Sólidos totais = $\frac{(P_F - P_1) \times 1.000.000}{\text{mL}}$ P_F = peso da cápsula + o resíduo seco.</p> <p style="text-align: right;">mL = volume da amostra em mililitros.</p>			

Data	Nº Amostra	Volume da amostra (mL)	Peso da cápsula (P ₁)	Peso da cápsula + resíduo seco (P _F)	Resultado (mg/L)	Responsável
//_				1)		
				2)		
				3)		
				4)		
				5)		
//_				1)		
				2)		
				3)		
				4)		
				5)		
//_				1)		
				2)		
				3)		
				4)		
				5)		
//_				1)		
				2)		
				3)		
				4)		
				5)		
//_				1)		
				2)		
				3)		
				4)		
				5)		
//_				1)		
				2)		
				3)		
				4)		
				5)		

12. ANEXO E

Procedimento Operacional Padrão para a Determinação de Alumínio em Água (VET PLUS, 2016)

	DETERMINAÇÃO DE ALUMÍNIO	POP-FQ-10
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 01 de 04

1. OBJETIVO

Definir os procedimentos analíticos para a realização do ensaio de determinação de alumínio em água e águas residuais.

2. CAMPO DE APLICAÇÃO

Setor de Físico-química.

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005;
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition, 2012;
- MA-01 – Manual da Qualidade;
- MA-02 – Manual de Biossegurança;
- POP-FQ-01 – Preparo de Soluções.

4. DEFINIÇÕES

Não se aplica

5. PROCEDIMENTOS

5.1. Reagentes

- Reagentes pertencentes ao KIT de análise de alumínio;
- Solução de ácido sulfúrico ou hidróxido de sódio;
- Água destilada.

5.2. Materiais e Equipamentos

- Balão volumétrico de 10,00 ou 25,00 mL;
- Micropipeta;
- Ponteira;
- Pipeta volumétrica de 2,00 e 20,00 mL;
- Pipeta graduada;
- Cubeta.
- pHmetro;
- Espectrofotômetro.

5.3. Intervalo de medida

Conforme especificação do Fabricante

Cubeta 20 mm - 0,01 – 0,50 mg/L Al³⁺

Cubeta 10 mm - 0,01 – 1,00 mg/L Al³⁺

5.4. Precauções de segurança

Este procedimento não possui reagentes perigosos.

5.5. Interferentes

Amostras turvas exigem a filtração (filtro de membrana de 0,45 µm).

Águas altamente poluídas exigem diluição.

Fluoreto causa interferências.

Os íons seguintes não causam interferências: ≤ 1 mg/L de Co; ≤ 5 mg/L de Cr (III), Cd; ≤ 10 mg/L de Cu, Mn, Ni, Zn; ≤ 20 mg/L de Fe.

O método pode ser utilizado para análise da água do mar.

	DETERMINAÇÃO DE ALUMÍNIO	POP-FQ-10
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 02 de 04

5.6. Procedimento Analítico

O pH da amostra deve estar entre 3 e 5, se necessário ajustar com solução de hidróxido de sódio ou ácido sulfúrico;

Branco:

- a) Em um balão volumétrico de 25,00 mL adicionar:
 - 20,00 mL de água destilada;
 - 0,2 mL (200 µL) de **R1** e agitar;
 - 1 medida de **R2** e agitar;
 - 2,00 mL de **R3** e agitar;
 - 2,00 mL de **R4** e agitar;
- b) Ajustar o volume para 25,00 mL com água destilada;
- c) Deixar reagir por 5 minutos;
- d) Selecionar a cubeta e o método no espectrofotômetro (1-02);
- e) Zerar o equipamento.

Amostra:

- a) Em um balão volumétrico de 25,00 mL adicionar:
 - 20,00 mL de amostra;
 - 0,2 mL (200 µL) de **R1** e agitar;
 - 1 medida de **R2** e agitar;
 - 2,00 mL de **R3** e agitar;
 - 2,00 mL de **R4** e agitar;
- b) O valor do pH deve estar entre 6,0 e 6,5, caso contrário, adicionar mais **R4**;
- c) Ajustar o volume para 25 mL com água destilada;
- d) Deixar reagir por 5 minutos;
- e) Selecionar cubeta e o método no espectrofotômetro (1-02);
- f) Realizar a leitura.

5.7. Redução do volume para procedimento analítico

Para aumentar o número de determinações, pode-se trabalhar da seguinte maneira:

- a) Em um balão volumétrico de 10,00 mL adicionar:
 - 8,0 mL da amostra;
 - 0,08 mL (80 µL) de **R1**;
 - ½ de medida de **R2**;
 - 0,8 mL de **R3**;
 - 0,8 mL de **R4**;
- b) Ajustar o volume para 10,00 mL com água destilada;
- c) Selecionar a cubeta (semi-micro, se for o caso) e o método no espectrofotômetro (1-02);
- d) Realizar a leitura.

5.8. Interpretação do resultado

Registrar o valor da leitura no FORM-FQ-20 - Ensaios realizados por espectrofotometria.

5.9. Descarte dos resíduos

As soluções resultantes desse procedimento analítico podem ser descartadas com água corrente em abundância.

	DETERMINAÇÃO DE ALUMÍNIO	POP-FQ-10
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 03 de 04

6. ARQUIVAMENTO

Os registros referentes ao procedimento serão arquivados conforme FORM-GQ-07 – Controle de registros.

7. RESPONSABILIDADES

Será de responsabilidade do Gerente Técnico e Responsável Técnico a verificação da aplicação deste procedimento.

8. FORMULÁRIOS/DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- FORM-GQ-07 – CONTROLE DE REGISTROS;
- FORM-GT-30 - CONTROLE DE PREPARO DE SOLUÇÕES. MEIOS E REAGENTES;
- FORM-FQ-20 - ENSAIOS REALIZADOS POR ESPECTROFOTOMETRIA.

	DETERMINAÇÃO DE ALUMÍNIO	POP-FQ-10
		Revisão: 00
		Data da Aprovação: 01/06/2016
		Página 04 de 04

9. EQUIPE DE APROVAÇÃO


AÇÃO	RESPONSÁVEL	ASSINATURA	DATA
Elaboração			
Verificação/Análise Crítica			
Aprovação			


10. HISTÓRICO DAS REVISÕES

Revisão 00 – 01/06/2016 – Emissão do documento.

13. ANEXO F

Formulário para Registro dos Resultados da Determinação de Alumínio em Água (VET PLUS, 2016)

		ENSAIOS REALIZADOS POR ESPECTROFOTOMETRIA							FORM-FQ-20	
									Revisão: 00	
									Data Aprovação 01/06/2016	
									Página 01 de 02	
N° DA AMOSTRA		DATA DE INÍCIO:		DATA DE TÉRMINO:		ESPECTROFOTOMETRO:				
METODOLOGIA: Standard Methods, 2012										
ENSAIO	DATA	LOTE DOS REAGENTES/ KITS	LEITURA DA AMOSTRA	1ª DILUIÇÃO	LEITURA DA 1ª DILUIÇÃO	2ª DILUIÇÃO	LEITURA DA 2ª DILUIÇÃO	RESULTADO FINAL	EQUIPAMENTO/ VIDRARIA	RESPONSÁVEL
ALUMÍNIO										
AMÔNIA/ NITROGÊNIO AMONIAICAL										
CÁLCIO										
CLORO RESIDUAL LIVRE										
CLORO TOTAL										
COR										
SURFACTANTES										
DUREZA TOTAL										
FERRO										
FERRO DISSOLVIDO										
MANGANÊS DISSOLVIDO										
MANGÂNES										
MAGNÉSIO										
NITRATOS										
NITRITOS										
NITROGÊNIO TOTAL										
POTÁSSIO										

		ENSAIOS REALIZADOS POR ESPECTROFOTOMETRIA							FORM-FQ-20	
									Revisão: 00	
									Data Aprovação 01/06/2016	
									Página 02 de 02	
ENSAIO	DATA	LOTE DOS REAGENTES/ KITS	LEITURA DA AMOSTRA	1ª DILUIÇÃO	LEITURA DA 1ª DILUIÇÃO	2ª DILUIÇÃO	LEITURA DA 2ª DILUIÇÃO	RESULTADO FINAL	EQUIPAMENTO/ VIDRARIA	RESPONSÁVEL
SÍLICA										
SULFATOS										
SULFITO										
SULFETOS										
TURBIDEZ										
ZINCO										
DQO 40										
DQO 1.500										
DQO 15.000										
CROMO HEXAVALENTE										
FLUORETO										
CROMO TOTAL										
CROMO TRIVALENTE										
FÓSFORO										
OBSERVAÇÃO:										