



**Universidade dos Açores**

**Departamento de Ciências Agrárias**

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

**Acompanhamento da aquisição e instalação de um  
aparelho de Espectroscopia NIR (Near-Infrared) num  
sistema de aconselhamento à lavoura de S. Miguel**

Proponente: Dino Luís Tavares Mendonça

Orientador: Alfredo Emílio Silveira de Borba

## **Agradecimentos**

Ao longo deste trabalho vários conhecimentos novos foram adquiridos, e outros lembrados, aspetos normais da vida de estudante que eu tive o privilégio de conhecer. Aqui fica o meu agradecimento.

Agradeço ao Professor Doutor Alfredo Borba, por ter aceite ser o orientador da minha tese, por ter mostrado disponibilidade para ajudar sempre que surgiam dúvidas. Agradeço pela paciência e perseverança que teve comigo ao longo do trabalho.

À Engenheira Cristiana Maduro Dias, por ter sido também uma incessante ajuda em esclarecer todas as dúvidas que surgiram sobre o tema.

Ao Engenheiro Paulo Oliveira da Cooperativa União Agrícola por me ter incentivado á realização do trabalho sobre este tema.

A todos os professores que intervieram direta e indiretamente com o meu percurso, pois todos eles ensinaram-me algo benéfico para o meu dia-a-dia profissional e moral.

À minha Mãe, por ser a pessoa que sempre acreditou em mim, mesmo nas alturas em que tudo parecia perdido.

À minha namorada, por ter sido paciente ao ouvir todos os meus desabafos e por saber as palavras certas para me reconfortar.

A todos os meus amigos e colegas da Universidade, pelos sorrisos, alegrias que me deram.

A todos o meu sincero Obrigado.

## **Resumo**

A Espectroscopia de Refletância no Infravermelho Próximo (NIR) foi desenvolvida a na década de cinquenta com o intuito de conhecer a composição química dos alimentos através da absorção da zona próxima ao infravermelho, podendo assim prever a composição, a digestibilidade e o teor de energia metabolizável, dentre outras variáveis inerentes ao alimento (Valdes & Leeson, 1991).

Este trabalho, teve como objetivo avaliar o potencial uso da Espectroscopia NIR para determinar características químicas e biológicas da alimentação animal utilizada na ilha de São Miguel e propor qual a melhor solução de aquisição, de forma a melhor servir os seus produtores fornecendo a estes, resultados de análises precisas, rápidas, não destrutivas e de baixo custos ao produtor, das forragens produzidas nas suas explorações. Desta forma será possível formular dietas balanceadas baseadas em valores nutricionais viáveis.

Palavras Chave: NIR, Valor Nutritivo, Forragens.

## Índice

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	2
3. Localização Geográfica do Arquipélago dos Açores .....	3
3.1. Ilha de São Miguel.....	4
3.1.1. História.....	4
3.1.2. Enquadramento Geográfico .....	4
3.1.3. Principais atividades Económicas .....	5
4. Métodos Analíticos para análise de alimentos.....	6
4.1. Método de Weende .....	7
4.2. Método de Van Soest.....	12
5. A Espectroscopia de Infravermelho Próximo.....	13
5.1. Aplicação do NIR à Nutrição Animal .....	15
5.2. Aplicação do NIR na caracterização de forragens.....	15
6. Instalação de um aparelho de NIR .....	19
6.1. Calibração do NIR.....	19
6.2. Pré-tratamento espectral .....	20
6.3. Métodos de referência para a calibração do NIRS.....	22
7. Conclusões gerais .....	24
8. Bibliografia .....	25

## **Lista de abreviaturas**

PAC: Política Agrícola Comum

NIR: Near-Infrared Spectroscopy

NT: azoto total

EE: Extrato Etéreo

PB: Proteína Bruta

FB: Fibra Bruta

CB: Cinza Bruta

MS: Matéria Seca

ADL: Lenhina insolúvel em Detergente Ácido

ADF: Fibra insolúvel em Detergente Ácida

NDF: A Fibra insolúvel em Detergente Neutra

EM: Energia Metabolizável

USDA: Departamento de Agricultura dos EUA

ANN: Artificial Neural network

PLS: Regressão parcial dos mínimos quadrados

PCR: Regressão de componentes principais

MPLS: Regressão parcial dos mínimos quadrados modificada

SNV: variação padrão normal

MSC: correção de difusão multiplicativa

## Índice de Figuras

Figura 1. Localização do arquipélago dos Açores, (Secção de Geografia 2005). .....	3
Figura 2. Mapa da ilha de São Miguel com ilustrações de diversos pontos de interesse, Mosteiros Miguel (2015). .....	5
Figura 3. Sistema de Weende.....	7
Figura 4. A figura á esquerda representa o método de transmitância, à direita por refletância.....	14
Figura 5. Configuração geral de NIR (Reich, 2005).....	15

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Vantagens e desvantagens da utilização da espectroscopia NIR face a técnicas tradicionais.....	2
Tabela 2. Esquema da análise proximal dos alimentos, com especificação dos componentes químicos das frações.....	8
Tabela 3. Resultados obtidos pela técnica NIR para prever digestibilidade da matéria orgânica em silagens de erva (Barber <i>et al.</i> , 1990).....	16
Tabela 4. Resultados obtidos pela técnica NIR com as regiões mais importantes para prever digestibilidade de diferentes autores.....	17
Tabela 5. Previsão da ingestão voluntária MS de forragens utilizando o NIR (Givens, <i>et al.</i> , 1997).....	18

## **Nota Prévia**

Este trabalho foi realizado ao abrigo do Artigo 2º, alínea i, do Regulamento de Mestrados da Universidade dos Açores. A Cooperativa União Agrícola de São Miguel pretende adquirir um aparelho NIR (Near-Infrared) para apoio aos associados.

O nosso objetivo era seguir a aquisição, instalação e posta em marcha do referido equipamento e elaborar um relatório sobre o mesmo processo.

No entanto, a aquisição do referido aparelho ainda não ocorreu, o que inviabilizou o nosso objetivo, pelo que optamos por seguir os passos da aquisição e estabelecer as condições essenciais para o seu normal funcionamento.

Sendo, pois este um trabalho de revisão bibliográfica sobre as condições ideais de funcionamento de um aparelho de NIR nas condições dos Açores.

## **1. Introdução**

A necessidade de se obter dietas balanceadas e equilibradas nos seus componentes nutritivos e economicamente competitivas, que correspondam às necessidades atuais da agropecuária europeia, impostas pela nova PAC (Política Agrícola Comum), de redução do impacto ambiental da agropecuária, devido, essencialmente, à ineficiência do sistema digestivo dos animais (Givens e Deaville, 1999), levam à pesquisa de métodos analíticos que deem uma resposta pronta às necessidades da agropecuária e sejam economicamente competitivos.

A Espectroscopia NIR (Near-Infrared Spectroscopy) é um dos métodos que correspondem às exigências atrás referidas, rapidez e preço. A Espectroscopia NIR foi durante muitos anos aplicado para medição de misturas de gorduras e proteínas (Borba, 1992), tendo a sua primeira aplicação à agricultura sido feita por Norris, em 1964. Desde essa altura, a técnica tem vindo a ser utilizada cada vez mais frequentemente como alternativa às análises convencionais, para prever a composição química de forragens e outros produtos (Stuth e Tolleson, 2000). Para além da sua rapidez, esta técnica oferece outras vantagens importantes sobre as abordagens tradicionais, conforme apresentado na Tabela 1 (Reich, 2005).