

CRISTIANE DA SILVA MARCIANO GRASSELLI

**ISOLAMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
AVALIAÇÃO DO EFEITO DO POLVILHO DO FRUTO DA LOBEIRA
(*Solanum lycocarpum* St. Hill) NA GLICOSE E LIPÍDIOS SANGÜÍNEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

CRISTIANE DA SILVA MARCIANO GRASSELLI

**ISOLAMENTO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
AVALIAÇÃO DO EFEITO DO POLVILHO DO FRUTO DA LOBEIRA
(*Solanum lycocarpum* St. Hill) NA GLICOSE E LIPÍDIOS SANGÜÍNEOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para a obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

Aprovada: 17 de outubro de 2001.

Prof^ª. Neuza Maria Brunoro Costa
(Conselheira)

Prof. Antônio Jacinto Demuner
(Conselheiro)

Prof. Paulo Henrique Alves da Silva

Prof. Vicente Wagner Dias Casali

Prof^ª. Josefina Bressan Resende Monteiro
(Orientadora)

A Deus.

Ao meu marido Luís Cláudio.

À minha filha Luísa.

À minha mãe Annette e ao meu pai Isaltino (*in memoriam*).

“A Glória de Deus é a Vida do Homem...” (Sto. Irineu).

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

À professora June Ferreira Maia Parreiras, grande amiga e orientadora de boa parte dos trabalhos.

À professora Josefina Bressan Resende Monteiro, pela disponibilidade em continuar a orientação dos trabalhos, pelos conhecimentos, pela atenção e amizade dispensadas.

À professora conselheira Neuza Maria Brunoro Costa, pelo auxílio indispensável na condução dos trabalhos experimentais, pela franquia do laboratório, pela discussão constante do trabalho, pelos conhecimentos e pelas informações técnicas sempre oportunas.

Ao professor conselheiro Antônio Jacinto Demuner, pela inestimável ajuda em parte do experimento, pelos conhecimentos e pela discussão do trabalho.

Aos professores Vicente Wagner Dias Casali e Paulo Henrique Alves da Silva, pela solicitude em compor a banca de defesa.

Aos demais professores do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos conhecimentos transmitidos.

Ao meu marido Luís Cláudio, pelo auxílio indispensável no desenvolvimento dos experimentos, pela dedicação, pela amizade e pelo carinho.

Aos funcionários do DTA, Sr. Valente e Sr. José, pelo auxílio nos trabalhos experimentais, e à secretária de pós-graduação Geralda, pelas informações e pelo auxílio indispensáveis.

Aos amigos Júlio César e Renato e aos estagiários Célia e Gustavo, pelo grande auxílio na condução dos experimentos.

Às amigas Edimar e Célia, por tornar mais agradável os trabalhos no laboratório e pelo auxílio na discussão dos resultados.

A todos os grandes amigos que auxiliaram na difícil tarefa de colheita dos frutos da lobeira.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização e melhoria deste trabalho.

A DEUS, que, pela providência manifestada por meio de cada uma dessas pessoas e pela graça do seu amor derramado a cada instante, cuidou para que se tornasse possível a conclusão deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Diabetes melito.....	3
2.2. O uso de plantas medicinais no tratamento do diabetes melito	4
3. METODOLOGIA	12
3.1. Colheita dos frutos e extração do amido	12
3.2. Preparo da amostra para análise	13
3.3. Análises físico-químicas do amido dos frutos da lobeira	13
3.3.1. Umidade	13
3.3.2. Cinzas	14
3.3.3. Lipídios	14
3.3.4. Proteínas.....	14
3.3.5. Amido.....	14
3.4. Caracterização do amido dos frutos da lobeira.....	15
3.4.1. Ciclo de congelamento e descongelamento	15
3.4.2. Firmeza do gel (penetrômetro)	15
3.4.3. Densidade absoluta	16
3.4.4. Forma dos grânulos de amido dos frutos da lobeira.....	16

3.4.5. Teor de amilose.....	16
3.4.6. Curva de viscosidade	17
3.4.7. Viscosidade intrínseca	17
3.4.8. Poder de Inchamento (PI) e Índice de Solubilização do Amido (ISA)	18
3.5. Determinação da composição química do extrato etanólico do amido claro.....	18
3.5.1. Preparação do extrato bruto do amido claro.....	18
3.5.2. Isolamento de compostos do extrato bruto da fração clara do amido dos frutos da lobeira por Cromatografia em Camada Delgada (CCD)	18
3.5.3. Cromatografia de coluna	20
3.5.4. Análises espectroscópicas.....	20
3.5.4.1. Ressonância magnética nuclear (RMN)	20
3.5.4.2. Infravermelho (IV)	20
3.5.5. Temperatura de fusão.....	21
3.5.6. Análise de açúcares por Cromatografia de Camada Delgada (CCD).....	21
3.5.6.1. Hidrólise do material.....	21
3.6. Análises espectrofotométricas do amido dos frutos da lobeira.....	22
3.6.1. Preparo dos extratos brutos	22
3.7. Avaliação do efeito do amido da lobeira, do seu extrato bruto e de compostos isolados por cromatografia de camada delgada e de coluna na glicose e lipídios sanguíneos em ratos com diabetes induzido por aloxano	22
3.7.1. Ingestão alimentar e avaliação do ganho de peso dos animais nos diferentes grupos experimentais	24
3.7.2. Indução do diabetes por injeção intravenosa de aloxano	24
3.7.3. Preparo do extrato bruto da fração clara do amido dos frutos da lobeira	24
3.7.4. Avaliação do efeito do amido, do extrato e da fração isolada por CCD no controle do diabetes melito induzido por aloxano em ratos.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Extração do amido.....	27
4.2. Análise da composição centesimal do amido dos frutos da lobeira.....	27
4.3. Caracterização físico-química do amido dos frutos da lobeira	28
4.3.1. Teor de amilose.....	28
4.3.2. Ciclo de congelamento e descongelamento	29

4.3.3. Consistência do gel (penetrômetro)	31
4.3.4. Densidade absoluta	34
4.3.5. Tamanho e forma dos grânulos de amido	34
4.3.6. Poder de inchamento (PI) e índice de solubilização (ISA)	37
4.3.7. Propriedades viscoamilográficas	38
4.4. Viscosidade intrínseca.....	39
4.5. Composição química do extrato etanólico do amido claro dos frutos da lobeira, utilizando CCD, cromatografia de coluna, RMN e IV	41
4.6. Análises espectrofotométricas do amido dos frutos da lobeira.....	48
4.7. Avaliação do efeito do amido, do extrato e dos compostos isolados por CCD no controle do diabetes melito induzido por aloxano em ratos	50
4.7.1. Glicose sanguínea utilizando sangue da cauda	50
4.7.2. Dosagem da glicemia, hemoglobina glicosilada, triglicérides, colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) utilizando sangue obtido por punção cardíaca nos diferentes grupos experimentais .	55
RESUMO E CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICES	74
APÊNDICE A.....	75
APÊNDICE B	77
APÊNDICE C	83
APÊNDICE D.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Plantas medicinais utilizadas no tratamento do diabetes melito	6
Quadro 2	Composição da dieta experimental (g/100g)	23
Quadro 3	Composição centesimal das frações clara e escura do amido da lobeira (g/100g).....	28
Quadro 4	Consistência dos géis de amido do milho, da batata e dos frutos da lobeira em diferentes concentrações	32
Quadro 5	Poder de inchamento (PI) e índice de solubilização (ISA) das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira	37
Quadro 6	Propriedades viscoamilográficas das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira.....	38
Quadro 7	Viscosidade intrínseca das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira	41
Quadro 8	Dados de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) obtidos das frações C e D	43
Quadro 9	Dados de RMN de ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) obtidos para as frações C e D.....	45
Quadro 10	Média da glicemia utilizando sangue da cauda dos animais nos diferentes grupos experimentais	51
Quadro 11	Resumo da análise de variância dos parâmetros bioquímicos do sangue dos animais de todos os grupos experimentais	59
Quadro 1A	Ciclo de congelamento e descongelamento do amido claro	75
Quadro 2A	Ciclo de congelamento e descongelamento do amido escuro....	76
Quadro 1B	Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 1 ..	77
Quadro 2B	Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 2 ..	78

Quadro 3B	Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 3 ..	79
Quadro 4B	Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 4 ..	80
Quadro 5B	Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 5 ..	81
Quadro 6B	Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 6 ..	82
Quadro 1C	Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dLdo grupo 1	83
Quadro 2C	Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dLdo grupo 2	84
Quadro 3C	Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dLdo grupo 3	85
Quadro 4C	Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dLdo grupo 4	86
Quadro 5C	Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dLdo grupo 5	87
Quadro 6C	Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dLdo grupo 6	88
Quadro 1D	Peso em gramas dos animais do grupo 1	89
Quadro 2D	Peso em gramas dos animais do grupo 2	90
Quadro 3D	Peso em gramas dos animais do grupo 3	91
Quadro 4D	Peso em gramas dos animais do grupo 4	92
Quadro 5D	Peso em gramas dos animais do grupo 5	93
Quadro 6D	Peso em gramas dos animais do grupo 6	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Perda de água durante o ciclo de congelamento e descongelamento da suspensão a 5% do gel do amido claro dos frutos da lobeira.....	29
Figura 2	Perda de água durante o ciclo de congelamento e descongelamento da suspensão a 5% do gel do amido escuro dos frutos da lobeira.....	30
Figura 3	Consistência do gel do amido claro dos frutos da lobeira em diferentes concentrações	32
Figura 4	Consistência do gel do amido de milho em diferentes concentrações	33
Figura 5	Consistência do gel de fécula de batata em diferentes concentrações	33
Figura 6	Consistência do gel do amido escuro dos frutos da lobeira em diferentes concentrações	34
Figura 7	Fotomicrografias dos grânulos de amido dos frutos da lobeira claro (a), escuro (b), feijão (c), batata-inglesa (d) e mandioca (e). Aumento de 400x3.3	35
Figura 8	Fotomicrografias dos grânulos de amido dos frutos da lobeira claro (a), escuro (b), feijão (c), batata-inglesa (d) e mandioca (e). Aumento de 1000x3.3	36
Figura 9	Estimativa da viscosidade intrínseca do amido claro dos frutos da lobeira, dada pela viscosidade inerente em função da concentração.....	40
Figura 10	Estimativa da viscosidade intrínseca do amido escuro dos frutos da lobeira, dada pela viscosidade inerente em função da concentração.....	40

Figura 11	Espectro no infravermelho (KBr) das frações C e D do extrato bruto do amido dos frutos	42
Figura 12	Espectro de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) das frações C e D do extrato bruto do amido dos frutos da lobeira	43
Figura 13	Espectro de RMN de ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) das frações C e D do extrato bruto do amido dos frutos da lobeira	44
Figura 14	Espectro no infravermelho (KBr) do constituinte de Rf igual a 0,40.....	46
Figura 15	Espectro de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) do constituinte de Rf igual a 0,40.....	46
Figura 16	Espectro de RMN de ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) do constituinte de Rf igual a 0,40.....	47
Figura 17	Estrutura da rafinose	48
Figura 18	Espectrofotometria do extrato etanólico do amido claro dos frutos da lobeira	49
Figura 19	Espectrofotometria do extrato etanólico do amido escuro dos frutos da lobeira	50
Figura 20	Efeito da dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos normais.....	52
Figura 21	Efeito da dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos diabéticos, em comparação com ratos normais que receberam a mesma dieta .	52
Figura 22	Efeito do extrato bruto dos frutos da lobeira sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos com diabetes induzido por aloxano.	53
Figura 23	Efeito dos constituintes do extrato bruto dos frutos da lobeira isolados por CCD e cromatografia de coluna sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos com diabetes induzido por aloxano.	53
Figura 24	Glicemia de jejum dos animais de todos os grupos ao final do experimento.....	56
Figura 25	Taxa de hemoglobina glicosilada dos animais de todos os grupos ao final do experimento.....	56
Figura 26	Valores de colesterol, triglicérides, HDL, LDL e VLDL dos animais ao final do experimento	57

RESUMO

GRASSELLI, Cristiane da Silva Marciano, D.S., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2001. **Isolamento, caracterização físico-química e avaliação do efeito do polvilho do fruto da lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hill) na glicose e lipídios sanguíneos.** Orientadora: Josefina Bressan Resende Monteiro. Conselheiros: Neuza Maria Brunoro Costa e Antônio Jacinto Demuner.

Com o objetivo de estudar as características do amido da lobeira, empregado pela população como auxiliar no tratamento do diabetes melito, foi feita a determinação da composição química centesimal das frações clara e escura. A fração clara apresentou 0,27% de proteína, 0,45% de lipídios totais, 10,7% de umidade, 0,03% de cinzas, 87,7% de amido (CAD) e 0,79% de outros componentes que não foram identificados, não diferindo da composição centesimal de amido obtido por outras fontes; já a fração escura apresentou 2,52% de proteína, 0,94% de lipídios, 11,41% de umidade, 0,2% de cinzas e 7,29% de outros componentes. O teor de amilose encontrado na fração clara foi de 20,8%, diferindo muito do teor encontrado na fração escura, que foi de 9,1%, sendo o valor de amilose encontrado na fração clara semelhante ao encontrado em outras fontes de amido. Quanto à firmeza do gel, a diferença foi bem mais acentuada no amido escuro do que no claro, provavelmente devido à menor concentração de amido na fração escura. No processo de retrogradação, o que se

esperava era o aumento crescente nas taxas de retrogradação de géis de amido estocados a baixas temperaturas por determinado período de tempo, o que não foi observado nem na fração clara nem na fração escura. Também o valor da densidade absoluta na fração clara deste amido, que foi de 2,9 mg/mL, diferiu daqueles encontrados em outros tipos de amido. Quanto à forma, os grânulos das frações clara e escura apresentaram-se com formatos variados ovais e poliédricos. O estudo químico do extrato etanólico, buscando a identificação de princípios ativos que justificassem essa ação antidiabética, revelou tratar-se da mistura de ácidos graxos e confirmou a presença de compostos glicosídicos. A análise dos resultados permitiu identificar a rafinose como o carboidrato presente na estrutura, não tendo sido identificado a qual constituinte (aglicona) estava ligada. No estudo do controle da glicemia em ratos com diabetes induzido por aloxano, pôde-se observar que a maior redução foi obtida pela utilização do extrato bruto da fração clara, que foi de 12,60%, quando comparada com a taxa de glicose sanguínea dos animais diabéticos que receberam dieta-padrão (grupo 2-RDDP). O possível efeito hipoglicemiante do extrato bruto da fração clara foi confirmado pela porcentagem de hemoglobina glicosilada, que também foi menor no grupo que o recebeu. A taxa de colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) mostrou que, em relação ao VLDL e HDL, no grupo 6 (RDDC) houve maior aumento durante o período experimental, sendo estas de 52,9 e 12,2%, respectivamente, mais altas do que os níveis dos mesmos parâmetros do grupo 2. Esse aumento nas frações lipídicas encontradas no grupo 6 é justificado, uma vez que o extrato usado pelos animais deste grupo era constituído por uma mistura de ácidos graxos. Apesar dessas indicações, nos parâmetros avaliados não houve efeito significativo dos tratamentos ($P > 0,05$) pelo teste F. Este trabalho permitiu determinar as características físico-químicas e reológicas do amido dos frutos da lobeira, bem como sugeriu a presença de um glicoalcalóide no extrato etanólico bruto desse amido, que, pelos resultados do ensaio biológico obtidos e pelos estudos já publicados, pode ser um dos possíveis responsáveis pela ação hipoglicemiante do amido dos frutos da lobeira utilizado na terapêutica popular como auxiliar no tratamento do diabetes melito.

ABSTRACT

GRASSELLI, Cristiane da Silva Marciano, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Octoberber 2001. **Isolation, physio-chemical characterization and evaluation of effects of lobeira fruit (*Solanum lycocarpum* St. Hill) powder on blood glucose and lipids.** Advisor: Josefina Bressan Resende Monteiro. Committee members: Neuza Maria Brunoro Costa and Antônio Jacinto Demuner.

Chemical composition of the clear and the dark fraction of lobeira fruit starch was determined to study the characteristics of this popular auxiliary treatment of mellitus diabetes,. The clear fraction contained 0.27% protein, 0.45% total lipids, 10.7% moisture, 0.03% ash, 87.7% starch (CAD) and 0.79% of the other unidentified components. This composition is similar to the starch obtained from other sources. The dark fraction contained 2.52% protein, 0.94% lipids, 11.41% moisture and 0.2% ash and 7.29% of other components. The 20.8% amylose content in the clear fraction was significantly higher than that found in the dark fraction (9.1%), and similar to that found in starch from other sources. The gel firmness was lower in the dark than in the clear fraction, probably due its low starch concentration. The expected retrogradation of starch gels stored at low temperatures, at continuously increasing rate was not found in any of the fractions. The absolute density of the clear fraction starch was 2.9 mg/ml that differed from other types of starch. The granule shape varied from

oval to polyhedral in both the fractions. The ethanolic extract, probable responsible for anti diabetic action, revealed mixture of fatty acids and presence of glycosidic compounds was confirmed. The analysis of results permitted identification of raffinose present in the structure, but aglicone concerned was not identified. In experiments of glycemia control in rats with aloxane induced diabetes, use of crude extracts from the clear fraction reduced blood sugars by 12.60% compared to in the diabetic animal receiving the standard diet (group 2 - RDDP). The possible hypoglycemic effect of this crude extract was confirmed by low percentage of the gluco-hemoglobin. The total cholesterol content and fractions (HDL, LDL, and VLDL), showed that VLDL and HDL, in the group 6 (RDDC), was increased by 52.9% and 12.2%, respectively, during the experimental period, in relation to the group 2. This increase in the lipid fractions found in group 6 is justified, because the extract used by the animals of this group consisted of a fatty acids mixture. Despite these indications in the evaluated parameters, there was no significant effect of treatments ($P>0.05$). This work determined the physio-chemical and rheological characteristics of the lobeira fruit starch, and suggested presence of a glyco alkaloid in the crude ethanolic extract of this starch. The biological assay and the published reports suggest that it may be one of the responsible factors for the hypoglycemic action of the starch from lobeira fruits used in popular auxiliary therapy of mellitus diabetes.

1. INTRODUÇÃO

O amido, como a celulose, é um dos carboidratos mais abundantes nas plantas. É ingrediente importante na produção de alimentos e apresenta muitas aplicações industriais. A versatilidade da utilização do amido está relacionada à sua estrutura química e ao seu tamanho granular (KASEMSUWAN et al., 1995).

Diversas fontes de amido têm sido pesquisadas, visando o uso de produtos em alimentos e outras indústrias. Uma das razões da utilização do amido em produtos alimentícios é a melhoria de sua textura e consistência, além do fornecimento de energia. Muitos cientistas têm se dedicado a compreender melhor a estrutura dos diversos amidos e suas propriedades, buscando acentuar sua funcionalidade e introduzir novas propriedades para atender ao mercado. A aceitação de um amido para determinada finalidade não depende somente da morfologia do grânulo, mas também de suas características de inchamento, da temperatura de gelatinização e da retrogradação, as quais constituem reflexo da composição e da conformação dos polímeros nele contidos (SILVA, 1995).

A lobeira, *Solanum lycocarpum* St Hill., da família Solanaceae, cresce e se desenvolve em condições ambientais desfavoráveis, como terras ácidas e pobres em nutrientes. É capaz de suportar o clima árido e os períodos de seca prolongados, resistindo ainda a ciclos anuais de queimadas feitas pelo homem (CAMPOS, 1994).

A lobeira, conhecida somente dentro da especificação de plantas daninhas, passou a ser estudada sob novo enfoque, em pesquisa para uso medicamentoso (BRANDÃO, 1985). A terapêutica popular introduziu o uso do amido de seus frutos, conhecidos como fruta-do-lobo, como auxiliares no tratamento de diabetes e hipoglicemia (CAMPOS, 1994).

Diversos estudos têm mostrado a utilização de plantas medicinais no controle do diabetes melito em muitos países. Esse fato tem levado ao aumento no número de pesquisas direcionadas à validação das propriedades antidiabéticas, as quais são empiricamente atribuídas a essas plantas. Com isso, pesquisas sobre isolamento, purificação, identificação e estudos dos mecanismos de ação das substâncias responsáveis pela atividade hipoglicemiante têm sido realizadas (RAMOS et al., 1995).

Os resultados obtidos por MARCIANO (1997) mostraram que o polvilho dos frutos da lobeira foi eficaz na redução da glicose sangüínea de ratos com diabetes induzido por aloxano. O controle da glicemia pelo uso do amido dos frutos da lobeira também foi relatado por pacientes hiperglicêmicos que deliberadamente usaram o produto no controle da doença. Os pacientes relataram redução da glicemia quando consumiam o amido como parte da dieta (GRASSELLI et al., 2001).

Os objetivos deste trabalho foram a extração e caracterização físico-química do polvilho dos frutos da lobeira; o isolamento e a identificação de diferentes substâncias deste amido que pudessem exercer efeito sobre o controle do diabetes melito; e o teste *in vivo* do efeito do amido e de substâncias isoladas sobre os níveis de glicose e lipídios sangüíneos, em ratos normais e em ratos com diabetes induzido por aloxano.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Diabetes melito

Como consequência da deficiência insulínica, a glicose, proveniente da alimentação ou da produção hepática a partir de outros nutrientes, não é metabolizada adequadamente e acumula-se em todos os tecidos do organismo (MALERBI, 1998).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as formas clínicas de diabetes consideradas clássicas são o Diabetes Melito Insulino Dependente (DMID), ou tipo 1, que é caracterizado pela deficiência da síntese da insulina pelo pâncreas, acometendo principalmente crianças e jovens, e o Diabetes Não-Insulino Dependente (DMNID), ou tipo 2, que é a forma mais freqüente do diabetes, estimado em 85 a 90% do total de todos os casos; o aparecimento da doença se dá geralmente em pessoas com idade superior a 40 anos de idade, sendo decorrente da deficiência da ação de insulina devido a alterações na superfície celular ou em seu interior (PALLARDO, 1997).

De acordo com a American Diabetes Association – ADA 2001, o diabetes melito foi classificado em cinco tipos distintos: diabetes melito insulino dependente (DMID), diabetes melito não-insulino dependente (DMNID), diabetes melito gestacional (DMG), diabetes relacionado à má nutrição e outros tipos. Todos os cinco tipos foram caracterizados por hiperglicemia de jejum ou níveis elevados de glicose sanguínea durante um teste oral de tolerância à glicose.

O diabetes é uma doença universal que acomete atualmente mais de 100 milhões de indivíduos em todo o mundo. Na população brasileira adulta, de 7 a 8% das pessoas apresentam diabetes, o que significa cerca de cinco milhões de indivíduos. Nos EUA são cerca de 13 milhões. Seus principais fatores de risco em nosso meio são a hereditariedade, a obesidade e a idade acima dos 50 anos. Quando o tratamento em longo prazo é inadequado, o diabetes provoca o aparecimento de complicações incapacitantes e leva à mortalidade prematura. Como exemplo, pode-se citar o fato de que o diabetes é atualmente a principal causa de perda da visão e de amputações não-traumáticas dos membros inferiores nos países desenvolvidos. Ele é também responsável por aumento de quase três vezes do risco de morte por infarto do miocárdio (MALERBI, 1998).

2.2. O uso de plantas medicinais no tratamento do diabetes melito

As plantas medicinais são importante fonte de drogas potencialmente terapêuticas (COX e BALICK, 1994). Diversos estudos têm mostrado a utilização de plantas medicinais no controle do diabetes melito em muitos países. Esse fato tem causado aumento no número de pesquisas direcionadas à validação das propriedades antidiabéticas, as quais são empiricamente atribuídas a estas plantas. Com isso, pesquisas sobre isolamento, purificação e identificação e estudos dos mecanismos de ação das substâncias responsáveis pela atividade hipoglicemiante têm sido realizados (RAMOS et al., 1995).

Algumas das plantas utilizadas pela população como “remédios anti-diabéticos” já fazem parte do hábito alimentar. Esse fato une dois fatores básicos no controle do diabetes melito: alimentação e medicamentos. O cardápio incluindo estes tipos de plantas poderia ser utilizado por pacientes diabéticos, dando condições de melhorar sua dieta e controlar a doença, reduzindo potencialmente a dose de agentes hipoglicemiantes. Alguns pacientes com diabetes não-insulino dependente de forma branda possivelmente poderiam evitar o uso desses agentes (RAMOS et al., 1995).

O Quadro 1 apresenta algumas das plantas medicinais identificadas como detentoras de ação antidiabética, que são hoje objeto de estudos em várias partes do mundo.

Muitas plantas são consideradas tradicionais no tratamento do diabetes, sendo observado grande potencial de aplicação de produtos naturais no controle desta doença (GRAY et al., 2000). A seguir são mostrados alguns resultados de trabalhos desenvolvidos no sentido de validar o efeito de algumas plantas consideradas detentoras de ação antidiabética.

A atividade hipoglicemiante do extrato aquoso das folhas de *Euphrasia officinale*, da família das Scrophulariaceae, causou redução significativa nos níveis de glicose sangüínea em ratos com diabetes induzido por aloxano. Os pesquisadores consideraram a atividade hipoglicemiante deste extrato semelhante ao mecanismo de ação das biguanidas, mas indicaram a necessidade de mais estudos farmacológicos, que deverão ser conduzidos no sentido de elucidar o mecanismo responsável pela ação hipoglicemiante deste extrato (PORCHEZHIAN et al., 2000).

Os resultados do trabalho de AGUIYI et al. (2000) mostraram que o extrato metanólico das folhas de *Ocimum gratissimum* causou redução nos níveis de glicose sangüínea tanto em ratos normais quanto em ratos diabéticos - 56 e 69% de redução, respectivamente. Não foi estabelecida correlação com o mecanismo de ação responsável pelo efeito hipoglicemiante.

SKIM et al. (1999) investigaram a atividade hipoglicemiante da infusão de folhas de *Globularia alypum*. A administração oral e intraperitoneal da planta (0,7 g/kg) produziu efeito hipoglicemiante significativo tanto em ratos normais quanto ratos com hiperglicemia desenvolvida por aloxano. A atividade hipoglicemiante desta planta pode ter sido mediada pelo aumento do metabolismo periférico de glicose e pelo aumento na liberação de insulina. Não foi possível a identificação de constituintes ativos das folhas de *Globularia alypum* e do seu mecanismo de ação.

Quadro 1 - Plantas medicinais utilizadas no tratamento do diabetes melito

Família	Nome Científico	Nome Popular	Referências Bibliográficas
Scrophulariaceae	<i>Euphrasia officinale</i>		PORCHEZHIAN et al., 2000
Lamiaceae	<i>Ocimum gratissimum</i> <i>Orthosiphon stamineus</i> Benth		AGUIYI et al., 2000; MARIAM et al., 1995
Globulariaceae	<i>Globularia alypum</i> L.		SKIM et al., 1999
Papilionaceae	<i>Indigofera arrecta</i> <i>Galega officinalis</i>	“Goat’s rue”	PUNDARIKAKSHUDU et al., 1994
Piperaceae	<i>Piper sarmentosum</i> Roxb.	Chaplu	PEUNGVICHA et al., 1998
Leguminosae	<i>Xanthocercis zambeziaca</i> <i>Caesalpinia sappan</i> L. <i>Caesalpinia bonducella</i> <i>Trigonella foenum graecum</i>		NOJIMA et al., 1998; KATO et al., 1997 KIM et al., 1995 RAO et al., 1994; SHARMA et al., 1997 RAGHURAM et al., 1994; ALI et al., 1995; BHARDWAJ et al., 1994
Moraceae e Araceae	<i>Morus bombycis</i> e <i>Aglaonema treubii</i>		NOJIMA et al., 1998
Fabaceae	<i>Astragalus brachypterus</i> Fischer e <i>Astragalus microcephalus</i> Willd.		BEDIR et al., 1998
	<i>Rheum officinale</i> Baillon	Ruibarbo	YOKOZAWA et al., 1997
	<i>Bridelia ferruginea</i>		ONUNKWO et al., 1996
Phytosteridae	<i>Phytoster catodon</i>		TAHA e RAZA, 1996
Algae	<i>Fucus vesiculosus</i> ; <i>Saccorhiza polyschides</i> e <i>Laminaria ochroleuca</i> .		FREIRE et al., 1996
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	Figueira	PÉREZ et al., 1996
Cucurbitaceae e Apocynaceae	<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill e <i>Carissa edulis</i> Vahl.		EL-FIKY et al., 1996

Quadro 1, Cont.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Referências Bibliográficas
Compositae	<i>Artemisia pallens</i> Wall.		SUBRAMONIAM et al., 1996
	<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill; <i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm e <i>Opuntia robusta</i> Wendl.	“Tuna”	ENIGBOKAN et al., 1996
Solanaceae	<i>Capsicum annum.</i>	pimenta vermelha; Capsaicin (CAPS)	PERFUMI et al., 1996; PERFUMI e MASSI, 1996
	<i>Solanum lycocarpum</i> St. Hill	Lobeira	CAMPOS, 1994; BRANDÃO et al., 1985; BEZERRA,1993; SOARES, 1995.
	<i>Opuntia fuliginosa</i> Griffiths	cactus	GONZÁLEZ et al., 1996
Liliaceae	<i>Allium sativum</i> L.	alho	SHEELA et al., 1995
	<i>Allium cepa</i> L.	cebola	KUMARI e AUGUSTI, 1995; CARPER, 1993
	<i>Polygonatum officinale</i>		KATO e MIURA, 1994; KATO et al., 1994
	<i>Aloe vera</i> L.	babosa	KOO, 1994; AL-AWADI e SHOUKRY, 1988; NOËL et al., 1997
	<i>Anemarrhena asphodeloides</i> Bunge.	chimo	NAKASHIMA et al., 1993
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birroea</i> Hochst.		TROVATO et al., 1995
Salviae	<i>Salvia lavandulifolia</i> Vahl. <i>ssp. oxyodon</i>		JIMÉNEZ et al., 1995
Theaceae	<i>Camellia sinensis</i>	Chá preto	GOMES et al., 1995
Nymphaeaceae	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	Kamala, Padma ou Pundarika	MUKHERJEE et al., 1995
Loranthaceae	<i>Loranthus bengwensis</i>		OBATOMI et al., 1994
Gentianaceae	<i>Swertia japonica</i> Makino		BASNET et al., 1994
Labiatae	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rosemary	AL-HADER et al., 1994
	<i>Ocimum sanctum</i>		CHATTOPADHYAY, 1993
	<i>Salvia fruticosa</i> Mill.		PERFUMI et al., 1991

Quadro 1, Cont.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Referências Bibliográficas
Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> L.	jenipapo	MEDINA et al., 1994
	<i>Opuntia streptacantha</i>	Cacto	NOËL et al., 1997
	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Chaya	
	<i>Eriobotrya japonica</i>	míspero	
Rhamnaceae	<i>Zizyphus spina-christ</i>		GLOMBITZA et al, 1994
	<i>Galega officinalis</i>		ATANASOV, 1994
	<i>Artemisia herba alba</i>		AL-SHAMAONY et al., 1994
Cruciferae	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	“Knol-khol”	SRINIVAS e PATIL, 1993
	<i>Tecoma stans</i>		AGUILAR et al., 1993
	<i>Gymnema sylvestre</i>	Meshasringi	CHATTOPADHYAY et al., 1993
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> L. e <i>Syzygium jambos</i>	Jambolão	TEIXEIRA et al., 1992; PRINCE et al., 1997
Bignoniaceae	<i>Bignonia turia</i>		MEDEIROS et al., 1992
	<i>Mangifera indica</i> L.	manga	GOURGUE et al., 1992
Oleaceae	<i>Olea europeae</i> L.	oliveira	GONZALEZ et al., 1991
Zingiberaceae	<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.		YASNI et al., 1991
Ranunculaceae; Burseraceae; Umbelliferae	<i>Nigella sativa</i> L.; <i>Commiphora myrrh</i> Eng.; <i>Ferula assa-foetida</i> L.		AL-AWADI e SHOUKRY, 1988
Punicaceae	<i>Punica granatum</i> L.	Romã	SILVA e PEREIRA, 1982

O *Shokatsu-sha*, descrito por SANAE et al. (1996), foi considerado uma fórmula no tratamento do diabetes melito baseado na medicina tradicional chinesa e composto por diferentes espécies de plantas, como *Dioscoreae rhizoma*, *Adenophorae radix*, *Rehmanniae radix*, *Anemarrhenae rhizoma*, *Platycodi radix*, *Salviae miltiorrhizae radix*, *Epimedii folium* e *Lycii fructus*. O efeito hipoglicemiante dessa fórmula foi avaliado em ratos com diabetes induzido por estreptozotocina, e os resultados deste estudo indicaram que parte do efeito hipoglicemiante do *Shokatsu-sha* se deveu à sua ação inibitória de absorção intestinal de glicose. A identificação de componentes ativos não foi realizada.

As sementes de *Syzygium cumini*, da família Myrtaceae, são largamente utilizadas pela medicina popular indiana no tratamento do diabetes, sendo popularmente conhecida como jambolão. Os resultados das investigações feitas por PRINCE et al. (1997), utilizando extrato aquoso das sementes de Jamum, mostraram que este extrato aumentou a atividade da hexoquinase e reduziu a atividade de glicose-6-fosfatase no fígado de ratos com diabetes induzido por aloxano. Com isso, foi observado o controle da concentração de glicose sanguínea pelo aumento da glicólise e pela redução da formação de glicose, sendo os resultados da ação do extrato de Jamum melhores do que os da utilização de glibencamida no controle dos níveis de glicemia dos animais experimentais.

O efeito hipoglicemiante de *Zizyphus spina-christ*, da família Rhamnaceae, foi comprovado pelos estudos em ratos cujo diabetes foi induzido por estreptozotocina. O consumo do extrato da planta ocasionou aumento na utilização da glicose. A substância isolada, responsável pelo efeito antidiabético, foi o triterpeno glicosidado denominado Christinin-A (GLOMBITIZA et al., 1994).

GONZALEZ et al. (1991), investigando a atividade hipoglicemiante dos extratos de folhas de oliveira, identificaram um oleuropeosídeo, o qual conferia ação hipoglicemiante tanto em ratos normais quanto em ratos com diabetes induzido por aloxano.

O efeito hipoglicemiante do extrato de *Artemisia herba alba* foi observado em coelhos e ratos com diabetes induzido por aloxano. AL-SHAMAONY et al. (1994), atribuíram seu efeito à estimulação da utilização de glicose pelos tecidos periféricos.

A atividade hipoglicemiante de jenipapo (*Juniperus communis* L.) foi estudada tanto em animais normoglicêmicos como em animais com diabetes induzido por estreptozotocina. A utilização da planta em ambos os grupos se caracterizava por aumento no consumo periférico de glicose e potencialização da secreção de insulina induzida por glicose (MEDINA et al., 1994). O princípio ativo, no entanto, não foi identificado e isolado no trabalho desses autores.

Com relação às pesquisas realizadas com plantas da família da lobeira, DAFNI e YANIV (1994) mostraram o uso de várias espécies de Solanaceae como plantas medicinais em todo o mundo, principalmente no Oriente Médio, onde são consideradas plantas nativas. O seu uso terapêutico varia com a espécie, sendo utilizada no tratamento das mais diversas enfermidades. Entretanto, sua utilização no controle do diabetes melito não foi mencionada por esses autores.

HE et al. (1994) demonstraram a utilização da *Solanum nigrescens* no tratamento de infecções em humanos, principalmente vaginite. Nesse estudo, foram examinados os efeitos dos extratos hidroalcoólicos da planta sobre as culturas de *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans*. O composto com atividade antimicrobiana, denominado Cantalassaponina-7, foi isolado. Também foi isolado um triterpeno glicosidado com baixa atividade antimicrobiana.

Na composição química de plantas do gênero *Solanum* ocorrem alcalóides esteroidais. Dentre estes, aqueles derivados da solasodina são de especial interesse, uma vez que esta substância é usada como matéria-prima da semi-síntese de anticoncepcionais orais (KERBER et al., 1992). Dessa forma, várias espécies de Solanaceae no Brasil constituem fontes de solasodina, bem como de outros constituintes bioativos. Além da solasodina, foram isolados dois outros alcalóides, o 3,5-solasodine e a solarpanaína. A presença de (25 S)-isosolafloridina em uma das espécies (*S. asperum*) causou atividade convulsiva e excitatória (BARBOSA-FILHO et al., 1991).

A caracterização e o isolamento de constituintes químicos do polvilho do fruto da lobeira e o teste *in vivo* deste sobre a glicose e os lipídios sanguíneos de ratos normais e diabéticos permitirão identificar componentes bioativos dessa Solanaceae responsáveis pela sua ação antidiabética.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido nos laboratórios dos Departamentos de Tecnologia de Alimentos (DTA), Nutrição e Saúde (DNS) e Química (DEQ) da Universidade Federal de Viçosa, e as análises bioquímicas do sangue dos animais experimentais foram realizadas no Laboratório Santa Rita, em Viçosa-MG.

3.1. Colheita dos frutos e extração do amido

Os frutos da lobeira, ainda verdes, foram colhidos manualmente na microrregião de Viçosa. Em seguida, foram levados ao Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), onde se procedeu à extração do amido conforme metodologia utilizada por pessoas portadoras de diabetes que extraíam o amido para consumo próprio.

A primeira etapa consistiu na higienização dos frutos e remoção parcial da casca e dos pedúnculos. A seguir, os frutos foram triturados em moinho de disco, usando água em abundância. Os frutos triturados foram submetidos ao despulpamento, realizado em despulpadeira do tipo Lombard Super da Incal, lavando-se com água até o clareamento do material triturado. Foram utilizados

para isso aproximadamente 1.300 kg de frutos verdes da lobeira. O suco obtido da despoldadeira foi coado em sacos de algodão e deixados em recipientes de plástico ou de alumínio durante aproximadamente 12 horas à temperatura ambiente, ocorrendo a decantação do amido. Após a primeira decantação, a água foi escoada e o amido precipitado foi ressuspensionado. Esse processo de ressuspensão e remoção do sobrenadante foi repetido por três vezes. Após a precipitação final, a água foi escoada e as frações clara e escura do polvilho da lobeira foram submetidas à secagem em secador elétrico à temperatura de aproximadamente 70°C, com circulação forçada de ar.

3.2. Preparo da amostra para análise

Após a secagem das frações clara e escura em estufa a 70°C, estas foram trituradas em almofariz e passadas em peneira com malha de 0,35 mesh, com o objetivo de reduzir o tamanho dos grânulos do amido e facilitar as análises subsequentes.

3.3. Análises físico-químicas do amido dos frutos da lobeira

3.3.1. Umidade

Foi utilizada a secagem em estufa a 105°C, até peso constante, segundo método descrito pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 1975).

3.3.2. Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por meio de calcinação da amostra em mufla a 550°C, segundo método descrito pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 1975).

3.3.3. Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada conforme procedimento descrito em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), em aparelho do tipo Soxhlet. A análise se baseou na extração da fração lipídica com éter de petróleo por seis horas. Após a extração e remoção do solvente, determinou-se gravimetricamente a quantidade de lipídios presentes.

3.3.4. Proteínas

A determinação do nitrogênio total foi feita segundo o método de Kjeldahl, descrito pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC, 1975), utilizando-se o fator 6,25 no cálculo da conversão do nitrogênio em proteína.

3.3.5. Amido

O amido foi quantificado utilizando o "Método de Teles" na determinação dos Carboidratos Ácidos Digeríveis (CAD) (TELES, 1977).

3.4. Caracterização do amido dos frutos da lobeira

3.4.1. Ciclo de congelamento e descongelamento

Foram preparadas duas suspensões de amido dos frutos da lobeira: uma da fração clara e outra da fração escura. A concentração usada no preparo dessas suspensões foi de 5%. Essas suspensões foram aquecidas até obtenção do gel (início da fervura); esses géis foram distribuídos em dez tubos de centrífuga, que foram congelados até o momento da análise. Durante dez dias foi retirado um tubo de cada amostra por dia e deixado à temperatura ambiente por uma hora; em seguida eles foram pesados, centrifugados na centrífuga do tipo Excelsa baby II modelo 206-R da marca FANEM, a 120 rpm por dez minutos, descartando-se o sobrenadante, e pesados novamente.

3.4.2. Firmeza do gel (penetrômetro)

O objetivo deste método foi avaliar a tendência de retrogradação do amido refletido pelas medidas de rigidez de seus géis, processados em concentrações diferentes e medidos com auxílio de penetrômetro.

Visando avaliar a influência da concentração de amido sobre a firmeza do gel, foram preparados géis de amido, tanto claro quanto escuro, nas concentrações de 4, 6, 8, 10, 12 e 15%, e aquecidos até atingir 95°C, sob agitação constante. As pastas preparadas foram transferidas aos copos cônicos descartáveis de 50 mL e resfriadas por 24 horas à temperatura ambiente; depois disso, foram feitas as medidas de rigidez aparente de todos os géis, usando-se o penetrômetro. A metodologia usada na avaliação dos géis foi modificada com base no trabalho de SEGALL (1993).

Foi usado o penetrômetro de precisão, marca Helvan Helnor, com pistão circular (36 mm de diâmetro, 3 mm de espessura, lados planos, pesando 23 g). A escala do penetrômetro foi zerada quando o pistão tocou a superfície do bolinho

de gel a ser testado, sem causar deformação no produto. A medida de deformação foi medida em décimos de milímetros, após 15 segundos de compressão.

3.4.3. Densidade absoluta

A densidade absoluta do amido foi determinada baseando-se no método de SCHOCH e LEACH (1964), por meio do deslocamento do líquido em picnômetro. No cálculo da densidade do xileno, o volume exato do picnômetro foi determinado com água destilada a 30°C.

3.4.4. Forma dos grânulos de amido dos frutos da lobeira

Os grânulos de amido foram observados e fotomicrografados em microscópio óptico de fase da marca Olympus BX 50, equipado com OLYMPUS PHOTOMICROGRAPHIC SYSTEM, utilizando o filme Tmax Asa 100 (135 mm). Os grânulos de amido foram examinados sob microscópio, e as fotografias foram tiradas em triplicatas, com aumento de 400 e 1.000 vezes.

3.4.5. Teor de amilose

A determinação do teor de amilose foi feita utilizando o método colorimétrico de WILLIAMS et al. (1970). Foram pesados 50 mg de amostra de amido, que foram colocados em um béquer e umedecidos com 1,0 mL de etanol. Foram adicionados 10 mL de KOH 0,5 N e aqueceu-se a suspensão até ebulição durante três minutos. Resfriou-se a amostra em banho de gelo e foram acrescentados 10 mL de HCL 0,5 N, sendo o volume completado para 100 mL. Tomou-se uma alíquota de 1,0 mL em um balão de 50 mL, adicionando-se 20 mL de bitartarato de sódio e potássio 0,4% e 0,5 mL de solução de iodo-iodeto (0,2 g:2,0 g/100 mL), sendo o volume completado para 50 mL com água

destilada. Leu-se a absorvância a 680 nm em espectrofotômetro LKB-Novaspec II, marca Pharmacia. Comparou-se o valor obtido com a curva-padrão de amilose, preparada de maneira semelhante.

3.4.6. Curva de viscosidade

As variações de consistência do amido durante a formação da pasta, sob o efeito da temperatura e da agitação, foram determinadas fazendo-se uso do viscoamilógrafo Brabender Duisburg tipo ASG-8, seguindo-se o procedimento descrito por Mazurs et al. (1957), citados por SILVA (1995). Foram construídos amilogramas das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira na concentração de 10%. No viscoamilógrafo, as suspensões foram aquecidas até a temperatura de 95°C, mantidas durante 20 minutos e, então, submetidas a resfriamento até a temperatura de 50°C, medindo-se a fricção interna ou a resistência ao deslocamento de moléculas poliméricas em solução.

3.4.7. Viscosidade intrínseca

Na determinação da viscosidade intrínseca utilizou-se o procedimento descrito por LEACH (1963). As medidas de tempo de escoamento foram realizadas em viscosímetro de Ostwald nº 50, a 25°C, para a solução de KOH 1,0 N e as suspensões de amido em KOH 1,0 N, nas concentrações de 0,05, 0,10, 0,20 e 0,40%. O referencial de tempo de fluxo empregado foi o hidróxido de potássio 1,0 N (sendo seu tempo de escoamento denominado tempo zero - T_0). A viscosidade relativa foi obtida a partir da relação T/T_0 , em que T é o tempo de fluxo, em segundos, na concentração testada. A viscosidade Específica (VE) foi dada por $T/T_0 - 1$, e a Viscosidade Reduzida, por VE/conc . A Viscosidade Inerente (logaritmo natural da Viscosidade Relativa, dividida pela concentração do amido) "versus" concentração, extrapolando para a abscissa zero, resultou no valor da Viscosidade Intrínseca.

3.4.8. Poder de Inchamento (PI) e Índice de Solubilização do Amido (ISA)

Os valores do poder de inchamento e do índice de solubilização foram obtidos, segundo metodologia descrita por LEACH et al. (1959), nas temperaturas de 50°C a 95°C, com intervalos de 5°C.

3.5. Determinação da composição química do extrato etanólico do amido claro

3.5.1. Preparação do extrato bruto do amido claro

A preparação dos extratos brutos do amido dos frutos da lobeira foi realizada a frio sob agitação magnética.

Foram utilizados 2 L de etanol absoluto por kg de amido. Essa mistura foi deixada sob agitação magnética durante 18 horas à temperatura ambiente.

Após esse tempo, a mistura foi filtrada a vácuo em funil de vidro com placa de porcelana sinterizada. O amido extraído foi descartado e o filtrado foi concentrado em evaporador rotatório modelo MA 120 - TECNAL à temperatura de 45°C até a secura, obtendo-se a massa total do extrato (1,236 g). As análises químicas desse extrato foram feitas utilizando cromatografia em coluna e cromatografia em camada delgada (CCD).

3.5.2. Isolamento de compostos do extrato bruto da fração clara do amido dos frutos da lobeira por Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

Foram preparadas placas de 20 x 20 cm e 4,0 x 9,5 cm, sendo a espessura da sílica de 0,5 e 0,25 mm, tipo silicagel 60G – F254, das marcas VETEC e MERCK, contendo indicador de fluorescência. A proporção utilizada de água e sílica foi de 2:1. A mistura foi colocada sobre as placas de vidro previamente limpas com acetona, as quais foram ativadas a 100°C em estufa por aproximadamente duas horas e armazenadas em dessecador.

Com o extrato etanólico da fração clara do amido dos frutos da lobeira, procedeu-se à análise qualitativa da sua composição química, utilizando a cromatografia em camada delgada (CCD) analítica.

Essa técnica consistiu na aplicação de uma solução, contendo o extrato, nas placas de CCD analíticas obtidas anteriormente (fase estacionária) com o auxílio de um tubo capilar. Em seguida, a placa foi colocada em uma cuba cromatográfica, contendo éter etílico puro como eluente (fase móvel). Após a eluição, as substâncias foram evidenciadas na placa cromatográfica com a observação sob luz ultravioleta e posterior revelação com solução alcoólica de ácido fosfomolibdico (12 g do ácido/250 mL de etanol) (CASEY et al., 1996).

Calculou-se então o R_f (fator de retenção) de cada substância do extrato, que é a relação entre a distância percorrida pela substância e a distância percorrida pelo eluente, na placa cromatográfica.

Utilizando o extrato bruto concentrado, foi feita a pesagem de 26 alíquotas, contendo cada uma aproximadamente 35 mg, e a massa total de extrato cristalizado foi de 1,3311 g. Essas frações foram transferidas para frascos de penicilina, adicionando-se 0,2 mL de etanol.

Após a solubilização do extrato, aplicou-se todo o material em placas de CCD semipreparativas a 2 cm da base da placa, com o auxílio de um tubo capilar.

As placas foram eluídas em cubas cromatográficas, contendo éter dietílico puro. Após a eluição, as placas foram secas à temperatura ambiente e posteriormente observadas em câmaras de luz ultravioleta no comprimento de onda de 254 nm, onde foram marcadas as bandas visíveis no UV.

As bandas identificadas foram removidas da placa por raspagem da sílica e extração com 60 mL de metanol a quente (50°C), sob agitação magnética por 40 minutos. Após esse tempo a mistura foi filtrada a vácuo e a sílica retida foi submetida a novo processo de extração com metanol, repetindo a operação anterior. O filtrado foi concentrado em evaporador rotatório, modelo WHEATONBIOSTIR 4, e seco a vácuo por aproximadamente uma hora. A quantidade total de extrato cristalizado obtido desse processo foi de 26,6 mg.

3.5.3. Cromatografia de coluna

Após a escolha do sistema de solventes por CCD, o extrato foi submetido ao fracionamento em coluna, utilizando-se sílica-gel 70 – 230 mesh como fase estacionária, eluída inicialmente com solução de hexano – éter dietílico, 2:1. A polaridade da mistura foi aumentada utilizando-se misturas de 1:1, 1:2 e 1:4 até a coluna ser eluída com éter dietílico puro e, finalmente, metanol.

As frações coletadas, com mesmos valores de R_f , monitoradas por cromatografia de camada delgada (CCD), foram reunidas em seis grupos, chamados de frações A, B, C, D, E e F .

3.5.4. Análises espectroscópicas

A análise dos constituintes do extrato etanólico do amido dos frutos da lobeira isolados por cromatografia em coluna foi feita empregando-se a técnica de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e de Infravermelho (IV).

3.5.4.1. Ressonância magnética nuclear (RMN)

Os espectros de RMN de hidrogênio (RMN de ^1H , 300 MHz) e de carbono 13 (RMN de ^{13}C , 75 MHz) foram registrados em espectrômetro MERCURY 300. Utilizou-se clorofórmio deuterado e dimetilsulfóxido deuterado como solvente tetrametilsilano (TMS) como padrão interno de referência ($\delta = 0$). As constantes de acoplamento escalar (J) foram expressas em Hertz (HZ).

3.5.4.2. Infravermelho (IV)

Os espectros no infravermelho foram obtidos através de pastilhas de KBr a 1%, em espectrômetro PERKIN ELMER FTIR 1000.

3.5.5. Temperatura de fusão

As temperaturas de fusão das misturas de ácidos graxos, obtidas das frações C e D, foram determinadas em aparelho MQAPI-301, sendo posteriormente corrigidas.

3.5.6. Análise de açúcares por Cromatografia de Camada Delgada (CCD)

A investigação da presença de açúcares no constituinte do extrato de R_f igual a 0,40 isolado através da CCD semipreparativa foi sugerida pelo padrão do espectro obtido na região do infravermelho. Assim, fez-se a análise qualitativa de açúcares pela técnica de CCD analítica, utilizando-se a metodologia proposta por IKAN (1991) para análise de carboidratos:

- a) Placa cromatográfica: sílica-gel 20 x 20 cm 60G – F254 da MERCK, espessura de 0,5 mm.
- b) Solvente: butan-1-ol –ác. acético– éter dietílico– água (9:6:3:1).
- c) Revelador: solução alcoólica de ácido fosfomolibdico.
- d) Padrões: glicose, frutose, sacarose, maltose, xilose, ribose, ramnose, celobiose, arabinose, trealose, galactose e rafinose.

3.5.6.1. Hidrólise do material

Em um tubo de ensaio foram colocadas quatro gotas de amostra e 1 mL da mistura HCl (36,5%)/metanol (1:1). Em seguida, o tubo foi submetido a aquecimento de 100°C por 20 minutos. Após resfriamento, o material foi extraído com 2 mL de éter dietílico, ficando na fase aquosa os carboidratos presentes.

Após a hidrólise, fez-se análise da fase aquosa obtida e do material isolado não-hidrolisado por CCD, utilizando o solvente butan-1-ol-ác. acético – éter dietílico – água (9:6:3:1), comparando com os padrões de carboidrato:

glicose, frutose, sacarose, maltose, xilose, ribose, ramnose, celobiose, arabinose, trealose, galactose e rafinose.

3.6. Análises espectrofotométricas do amido dos frutos da lobeira

3.6.1. Preparo dos extratos brutos

Na obtenção do extrato etanólico dos frutos da lobeira, foram pesados 500 mg da fração clara do amido da lobeira e suspensos em 50 mL de etanol. Essa suspensão foi deixada sob agitação em agitador magnético WHEATONBIOSTIR 4, por 18 horas. Em seguida, a suspensão foi filtrada em papel-filtro Whatman nº 1 (125 mm de diâmetro). O amido retido no papel-filtro foi descartado e o filtrado colocado no evaporador rotatório modelo MA 120 - TECNAL a 45°C, com a rotação em torno de 20 rpm, até que ficasse concentrado no volume aproximado de 5 mL.

A análise qualitativa do extrato bruto dos frutos da lobeira foi feita usando espectrofotômetro modelo U-2001 da HITACHI, fazendo-se uma varredura nos comprimentos de onda de 200 a 700 nm.

Foi também preparado o extrato bruto do amido dos frutos da lobeira utilizando como solvente o hexano, seguindo a mesma metodologia descrita na preparação do extrato etílico.

3.7. Avaliação do efeito do amido da lobeira, do seu extrato bruto e de compostos isolados por cromatografia de camada delgada e de coluna na glicose e nos lipídios sanguíneos em ratos com diabetes induzido por aloxano

Oitenta e cinco ratos machos albinos da raça Wistar, pesando aproximadamente 200 g, foram divididos em seis grupos, com número diferente de animal em cada grupo, e alocados individualmente em gaiolas de arame, sob ambiente com luz e temperatura controlada, ciclo claro-escuro de 12 horas, onde

receberam 20 g de dieta/dia/animal e água *ad libitum*. Os grupos dos animais utilizados no modelo experimental foram os seguintes:

- Grupo 1: dez ratos normais alimentados com dieta-padrão.
- Grupo 2: dezessete ratos diabéticos alimentados com dieta-padrão.
- Grupo 3: dezesseis ratos diabéticos alimentados com dieta contendo 40% do amido da lobeira.
- Grupo 4: dez ratos normais alimentados com dieta contendo 40% do amido da lobeira.
- Grupo 5: dezesseis ratos diabéticos alimentados com dieta-padrão + 0,1 mL/dia de extrato bruto do amido da lobeira.
- Grupo 6: dezesseis ratos diabéticos alimentados com dieta-padrão + 0,1 mL/dia da solução contendo o composto separado por CCD, que correspondeu à fração contendo a mistura de lipídios.

A composição da dieta experimental consta do Quadro 2.

Quadro 2 - Composição da dieta experimental (g/100g)

Ingredientes	Dieta-padrão	Dieta c/ 40% de amido da lobeira
Caseína	9,5	9,5
Celulose	6,0	6,0
Amido dos frutos da lobeira	0,0	30,0
Óleo de soja	5,0	5,0
Bitartarato de colina	0,2	0,2
Amido de milho	74,8	44,8
Mistura salina*	3,5	3,5
Mistura vitamínica*	1,0	1,0

*Mistura salina e vitamínica segundo AMERICAN INSTITUTE OF NUTRITION AIN-93G (REEVES et al., 1993).

3.7.1. Ingestão alimentar e avaliação do ganho de peso dos animais nos diferentes grupos experimentais

Foi realizado diariamente o controle do consumo alimentar e do ganho de peso dos animais nos diferentes grupos experimentais.

3.7.2. Indução do diabetes por injeção intravenosa de aloxano

A indução do diabetes nos animais experimentais foi feita utilizando a substância aloxano (5,6-dioxiuracil monoidratado), preparada com solução salina 0,9%, deixada sob agitação magnética em temperatura ambiente até completa solubilização.

Após jejum de 12 horas, os animais foram imobilizados e receberam uma dose de no máximo 0,1 mL, contendo 60 mg/kg de peso do animal da solução de aloxano na veia da cauda, utilizando seringas descartáveis de 1 mL.

Após a injeção do aloxano, esperou-se nove dias para o desenvolvimento do diabetes. A dosagem sangüínea foi realizada retirando-se 20 µL, aproximadamente, de sangue por incisão na cauda. O sangue coletado foi centrifugado na centrífuga Excelsa 3 – FANEM Ltda., modelo 204-NR, na rotação de 120 rpm durante 15 minutos. Em seguida, o sobrenadante (soro) foi coletado e enviado para análise da glicemia no Laboratório de Análises Clínicas Santa Rita, em Viçosa-MG.

3.7.3. Preparo do extrato bruto da fração clara do amido dos frutos da lobeira

No preparo do extrato bruto foram utilizados dois erlenmeyers de 4.000 mL; em cada um foram colocados 800 g de amido claro dos frutos da lobeira e adicionados 3 L de álcool etílico P.A., sendo deixado sob agitação magnética por 18 horas.

Após agitação, a suspensão foi deixada em repouso por aproximadamente 20 minutos, para decantação do amido. Em seguida, o sobrenadante foi filtrado em papel-filtro Whatman nº 1 (125 mm de diâmetro). Descartou-se o amido retido no papel-filtro, e o filtrado foi concentrado em evaporador rotatório a 45°C, aproximadamente, com rotação de 40 rpm, até completa extração do solvente. Com a utilização de aproximadamente 5 mL de etanol, o extrato foi transferido para o tubo de ensaio.

O etanol do extrato foi removido com nitrogênio, até obtenção do resíduo sólido. Esse produto obtido foi solubilizado em 35 mL de uma solução contendo 40% de etanol e 60% de água, até obtenção da solução homogênea.

Esse extrato foi administrado diariamente por via oral, com auxílio de micropipeta automática, nos animais do grupo 5, no volume de 0,1 mL.

3.7.4. Avaliação do efeito do amido, do extrato e da fração isolada por CCD no controle do diabetes melito induzido por aloxano em ratos

A avaliação dos efeitos causados pelo amido, pelo extrato bruto e pela mistura de compostos isolados por cromatografia foi feita durante o período de 21 dias, considerando a dosagem de glicose sanguínea, realizada a cada sete dias com a coleta de sangue (20 µL) e a pesagem dos animais. Ao final desse período, os animais foram sacrificados em câmara de gás (CO₂). Amostras de aproximadamente 5 mL de sangue foram colhidas de cada animal, por punção cardíaca, após incisão da cavidade torácica.

Cerca de 1,5 mL de sangue foi coletado em frascos contendo EDTA como anticoagulante, para determinação da hemoglobina glicosilada.

O restante do sangue foi centrifugado na rotação aproximada de 120 rpm por 15 minutos. O soro obtido foi analisado quanto aos níveis de glicemia, colesterol total e frações do colesterol (LDL, HDL, VLDL).

A determinação da glicose foi feita baseando-se no método de determinação enzimática da BIOMÉRIEUX, com metodologia descrita por TRINDER (1969).

A análise de triglicérides foi feita por determinação enzimática da BIOMÉRIEUX, com metodologia descrita por FOSSATI e PRENCIPE (1982).

A dosagem de colesterol total foi feita por determinação enzimática da BIOMÉRIEUX, com metodologia descrita por FLEGG (1973); a análise de HDL foi feita pela dosagem seletiva de colesterol ligado às HDL da LABTEST DIAGNÓSTICA, com metodologia descrita por PESCE (1987). As outras frações de colesterol foram calculadas por diferença.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Extração do amido

O rendimento do amido foi de aproximadamente 1 e 1,9% de amido claro e escuro, respectivamente. Foram colhidos aproximadamente 1.300 kg de frutos verdes, que renderam 14,9 kg de amido claro e 31,2 kg de amido escuro.

4.2. Análise da composição centesimal do amido dos frutos da lobeira

Os resultados das análises de composição química das frações clara e escura do amido encontram-se no Quadro 3.

O teor de amido (87,7%) na fração clara do amido dos frutos da lobeira foi maior do que o encontrado no amido de mandioca (85,4%) e batata-inglesa (80,0%).

No que se refere à composição centesimal do amido escuro dos frutos da lobeira, os altos teores de proteína, lipídios e cinzas podem estar relacionados à maior presença de impurezas da planta (pigmentos, resíduos), que se depositam nessa fração.

Quadro 3 - Composição centesimal das frações clara e escura do amido da lobeira (g/100g)

Componentes	Amido Claro	Amido Escuro
<i>Proteína</i>	0,27	2,52 ↑
<i>Lipídios</i>	0,45	0,94 ↑
<i>Umidade</i>	10,70	11,41 ↑
<i>Cinzas</i>	0,03	0,20 ↑
<i>Amido (CAD)*</i>	87,76	77,64↓
<i>Outros</i>	0,79	7,29 ↑

(*) CAD - Carboidratos Ácidos Digeríveis.

4.3. Caracterização físico-química do amido dos frutos da lobeira

4.3.1. Teor de amilose

O teor de amilose, representando a unidade polimérica formada pelos resíduos glicolíticos lineares do amido, foi de 20,8% do amido claro e 9,1% do amido escuro dos frutos da lobeira. Essa grande diferença no teor de amilose entre o amido claro e o escuro pode ser explicada pelo fato de o teor de amido na amostra clara (87,8%) ser maior do que na amostra escura (77,6%).

O valor de amilose encontrado na amostra de amido claro está próximo aos valores encontrados nos outros tipos de amido, como no amido de mandioca, com teor de amilose em torno de 18,0% (AMANTE, 1986); de aveia, com 19,4% (ZHOU et al., 1998); de milho, com 24,1% (KASEMSUWAN et al., 1995); e de cevada, com 24,6% (BATTY e ROSSNAGEL, 1997).

4.3.2. Ciclo de congelamento e descongelamento

Os resultados do ciclo de congelamento e descongelamento das frações clara e escura do amido estão mostrados nas Figuras 1 e 2, respectivamente, retratando as mudanças indesejáveis que freqüentemente ocorrem na textura do amido submetido a cozimento e posterior estocagem em baixas temperaturas por algum tempo, o que caracteriza o processo de retrogradação.

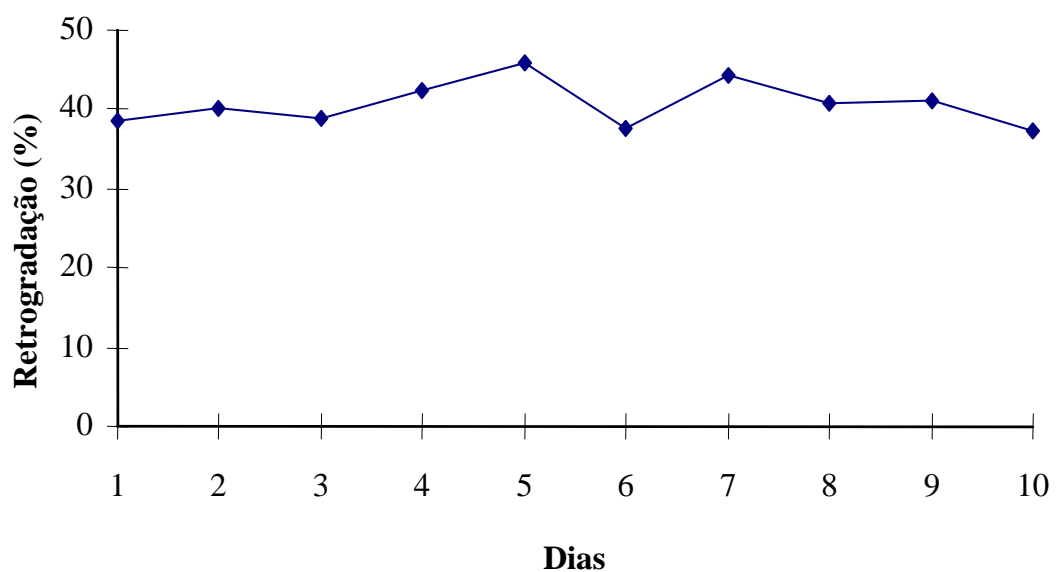


Figura 1 - Perda de água durante o ciclo de congelamento e descongelamento da suspensão a 5% do gel do amido claro dos frutos da lobeira.

Na Figura 1 pode-se observar que a porcentagem de retrogradação na pasta de amido, utilizando a fração clara, não variou muito ao longo do tempo de estocagem (dez dias).

Avaliando a taxa de retrogradação durante todo esse período, verificou-se que a maior taxa foi de 45,8% no quinto dia de experimento, sendo observada, a partir deste dia, a redução na taxa de retrogradação desse amido.

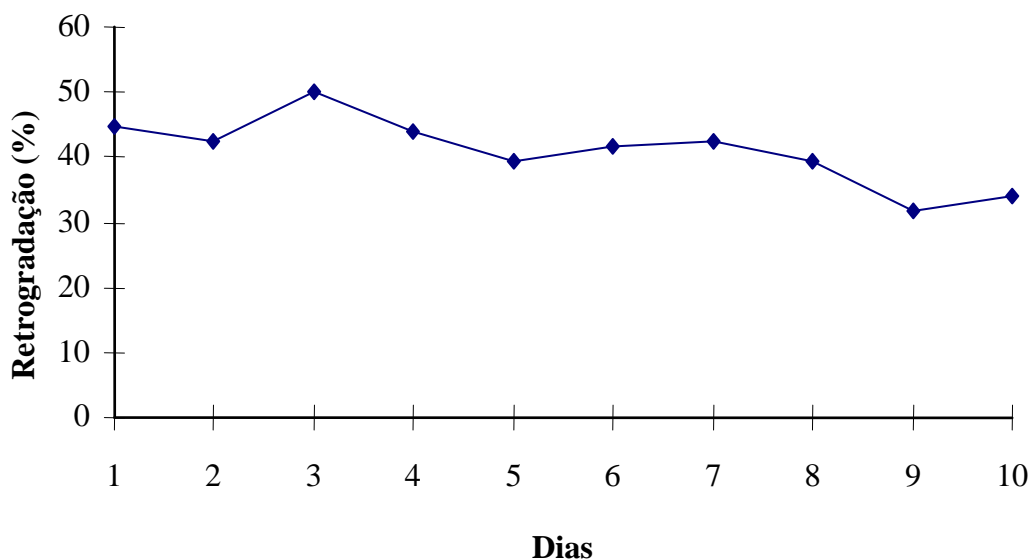


Figura 2 - Perda de água durante o ciclo de congelamento e descongelamento da suspensão a 5% do gel do amido escuro dos frutos da lobeira.

Além disso, a porcentagem de retrogradação do amido claro foi maior do que a de outros tipos de amido, como o amido de milho e trigo, que têm suas taxas de retrogradação em torno de 39 e 35%, respectivamente, ao final de um período de 15 dias de estocagem a -12°C (QUIAN et al., 1998).

A retrogradação ocorre devido, principalmente, à presença de amilose, pois com esta a retrogradação é muito mais rápida e mais completa do que com a amilopectina.

A curva de retrogradação do amido claro e escuro difere das curvas apresentadas por outros tipos de amido, como o de milho e de trigo, em que a porcentagem de retrogradação aumenta progressivamente com o aumento do tempo de estocagem em temperaturas de congelamento (QUIAN et al., 1998). Os fatores que poderiam explicar essa diferença no comportamento do amido da lobeira em relação ao processo de retrogradação não foram identificados.

O processo de retrogradação na pasta de amido escuro pode ser observado na Figura 2. Nos primeiros três dias de experimento, houve aumento crescente na taxa de retrogradação, com o pico máximo no terceiro dia de

experimento, sendo a taxa de retrogradação de 50%. A partir deste dia, houve redução na porcentagem de retrogradação do amido, chegando ao final dos dez dias de experimento com 33,9%.

Segundo GRANT (1998), quando o amido é gelatinizado e estocado a baixas temperaturas por algum tempo, as moléculas de amido se reassociam, mas em formas estruturais e moleculares muito mais fracas do que as moléculas originais, caracterizando o processo de retrogradação, que aumenta com o aumento do tempo de estocagem.

Os altos níveis de retrogradação no início, com redução com o aumento do tempo de estocagem, é um comportamento que não é observado em outros tipos de géis de amido, não tendo sido identificados os fatores envolvidos nessa alteração.

4.3.3. Consistência do gel (penetrômetro)

A avaliação da consistência do gel foi feita tanto no amido claro e escuro dos frutos da lobeira como também em outras fontes de amido, como o de milho e a fécula de batata, visando comparar o comportamento do gel de amido dos frutos da lobeira com outras fontes de amido que já são empregadas pela população de maneira geral. Os resultados obtidos estão mostrados no Quadro 4 e nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Após resfriamento ou envelhecimento, moléculas de amido podem reassociar-se, dentro de segmentos cristalinos (retrogradar), o que depende de fatores como comprimento da cadeia, linearidade das frações do amido, temperatura de resfriamento, tempo e concentração do amido (CIACCO e CRUZ, sd).

Os resultados obtidos neste trabalho, com relação à firmeza dos géis, mostram que a consistência do amido dos frutos da lobeira difere muito dos padrões comparativos que foram utilizados - no caso, o amido de milho e a fécula

Quadro 4 - Consistência dos géis de amido do milho, da batata e dos frutos da lobeira em diferentes concentrações

Amostras	Suspensão a 10% (mm)	Suspensão a 12% (mm)	Suspensão a 15% (mm)	Suspensão a 20% (mm)
Amido claro	98,7	86,3	52,3	39,2
Amido escuro	--(*)	285,5	138,3	57,7
Amido de milho	41,0	29,7	24,3	21,0
Fécula de batata	47,0	43,7	42,7	23,3

(*)Não foi possível realizar leitura no penetrômetro devido à baixa firmeza do gel do amido escuro dos frutos da lobeira na concentração de 10%. Os valores apresentados são médias de três repetições.

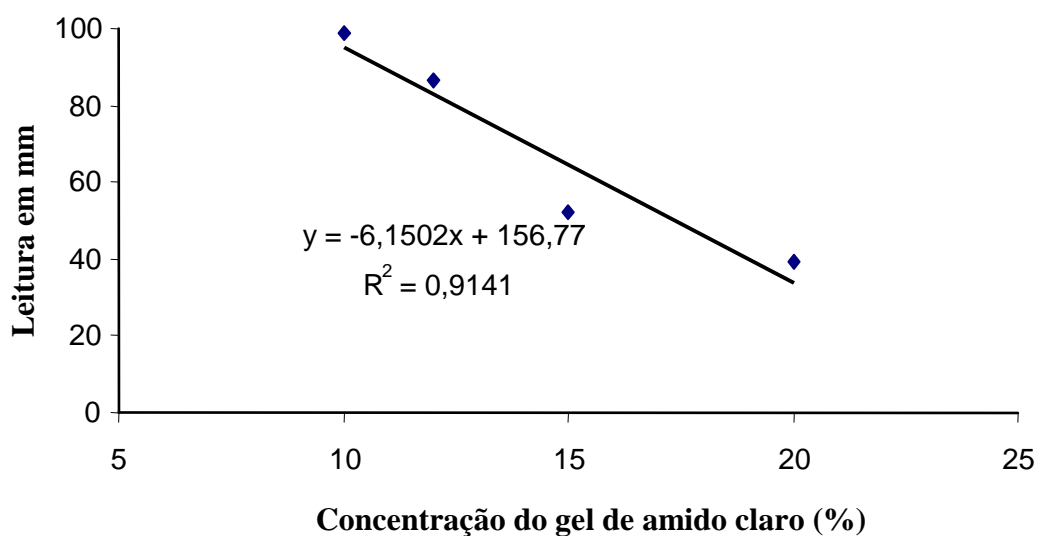


Figura 3 - Consistência do gel do amido claro dos frutos da lobeira em diferentes concentrações.

de batata. Essa diferença foi mais acentuada no amido escuro do que no amido claro; uma das razões que podem explicar esse fato é a menor concentração de amido na fração escura do amido dos frutos da lobeira.

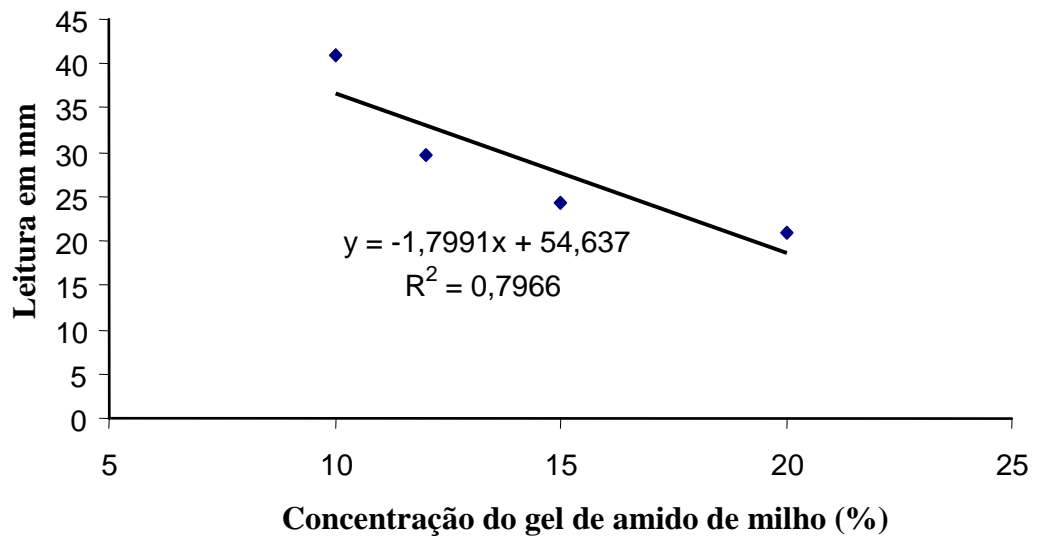


Figura 4 - Consistência do gel do amido de milho em diferentes concentrações.

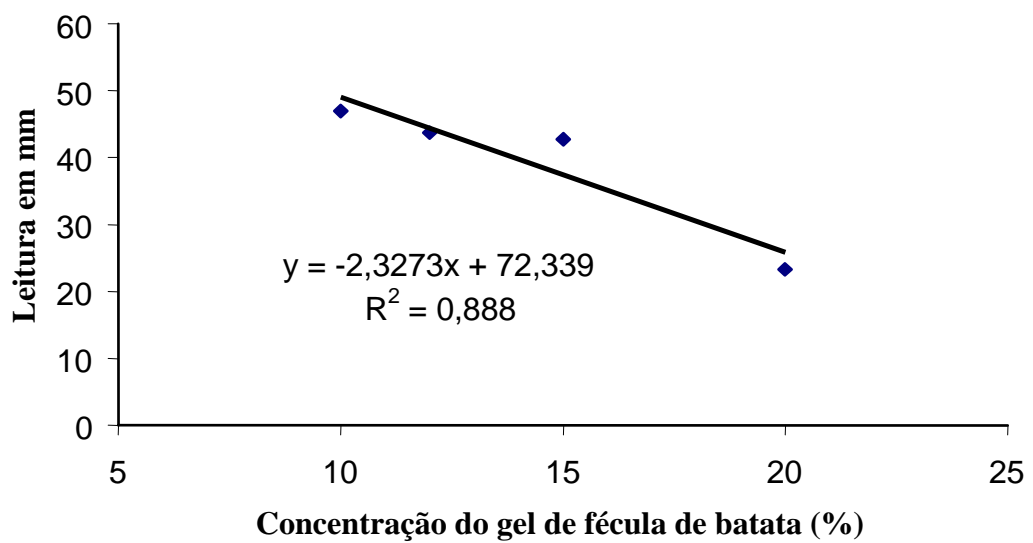


Figura 5 - Consistência do gel de fécula de batata em diferentes concentrações.

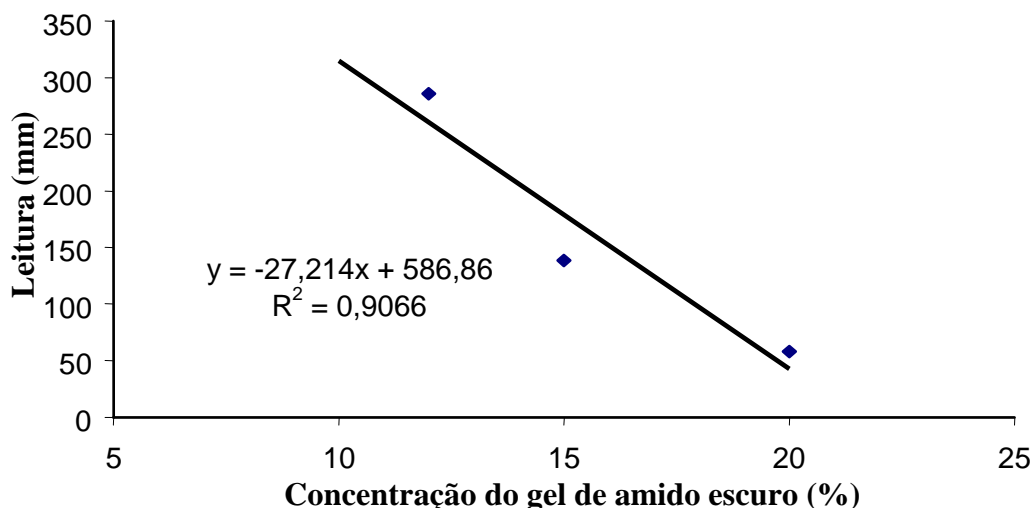


Figura 6 - Consistência do gel do amido escuro dos frutos da lobeira em diferentes concentrações.

4.3.4. Densidade absoluta

A densidade absoluta do amido claro dos frutos da lobeira foi de 2,88 mg/mL, um valor bastante diferente dos outros tipos de amido, como o da batata-doce, com densidade absoluta de 1,5180 mg/mL; o de mandioca, com 1,5210 mg/mL; o de milho, com 1,5170 mg/mL; e o de cará-de-rama, com 1,5340 mg/mL (CRUZ, 1985; AMANTE, 1986; SILVA, 1995). A densidade absoluta representa o conteúdo de material por unidade de volume real ocupado pelo material. É por meio dele que se calcula o volume específico, sendo esses valores de muita utilidade no dimensionamento de embalagens e equipamentos (AMANTE, 1986; SILVA, 1995).

4.3.5. Tamanho e forma dos grânulos de amido

Na análise do tamanho e da forma dos grânulos de amido dos frutos da lobeira, foram, juntamente com este amido, fotomicrografados grânulos de outras

fontes de amido, como mandioca, batata-inglesa e feijão. As fotomicrografias estão ilustradas nas Figuras 7 e 8.

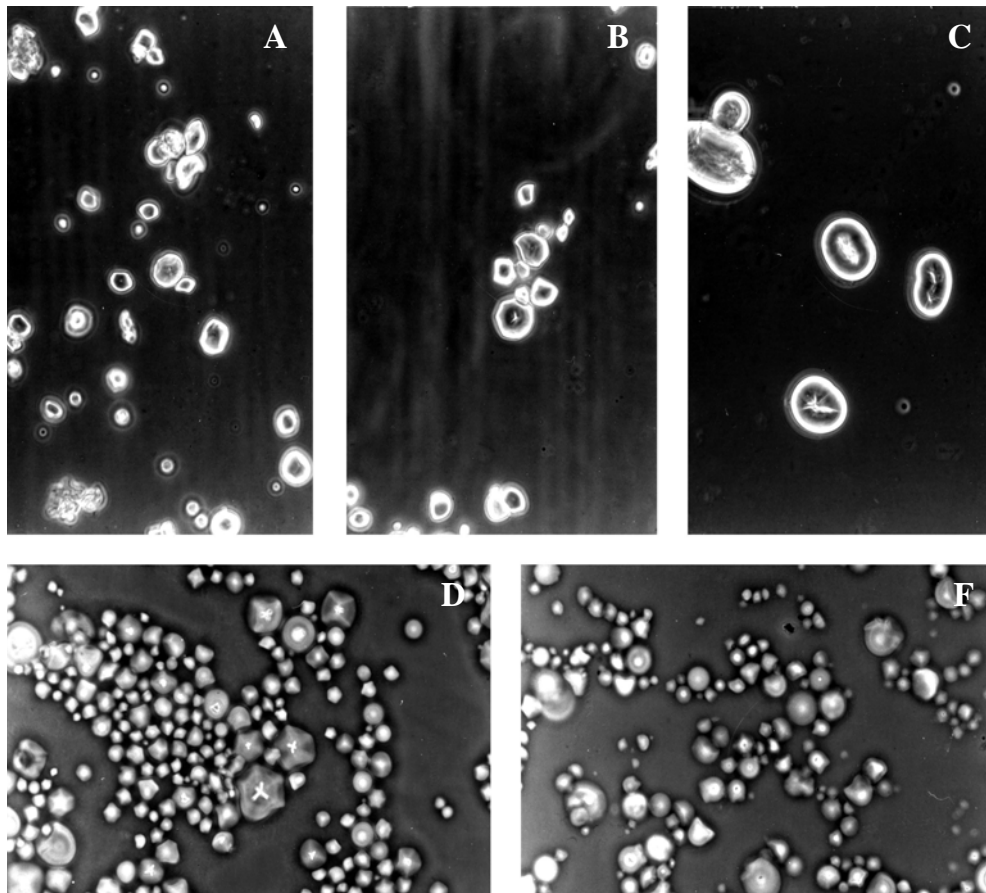


Figura 7 - Fotomicrografias dos grânulos de amido dos frutos da lobeira claro (a), escuro (b), feijão (c), batata-inglesa (d) e mandioca (e). Aumento de 400x3.3.

Segundo ZHOU et al. (1998), o amido ocorre nos grãos de cereais como grânulos, os quais são normalmente sólidos, com corpos opticamente claros, podendo apresentar formas irregulares, freqüentemente poliédricas, algumas vezes na forma ovóide ou hemisférica.

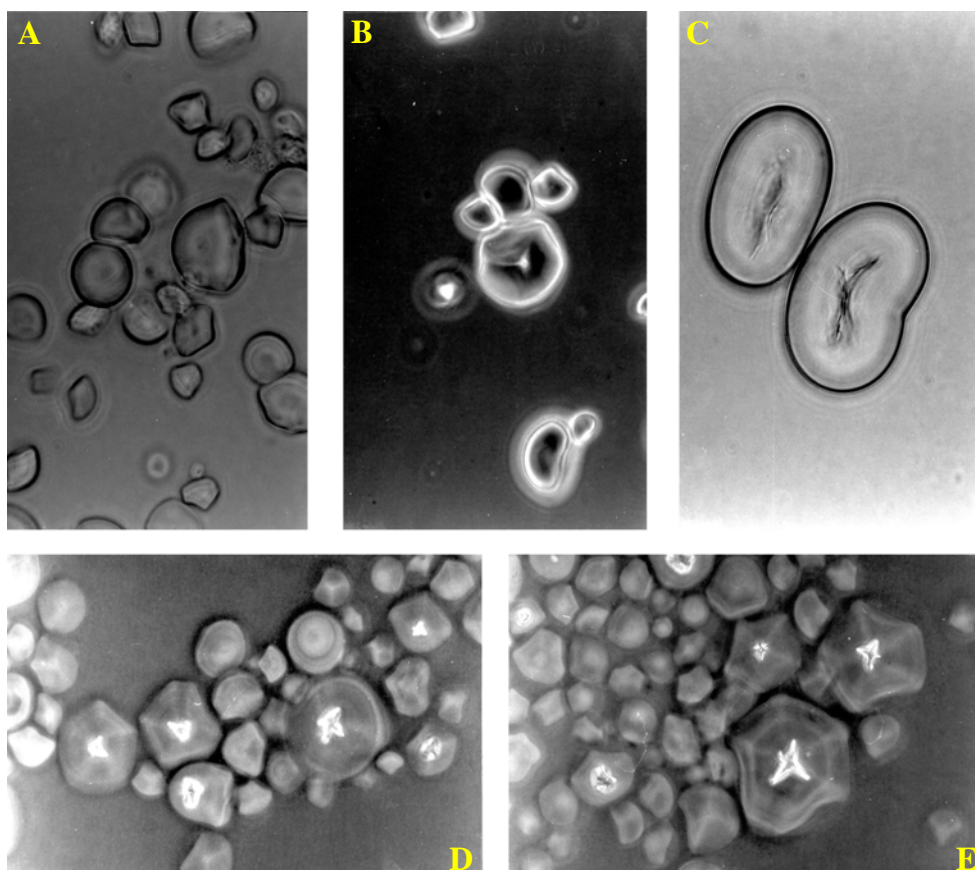


Figura 8 - Fotomicrografias dos grânulos de amido dos frutos da lobeira claro (a), escuro (b), feijão (c), batata-inglesa (d) e mandioca (e). Aumento de 1000x3.3.

A variação no tamanho dos grânulos de amido foi de 5 a 22,5 μm de diâmetro nos grânulos de amido claro; de 5 a 27,5 μm , naqueles de amido escuro; de 6 a 33 μm , nos grânulos de amido da batata-inglesa; de 30 a 56 μm , nos grânulos de amido do feijão; e de 2,5 a 30 μm , nos grânulos de amido da mandioca. Com exceção do grânulo de amido do feijão, o tamanho dos grânulos de amido da lobeira foi semelhante ao dos outros tipos de amido analisados.

As formas dos grânulos do amido dos frutos da lobeira, tanto claro quanto escuro, foram ovais e poliédricas.

4.3.6. Poder de inchamento (PI) e índice de solubilização (ISA)

Os resultados obtidos na determinação do poder de inchamento e do índice de solubilização dos amidos claro e escuro dos frutos da lobeira em diferentes temperaturas estão mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Poder de inchamento (PI) e índice de solubilização (ISA) das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira

Temperatura ambiente	PI (g/g)		ISA (%)	
	Amido claro	Amido escuro	Amido claro	Amido escuro
(±25°C)	2,07	2,30	0,14	0,83
40°C	2,07	2,30	0,16	0,83
60°C	7,02	4,54	2,17	0,85
80°C	11,11	6,74	2,64	1,87
Ebulição (±98°C)	11,26	11,04	3,38	2,47

O poder de inchamento do amido é atribuído à força e ao tipo da rede miscelar dentro do grão de amido. A estrutura miscelar fortemente ligada no grão de amido pode lhe conferir resistência relativamente forte ao inchamento. Com o aumento da temperatura, o amido vibra mais vigorosamente, podendo romper ligações intermoleculares e, assim, permitir maior fixação de moléculas de água nos sítios de ligação de hidrogênio (QIAN et al., 1998).

A partir dos valores encontrados, pôde-se observar baixa tendência ao inchamento tanto na fração clara quanto na escura. Acréscimo considerável no poder de inchamento e no índice de solubilização só foi significativo nas temperaturas acima de 60°C, no amido claro, e de 80°C, no amido escuro.

4.3.7. Propriedades viscoamilográficas

A faixa de temperatura de gelatinização e curva de viscosidade é característica em cada tipo de amido. O traçado da curva de viscosidade possibilita acompanhar o comportamento do amido durante o cozimento e o resfriamento.

Os valores de viscosidade, obtidos a partir dos amilogramas nos amidos claro e escuro dos frutos da lobeira, estão no Quadro 6.

Quadro 6 - Propriedades viscoamilográficas das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira

Características	Amido claro	Amido escuro
Temperatura inicial da pasta (°C)	52°C	65,5°C
Temperatura de viscosidade máxima (°C)	62°C	74,5°C
Viscosidade máxima (U.A.)	790 U.A.	670 U.A.
Viscosidade mínima a 95°C (após 20 min)	650 U.A.	590 U.A.
Viscosidade final no ciclo de resfriamento a 50°C	90 U.A.	0,0

A temperatura inicial da pasta do amido dos frutos da lobeira, representando o início da cocção, ou perda de birrefringência, variou de 45 a 52°C no amido claro e de 60 a 65,5°C no amido escuro; nos trabalhos de ZHOU et al. (1998), o amido de aveia apresentou esta temperatura variando entre 57 e 62°C.

Com relação à viscosidade da pasta à temperatura de 95°C, foi observado que o valor no amido claro foi maior do que no amido escuro sob as mesmas condições. Isso talvez possa ser explicado pelo fato de a fração clara do amido ter maior concentração de amido (CAD) do que a fração escura. Essa diferença na

concentração de amido entre as duas frações, clara e escura, pode ter resultado na maior interligação estrutural do amido claro, tendo como consequência dessa alteração a maior viscosidade desta amostra.

As propriedades viscoamilográficas do amido dos frutos da lobeira foram diferentes daquelas do amido obtido de cultivares comerciais de aveia quanto à viscosidade máxima: 790 UA amido claro, 670 UA amido escuro e 390 UA cultivar comercial de aveia; entretanto, quanto comparado com outros três cultivares de aveia estudados por ZHOU et al. (1998), que foi de 760-855 UA, os valores encontrados são semelhantes ao obtido no amido da lobeira.

4.4. Viscosidade intrínseca

A viscosidade intrínseca mede a fricção interna ou resistência ao deslocamento de moléculas poliméricas em solução sem nenhuma interação intermolecular. Trata-se de uma das medidas físicas mais simples e, talvez, das mais usadas capazes de proporcionar informações sobre o polímero dissolvido (AMANTE, 1986).

Os valores da viscosidade intrínseca das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira estão ilustrados nas Figuras 9 e 10, correspondendo ao coeficiente linear da reta, sendo 1,9 mL/g no amido claro e 0,405 mL/g na fração escura, tendo sido os gráficos construídos com base nos dados do Quadro 7.

O valor de viscosidade intrínseca da fração clara encontra-se na faixa de valores dos amidos de milho (1,81 mL/g), chuchu (1,78 mL/g), batata-doce (1,13 a 2,78 mL/g) e de semente de abacate (1,5291 mL/g), de acordo com SILVA (1995). Contudo, o valor de viscosidade intrínseca obtida no amido escuro está muito abaixo do esperado, por motivos ainda ignorados. Segundo DOUBLIER e CUVELIER (1996), a redução da viscosidade intrínseca é proporcional à redução da concentração de polissacarídeos; como na fração escura o teor de CAD é menor do que na fração clara, isso pode ser um dos fatores responsáveis pela baixa viscosidade apresentada por esta fração.

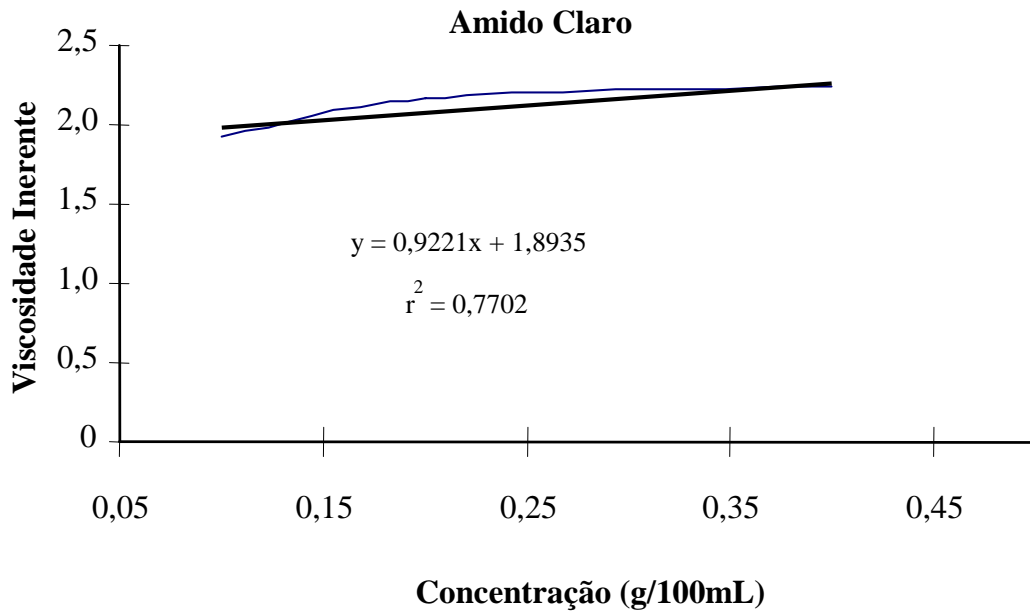


Figura 9 - Estimativa da viscosidade intrínseca do amido claro dos frutos da lobeira, dada pela viscosidade inerente em função da concentração.

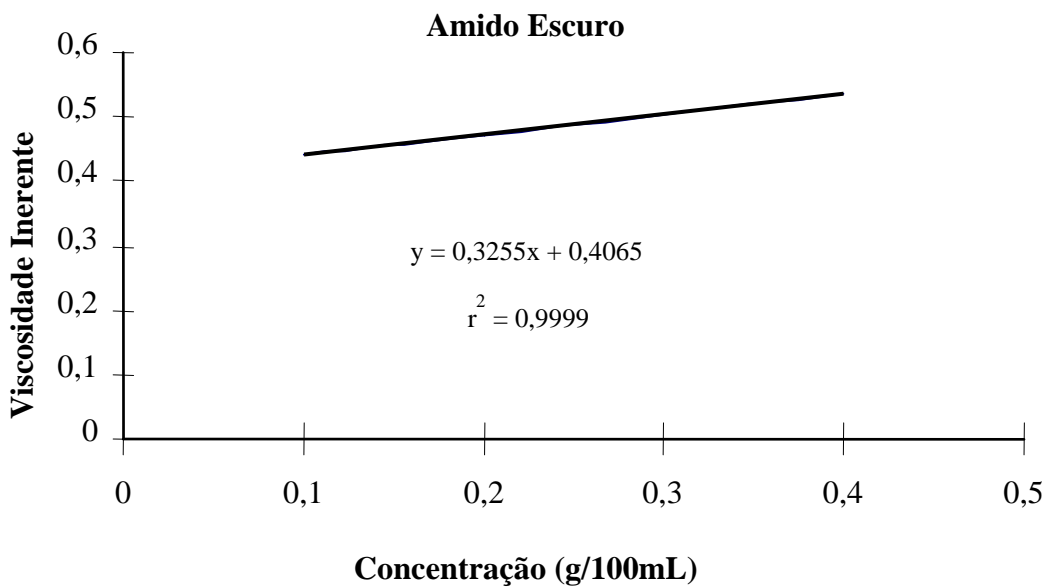


Figura 10 - Estimativa da viscosidade intrínseca do amido escuro dos frutos da lobeira dada, pela viscosidade inerente em função da concentração.

Quadro 7 - Viscosidade intrínseca das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira

Viscosidade	Fração clara			Fração escura		
	0,1%	0,2%	0,4%	0,1%	0,2%	0,4%
Viscosidade relativa	1,2126	1,5419	2,4431	1,0449	1,0988	1,2395
Viscosidade específica	0,2126	0,5419	1,4431	0,0449	0,0988	0,2395
Viscosidade reduzida	2,1256	2,7096	3,6078	0,4491	0,4940	0,5988
Viscosidade inerente	1,9275	2,1651	2,2332	0,4393	0,4711	0,5368

4.5. Composição química do extrato etanólico do amido claro dos frutos da lobeira, utilizando CCD, cromatografia de coluna, RMN e IV

A análise do extrato etanólico do amido dos frutos da lobeira por cromatografia em camada delgada analítica revelou a presença de constituintes com R_f igual a 0,23; 0,40; 0,68; e 0,80 (eluente: éter dietílico puro), sendo os de R_f igual a 0,40 e 0,68 visíveis sob luz ultravioleta ($\lambda = 254$ nm).

O fracionamento deste extrato pela utilização da cromatografia em coluna resultou na obtenção de seis frações, denominadas A, B, C, D, E e F. A análise das frações C e D, que continham o constituinte de R_f igual a 0,80 citado anteriormente, revelou tratar-se de uma mistura de ácidos graxos. Estas frações foram obtidas como sólidos brancos amorfos, com temperaturas de fusão de 50 a 52°C e de 54 a 56°C, respectivamente. Mesmo sendo essas faixas de fusão muito próximas comuns nas substâncias puras, não se pode afirmar o mesmo para ácidos graxos, devido à pequena variação estrutural entre eles.

O espectro no infravermelho dessas frações mostrou-se característico de ácido graxo, como mostra a Figura 11, com uma banda de absorção entre 3.500 e 2.500 cm^{-1} (ν OH) e absorções em 2.917 e 2.849 (ν C-H), 1.703 (ν C=O), 1.431 e 1.410 (δ_s C-H) e 720 cm^{-1} [δ_s (CH₂)_n, n>4].

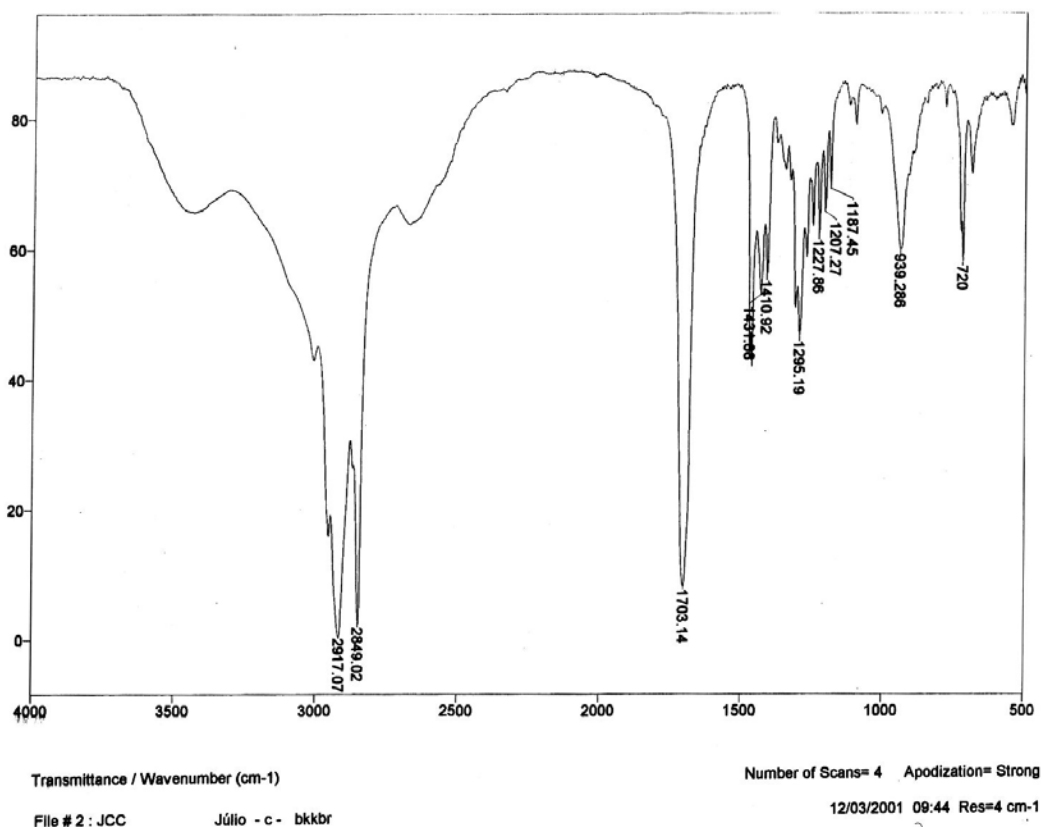


Figura 11 - Espectro no infravermelho (KBr) das frações C e D do extrato bruto do amido dos frutos.

O espectro de RMN de ^1H mostrado na Figura 12 confirmou a natureza alifática da substância, com sinais em δ 0,87 (t, $-\text{CH}_3$ terminal, alifático), δ 1,25 [m, $-(\text{CH}_2)_n$], δ 1,63 (quinteto, $-\text{CH}_2$ β a carbonila) e δ 2,35 (t, $-\text{CH}_2$ α a carbonila) compatíveis com valores publicados (SILVERSTEIN et al., 1991).

Além desses sinais no espectro, há sinais de pequena intensidade em δ 2,05; 2,80; e 5,20, significando que as frações podem conter outros ácidos graxos. O sinal em δ 5,20 é característico de hidrogênio de dupla ligação, que pode ser de ácido graxo insaturado.

Os dados de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) obtidos das frações C e D são mostrados no Quadro 8.

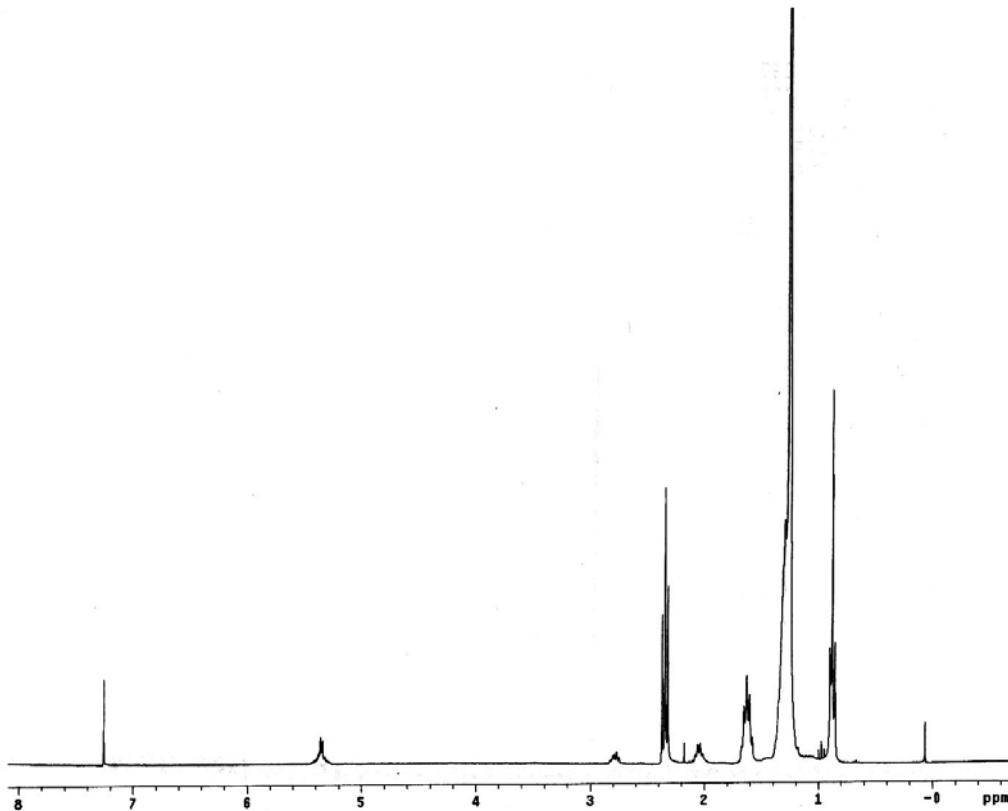


Figura 12 - Espectro de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) das frações C e D do extrato bruto do amido dos frutos da lobeira.

Quadro 8 - Dados de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) obtidos das frações C e D

δ	Multiplicidade do sinal	Nº de H	Atribuições	J (Hz)
0.87	t	3	$-\text{CH}_3$	6.7
1.25	m	--	$-(\text{CH}_2)_n$	--
1.63	quinteto	2	$-\text{CH}_2$	6.7
2.35	t	2	$-\text{CH}_2$	7.5
5.20	m	--	$\text{RCH}=\text{CHR}$	--

t - tripleto.

m - multipletto.

J - constante de acoplamento.

Também no espectro de RMN de ^{13}C , da Figura 13, há sinais característicos de carbono de dupla ligação na região entre δ 120 e 130. Os outros sinais em δ 14,36 (CH_3 -, terminal, alifático), δ 22,93 – 34,24 [$-(\text{CH}_2)_n$] e δ 180,06 ($-\text{COOH}$) são compatíveis com ácido graxo, como mostra o Quadro 9.

Com esses resultados, e devido às suas semelhanças, não se pode afirmar quais ácidos graxos estão presentes nessas frações.

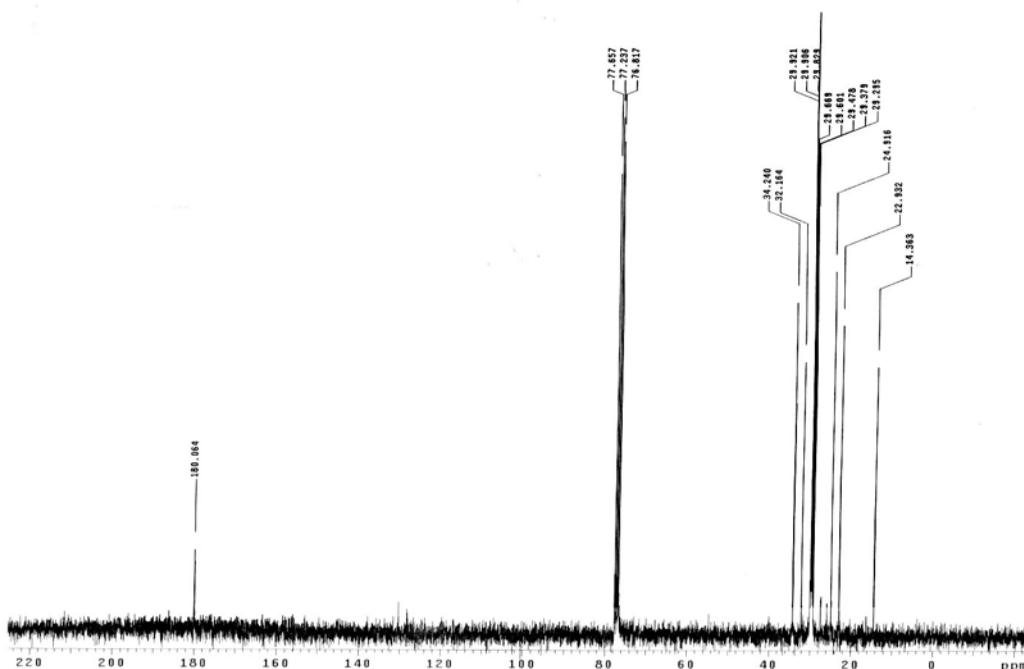


Figura 13 - Espectro de RMN de ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) das frações C e D do extrato bruto do amido dos frutos da lobeira.

O constituinte de R_f igual a 0,40 (eluente: éter dietílico puro) visível sob luz ultravioleta ($\lambda=254$ nm) foi isolado por cromatografia em camada delgada semipreparativa. Apesar das tentativas de purificação por essa mesma técnica, o material obtido não se mostrou puro pelas análises dos espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C .

Quadro 9 - Dados de RMN de ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) obtidos para as frações C e D

δ	Atribuições
180,06	- <u>C</u> OOH
34,24 – 22,93	-(<u>C</u> H ₂) _n
14,36	- <u>C</u> H ₃
130 - 120	R <u>C</u> H= <u>C</u> HR

O espectro de infravermelho deste constituinte, mostrado pela Figura 14, mostrou-se característico de compostos glicosídicos com banda forte de absorção entre 3.600 e 3.150 cm^{-1} (ν OH) e absorções em 2.920 e 2.850 (ν C-H), 1.576, 1.540, 1.469 e 1.384 cm^{-1} (δ_s C-H e δ_s O-H). As bandas de absorção em 1.469 e 1.384 cm^{-1} são características de compostos esteroidais ou triterpenos. Pode-se observar a presença de água na amostra, devido à banda de absorção em 1.600 cm^{-1} (SILVERSTEIN et al., 1991).

O espectro de RMN de ^1H , ilustrado na Figura 15, apresentou sinais pouco intensos na região de δ 4, que são característicos de compostos glicosídicos. Observou-se também no espectro muitos sinais na região de hidrogênios alifáticos.

Já no espectro de RMN de ^{13}C , ilustrado na Figura 16, observou-se a presença de sinais na região entre δ 120 e 130, característicos de carbono de dupla ligação; de sinais na região entre δ 60 e 80 que são característicos de compostos glicosídicos; e de sinais na região de carbonos alifáticos entre δ 10 e 30.

Esses resultados indicaram que esse constituinte se tratava de glicosídeo. Visando a confirmação final desses resultados, foi realizada análise qualitativa da natureza do carboidrato da estrutura deste constituinte por CCD analítica.

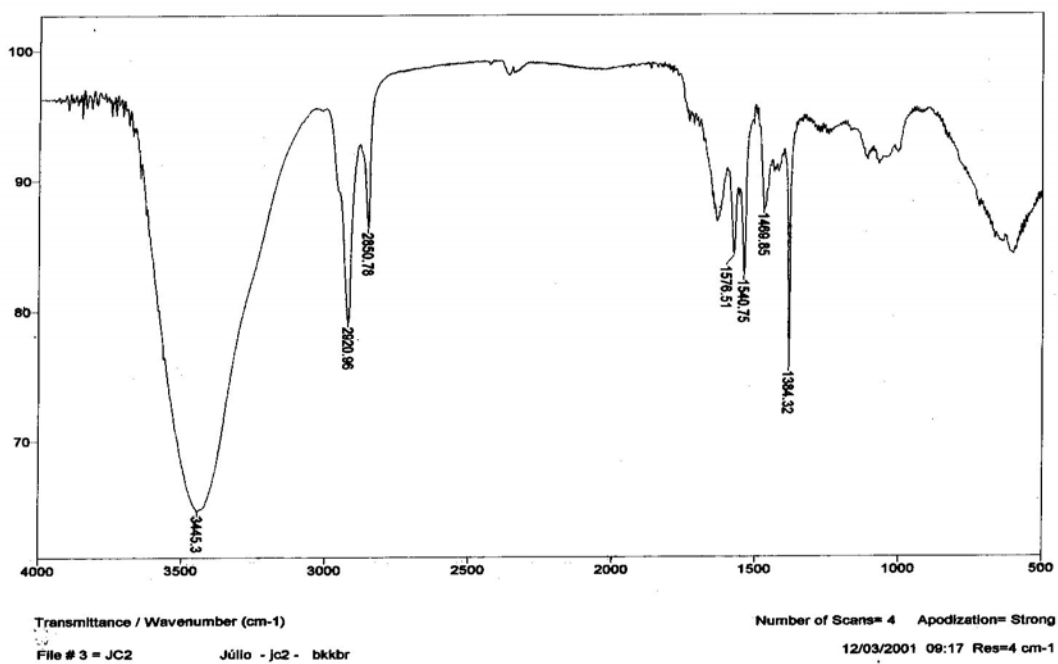


Figura 14 - Espectro no infravermelho (KBr) do constituinte de R_f igual a 0,40.

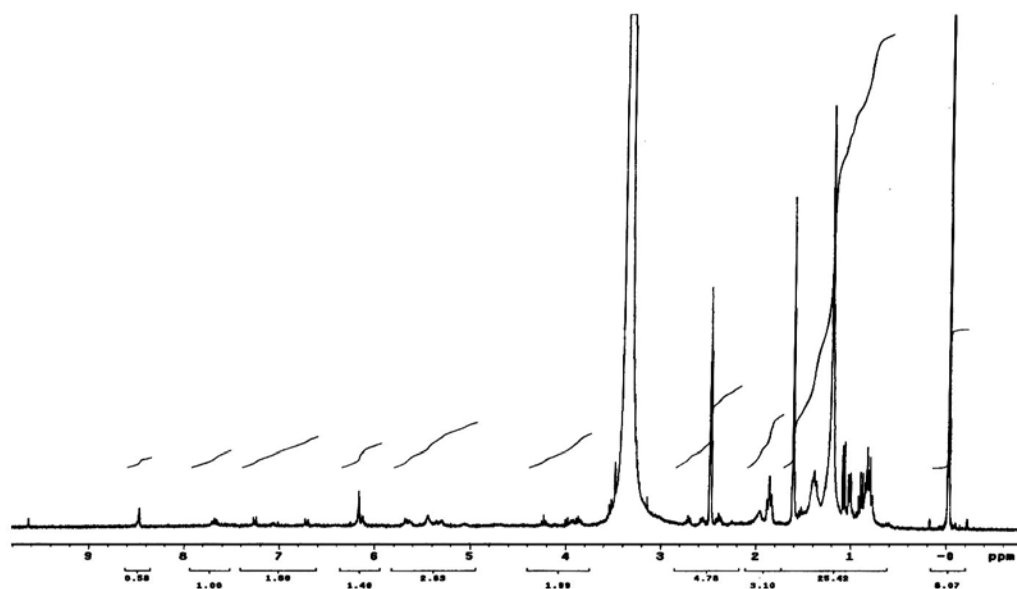


Figura 15 - Espectro de RMN de ^1H (300 MHz, CDCl_3) do constituinte de R_f igual a 0,40.

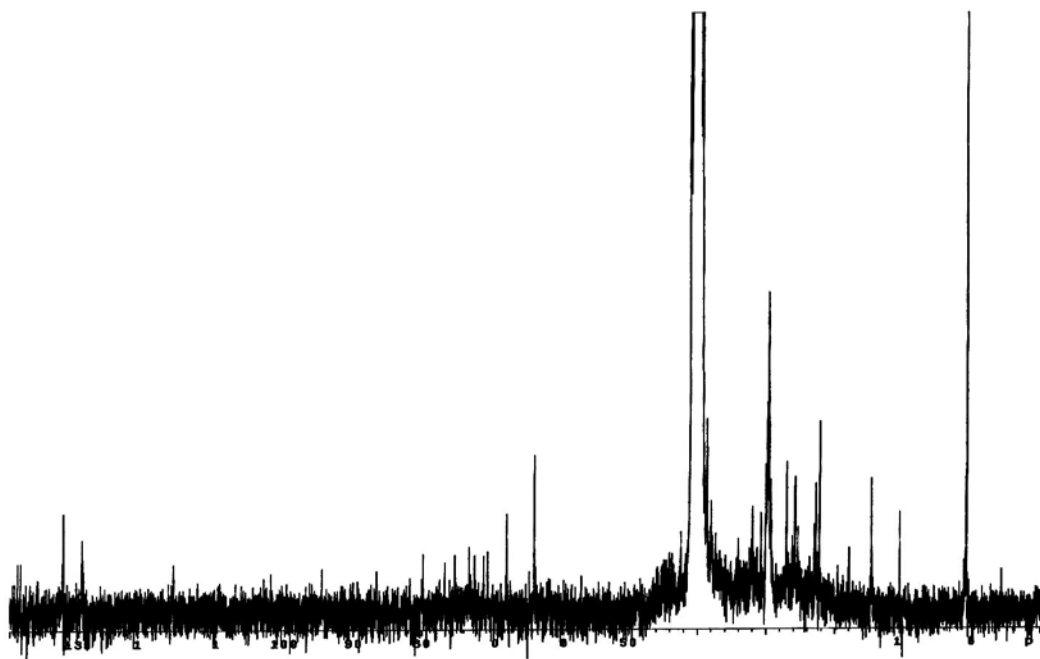


Figura 16 - Espectro de RMN de ^{13}C (75 MHz, CDCl_3) do constituinte de R_f igual a 0,40.

A análise dos resultados obtidos permitiu identificar a rafinose como o carboidrato presente na estrutura, através da comparação dos valores de R_f dos padrões utilizados e da amostra hidrolisada testada; sua estrutura é mostrada na Figura 17. No entanto, devido à complexidade dos sinais dos espectros de RMN de ^1H e de ^{13}C , não foi possível identificar a qual constituinte a rafinose estava ligada.

Esse resultado é interessante, porque, mesmo sem ter ocorrido a identificação do constituinte no extrato etanólico do polvilho dos frutos da lobeira, foi possível verificar a presença de um carboidrato na estrutura do composto utilizando-se metodologia relativamente simples (IKAN, 1991).

Esses resultados confirmam os estudos de METIDOME et al. (1970), que, utilizando o extrato metanólico da *Solanum palinacanthum* Dun. (juá) e da *Solanum lycocarpum* St. Hill (lobeira), conseguiram separar por cromatografia e identificar por processos espectroscópicos e constantes físicas uma aglicona, a

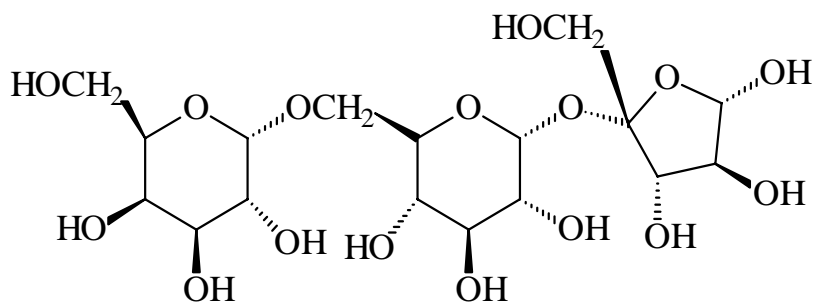


Figura 17 - Estrutura da rafinose.

solasodina, associada a uma unidade de glicose e a duas unidades de ramnose. Outro glicoalcalóide caracterizado presente nessas plantas foi a solamargina.

A rafinose é um trissacarídeo constituído de resíduos de galactose, glicose e frutose. É encontrada na soja (1,9%), no feijão (0,5%), no grão-de-bico (1,0%) e na lentilha (0,6%) (SILVA et al., 1992).

A rafinose, juntamente com estaquiose, verbascose e frutoligossacarídeos, são exemplos de oligossacarídeos não digeridos pelo trato digestório humano, apresentando, por isso, função semelhante à das fibras dietéticas. A suplementação de alimentos sólidos com fibras (8-20 g/100 g de carboidratos) poderia reduzir em 20-50% os níveis de glicose e insulina em diabéticos. Julga-se, com frequência, que as fibras solúveis melhoram a tolerância à glicose através de uma viscosidade elevada, que retarda a digestão e absorção dos carboidratos (<http://nutricaoclinica.nestle.com.br/>).

4.6. Análises espectrofotométricas do amido dos frutos da lobeira

Após o preparo dos extratos brutos, etanólicos e hexânicos do amido dos frutos da lobeira, foram realizadas as análises espectrofotométricas, com o objetivo de identificar qualitativamente a presença de compostos nos respectivos comprimentos de onda.

Com os espectros do extrato hexânico, não foi possível a identificação de picos definidos na varredura realizada nos comprimentos de onda de 200 a 700 nm que indicasse a presença de compostos que pudessem ser isolados, demonstrando que não foi possível a extração de compostos do amido, utilizando o hexano como solvente, que pudessem ser identificados no comprimento de onda utilizado.

Os espectros obtidos com a utilização dos extratos etanólicos dos amidos claro e escuro dos frutos da lobeira estão ilustrados nas Figuras 18 e 19.

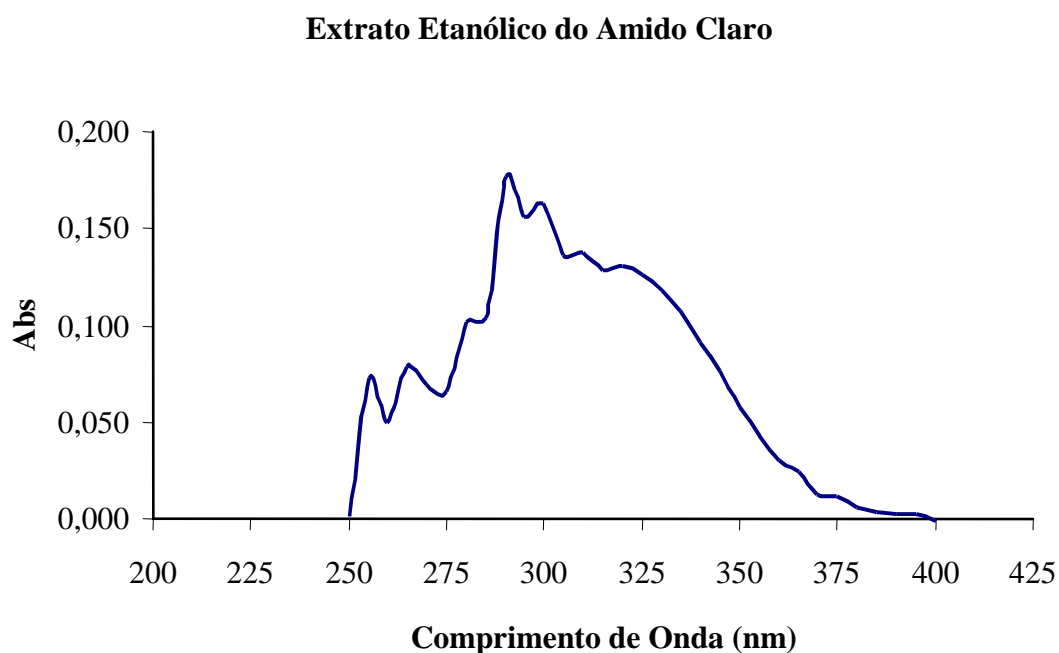


Figura 18 - Espectrofotometria do extrato etanólico do amido claro dos frutos da lobeira.

A avaliação dos espectros obtidos permitiu observar que, no extrato etanólico bruto do amido claro dos frutos da lobeira (Figura 18), a maior absorção foi observada na faixa de comprimento de onda de 290 a 300 nm.

Extrato Etanólico do Amido Escuro

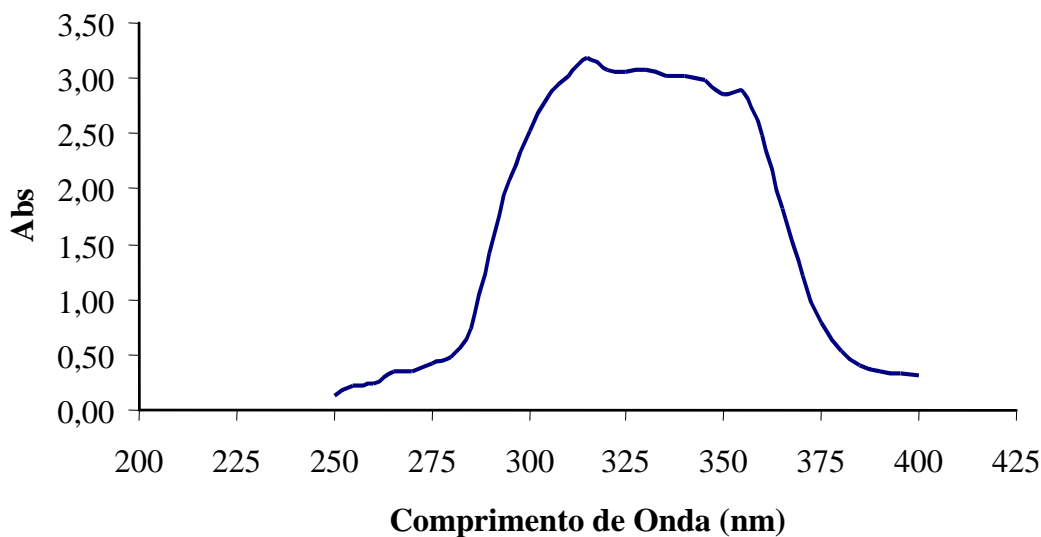


Figura 19 - Espectrofotometria do extrato etanólico do amido escuro dos frutos da lobeira.

No espectro obtido no extrato etanólico bruto do amido escuro (Figura 19), não foi possível observar algum pico bem definido e sim alto valor de absorbância na faixa de comprimento de onda de 310-340 nm, o que pode ser indício de mistura de compostos que absorvem em faixas de comprimento de onda muito próximas; isso pode ser explicado pela maior concentração de impurezas nessa fração de amido da lobeira.

4.7. Avaliação do efeito do amido, do extrato e dos compostos isolados por CCD no controle do diabetes melito induzido por aloxano em ratos

4.7.1. Glicose sanguínea utilizando sangue da cauda

Os resultados da glicose sanguínea, pela retirada de sangue da cauda dos animais, coletada no início e após 7 e 14 dias do período experimental, estão apresentados no Quadro 10 e nas Figuras 20, 21, 22 e 23.

Quadro 10 - Média da glicemia utilizando sangue da cauda dos animais nos diferentes grupos experimentais

Grupos Experimentais	Glicemia inicial T₀ - (mg/dL)	Glicemia T₇ - (mg/dL)	Glicemia T₁₄ - (mg/dL)
G1 (RNDP)	87,83 ± 25,07	125,99 ± 27,35	145,40 ± 9,08
G2 (RDDP)	74,52 ± 37,76	137,69 ± 121,26	135,96 ± 47,39
G3 (RDDA)	74,74 ± 22,96	97,37 ± 22,14	154,69 ± 104,28
G4 (RNDA)	87,12 ± 21,35	105,34 ± 24,28	108,29 ± 14,78
G5 (RDDE)	74,06 ± 20,99	113,68 ± 19,63	109,37 ± 14,38
G6 (RDDC)	73,62 ± 19,47	114,23 ± 18,37	145,85 ± 119,87

G1: RNDP - ratos normais alimentados com dieta-padrão.

G2: RDDP - ratos diabéticos alimentados com dieta-padrão.

G3: RDDA - ratos diabéticos alimentados com dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira.

G4: RNDA - ratos normais alimentados com dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira.

G5: RDDE - ratos diabéticos alimentados com dieta-padrão + 0,1 mL/dia de extrato bruto.

G6: RDDC - ratos diabéticos alimentados com dieta-padrão + 0,1 mL/dia de solução da fração isolada por CCD.

T₀: dosagem de glicemia realizada no início do experimento.

T₇: dosagem de glicemia realizada após sete dias de experimento.

T₁₄: dosagem de glicemia realizada após 14 dias de experimento.

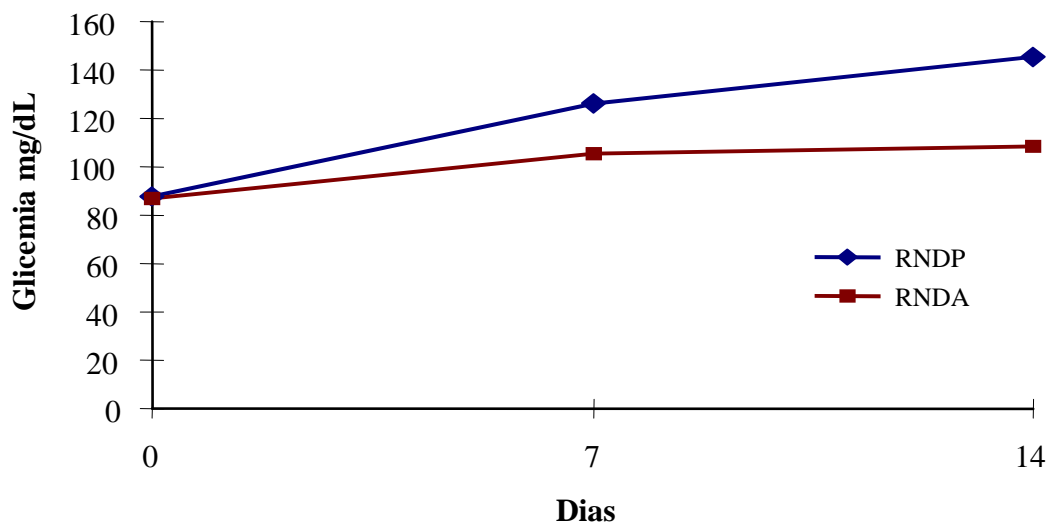


Figura 20 - Efeito da dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos normais.

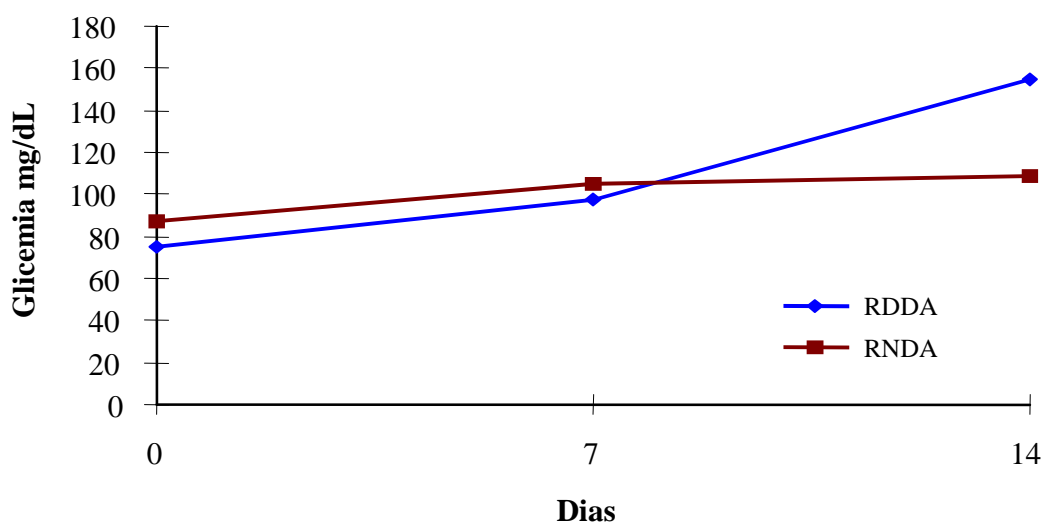


Figura 21 - Efeito da dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos diabéticos, em comparação com ratos normais que receberam a mesma dieta.

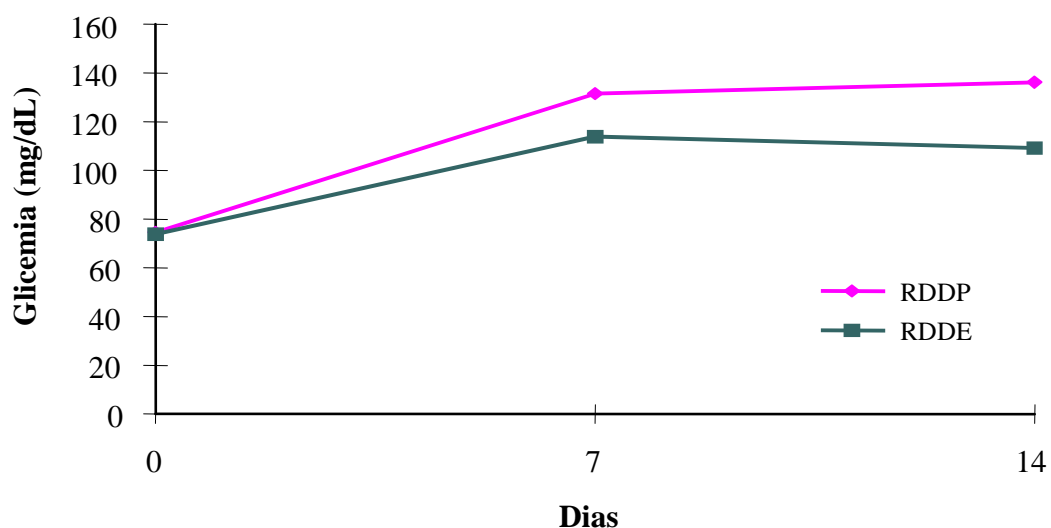


Figura 22 - Efeito do extrato bruto dos frutos da lobeira sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos com diabetes induzido por aloxano.

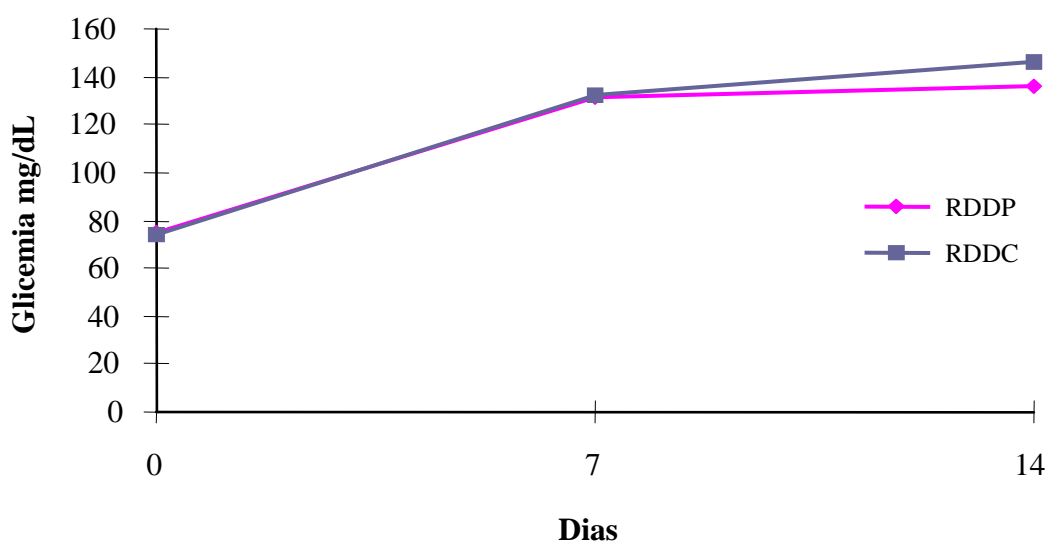


Figura 23 - Efeito dos constituintes do extrato bruto dos frutos da lobeira isolados por CCD e cromatografia de coluna sobre a taxa de glicose sangüínea de ratos com diabetes induzido por aloxano.

Além desses parâmetros, ao final do 21^o dia do experimento, utilizando o sangue obtido por punção cardíaca, também foram avaliados glicemia, hemoglobina glicosilada, triglicérides, colesterol total e frações do colesterol (HDL, LDL e VLDL).

Na Figura 20 pode-se observar o efeito da dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira sobre a glicemia de jejum de ratos normais. Tanto no grupo 1 quanto no grupo 4, ambos compostos por ratos normais, houve aumento em suas taxas de glicemia ao longo do período experimental.

Ao final do experimento, no grupo 4, constituído de ratos normais que receberam a dieta contendo o amido da lobeira, houve glicemia 25,52% mais baixa quando comparada com a do grupo 1, constituído de ratos normais que receberam dieta-padrão sem amido da lobeira.

O comportamento da glicemia com o tempo em função da dieta no grupo 3 (Figura 21), composto por ratos diabéticos alimentados com dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira, mostra que o tratamento não foi eficaz no controle da glicemia deste grupo, quando comparado com o grupo de ratos normais alimentados com a mesma dieta.

A diferença na glicemia de jejum do grupo 3 para o grupo 4 foi 30% mais alta. Esse resultado difere daqueles encontrados por MARCIANO (1997), em que a utilização da mesma dieta experimental, contendo 40% de amido dos frutos da lobeira, resultou na redução de 27% nos níveis de glicose no período total de 21 dias, em comparação com o grupo controle não-diabético. A diferença encontrada nos mesmos tratamentos não pode ser atribuída ao consumo alimentar, pois, apesar de nos trabalhos de MARCIANO (1997) o fornecimento de dieta ter sido feito *ad libitum*, o consumo médio dos animais normais foi semelhante ao dos ratos diabéticos: 15,1 e 16,1 g/dia, respectivamente. No presente experimento, o fornecimento de dieta foi de 20 g/rato/dia.

Uma possível explicação para as diferenças encontradas quanto ao efeito do amido dos frutos da lobeira no controle da glicemia de ratos diabéticos pode ser os métodos empregados nessa determinação. MARCIANO (1997) utilizou o aparelho Glucometer 4 (Immunoassay Produtos Hospitalares, Bayer

Diagnóstica), e neste experimento foi utilizado o método descrito por TRINDER (1969).

O comportamento da glicemia com o tempo em função da dieta no grupo 5 (Figura 22), que eram diabéticos e que foram tratados com o extrato bruto do amido da lobeira, foi mantido abaixo da variação da glicemia com o tempo em função da dieta dos ratos diabéticos tratados com dieta-padrão durante todo o período experimental. No décimo quarto dia de experimento, nos ratos do grupo 5 houve glicemia de jejum 19,5% menor do que a mesma taxa medida no grupo 2. Esse dado reforça os resultados das análises químicas realizadas, em que a presença de constituintes deste extrato pode ser responsável pelo efeito hipoglicemiante do amido dos frutos da lobeira.

Com relação ao comportamento da glicemia com o tempo em função da dieta no grupo 6 (Figura 23), onde os animais diabéticos receberam a fração C₁ do extrato bruto do amido dos frutos da lobeira isolada por CCD, não foi observada redução da glicemia de jejum dos animais deste grupo, e sim o aumento de 6,8% quando comparada à glicemia de jejum apresentada pelos animais do grupo 5.

A análise dessa fração C₁ (de R_f igual a 0,80) pela utilização da cromatografia em coluna e usando as técnicas de RMN (ressonância magnética nuclear) e IV (infravermelho) revelou tratar-se de mistura de ácidos graxos, o que pode justificar a ausência de efeito hipoglicemiante nesta fração.

4.7.2. Dosagem da glicemia, hemoglobina glicosilada, triglicérides, colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) utilizando sangue obtido por punção cardíaca nos diferentes grupos experimentais

No 21^o dia de experimento, utilizou-se sangue do coração dos animais de todos os grupos experimentais; os dados obtidos estão nas Figuras 24, 25 e 26.

O efeito dos tratamentos sobre a glicemia nos diferentes grupos experimentais estão mostrados na Figura 24. Pode-se observar que a maior

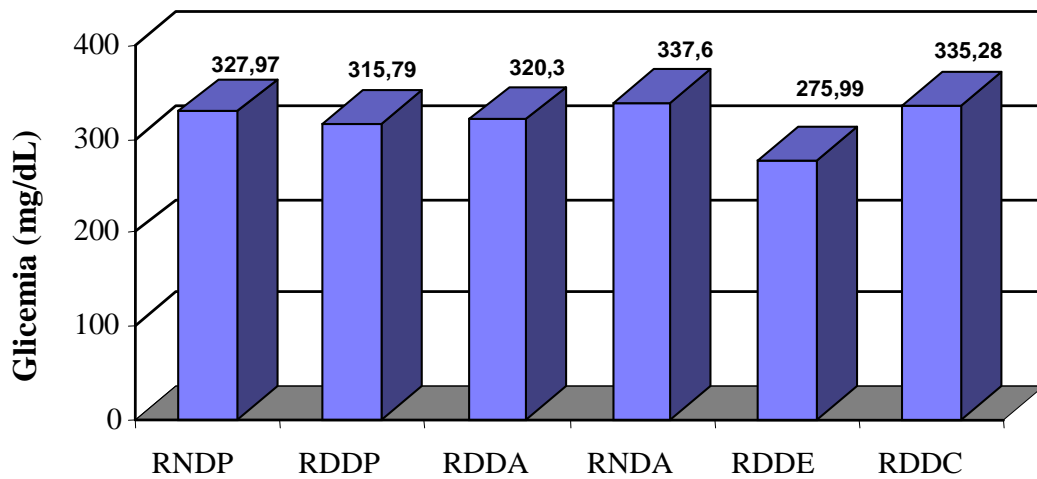


Figura 24 - Glicemia de jejum dos animais de todos os grupos ao final do experimento.

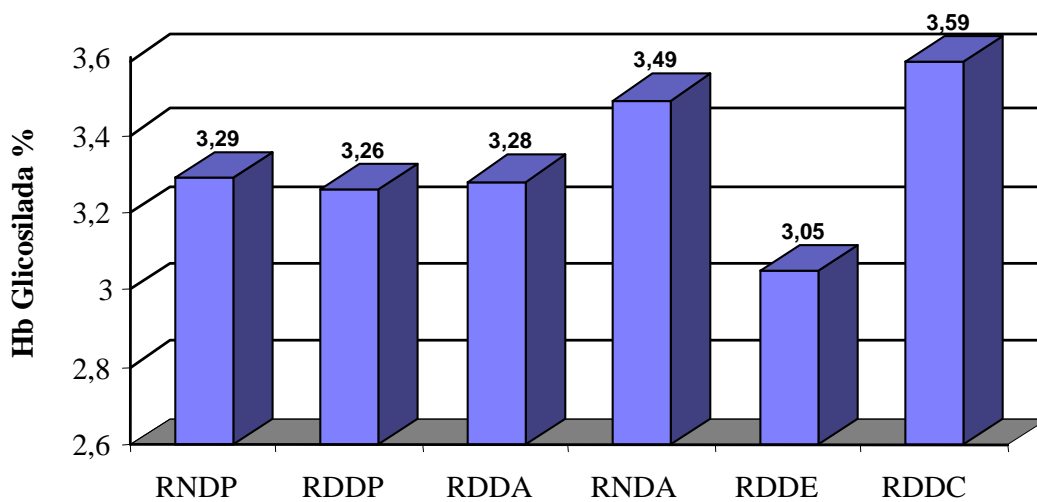


Figura 25 - Taxa de hemoglobina glicosilada dos animais de todos os grupos ao final do experimento.

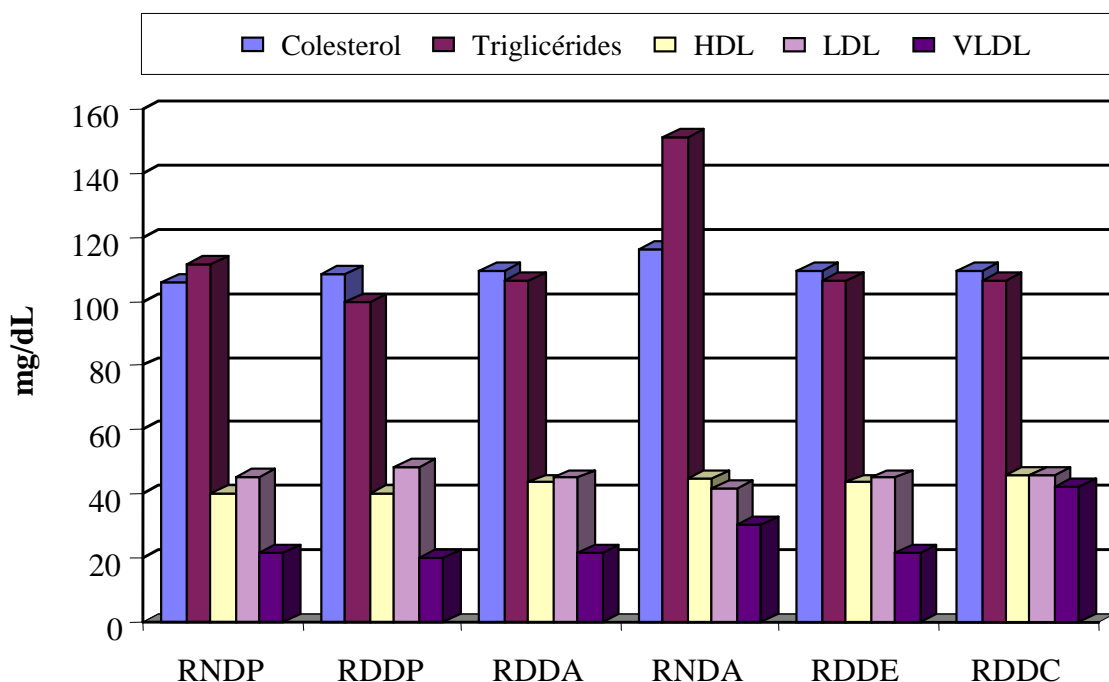


Figura 26 - Valores de colesterol, triglicérides, HDL, LDL e VLDL dos animais ao final do experimento.

redução na taxa de glicose sangüínea de ratos diabéticos foi obtida pela utilização do extrato bruto do amido claro dos frutos da lobeira. Essa redução foi de 12,60%, quando comparada com a taxa de glicose sangüínea dos animais diabéticos que receberam dieta-padrão (grupo 2).

A taxa de glicemia do grupo 6, que recebeu a solução preparada com os constituintes do extrato bruto do amido claro dos frutos da lobeira obtidos por cromatografia de camada delgada, foi maior do que a glicemia do grupo 2, mostrando que esta fração não corresponde a compostos capazes de exercer efeito hipoglicemiante. Pelas análises químicas qualitativas desta fração utilizando as técnicas de ressonância magnética nuclear e infravermelho, foi possível identificar nesses compostos a natureza alifática e que se tratava de mistura de ácidos graxos.

A administração de dieta contendo 40% de amido dos frutos da lobeira a ratos diabéticos (grupo 3) resultou na taxa de glicose sangüínea menor do que a glicemia de animais normais alimentados com a mesma dieta (grupo 4); no

entanto, os resultados da glicose plasmática desses dois grupos foram maiores do que aquela apresentada por ratos diabéticos que não receberam nenhum tipo de tratamento (grupo 2). Esses dados revelam que a dieta contendo 40% do amido dos frutos da lobeira não foi efetiva na redução da glicose sangüínea em animais diabéticos, os quais diferem dos resultados obtidos por MARCIANO (1997), utilizando o mesmo tratamento.

Os resultados obtidos dos tratamentos usados no estudo do controle da glicemia em ratos com diabetes induzido por aloxano mostram que a melhor redução na taxa de glicose sangüínea foi obtida pela utilização do extrato bruto dos frutos da lobeira. A análise química desse mesmo extrato revelou a presença de um glicosídeo, cujo carboidrato presente é a rafinose, não tendo sido possível a identificação de todos os constituintes de sua estrutura molecular.

Esse resultado confirma os dados do trabalho de BASNET (1994), que conferiu a atividade hipoglicemiante dose dependente do extrato etanólico de *Swertia japonica* de alguns triterpenos e xantonas glicosidadas da mesma classe dos compostos presentes no amido dos frutos da lobeira ao composto.

HE et al. (1994), estudando o extrato etanólico da *Solanum nigrescens*, da família das Solanáceas, identificou outro tipo de glicosídeo: o cantalasaponina-3. Também FRIEDMAN (1997), através de análises químicas da *Solanum tuberosum*, identificou a presença de alguns grupos de glicoalcalóides, como a chaconina, solanina e solanidina, confirmando assim a presença dos glicosídios esteroidais nas plantas da família das Solanáceas.

Na Figura 25 podem-se observar os resultados obtidos a partir dos tratamentos dos grupos experimentais, em relação aos níveis de hemoglobina glicosilada.

Os parâmetros bioquímicos obtidos aos 21 dias de experimento - glicemia, hemoglobina glicosilada, colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) - foram submetidos às análises de variância. Os resultados da ANOVA se encontram resumidos no Quadro 11.

Observa-se que em nenhum dos parâmetros bioquímicos avaliados houve efeito significativo dos tratamentos ($P > 0,05$), pelo teste F (Quadro 11).

Quadro 11 - Resumo da análise de variância dos parâmetros bioquímicos do sangue dos animais de todos os grupos experimentais

Fonte de Variação	GL	Valores de F Calculado						
		Hemoglobina	Colesterol	Glicemia	HDL	LDL	Triglicérides	VLDL
Tratamentos	5	0,2757 ^{ns}	122,5793 ^{ns}	3218,4574 ^{ns}	80,1337 ^{ns}	85,4630 ^{ns}	3512,6284 ^{ns}	140,9438 ^{ns}
Resíduo	78	0,3660	302,3806	4931,7489	54,2475	142,1408	2356,1971	93,5196
CV (%)		18,01	15,90	21,91	17,32	26,71	43,53	43,61

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Com relação à prevenção na elevação dos níveis de hemoglobina glicosilada, AL-SHAMAONY (1994), utilizando extrato etanólico de *Artemisia herba alba*, observou esse efeito tanto em ratos quanto em coelhos com diabetes induzido por aloxano.

Segundo MILLER (1986), a medida da hemoglobina glicosilada na forma de HbA1c tem se tornado importante instrumento na avaliação do controle glicêmico de pacientes diabéticos. Isso se deve ao processo de glicosilação irreversível da hemoglobina, que só desaparece do sangue com a morte da hemácia, sendo assim uma representação cumulativa dos níveis glicêmicos de semanas a 2-3 meses.

Os resultados obtidos da dosagem de triglicérides, colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) são mostrados na Figura 26.

Pode-se observar que a maior variação foi nos níveis de triglicérides do grupo 4 (RNDA), em relação a todos os outros grupos experimentais. Quando se comparou com o valor encontrado no grupo 3 (RDDA), que recebeu a mesma dieta, a diferença nos níveis de triglicérides foi 29,5% maior no grupo 4. A justificativa para esse aumento na triglicérides dos animais deste grupo não foi identificada.

Com relação ao VLDL e HDL, no grupo 6 (RDDC) houve maior aumento de suas taxas durante o período experimental, sendo estas de 52,9 e 12,2%, respectivamente, mais altas do que os níveis dos mesmos parâmetros do grupo 2 (RDDP). Esse aumento nas frações lipídicas encontradas no grupo 6 é justificado, uma vez que o extrato usado pelos animais deste grupo era constituído por uma mistura de ácidos graxos isolados por cromatografia de camada delgada e cromatografia de coluna.

Apesar das diferenças encontradas entre os grupos experimentais com relação à variação sanguínea das frações lipídicas, estas não foram significativas pelo teste F ($P > 0,05$).

RESUMO E CONCLUSÕES

As análises da composição centesimal das frações clara e escura do amido dos frutos da lobeira mostraram diferenças nos parâmetros: teor de amilose, proteína, lipídios totais, umidade, cinzas e amido (CAD). As análises da fração clara deste amido, utilizada pela população como auxiliar no tratamento do diabetes melito, permitiram a caracterização físico-química, em que se observou 0,27% de proteína, 0,45% de lipídios totais, 10,7% de umidade, 0,03% de cinzas, 87,7% de amido (CAD) e 0,79% de outros componentes que não foram identificados, não diferindo da composição centesimal de amido obtido de outras fontes. O teor de amilose encontrado na fração clara foi de 20,8%, diferindo muito do teor encontrado na fração escura, que foi de 9,1%; o valor de amilose encontrado na fração clara foi semelhante ao encontrado em outras fontes de amido, como no amido de milho, aveia, mandioca e cevada.

A caracterização da composição química da fração escura mostrou maior concentração de quase todos os componentes, quando comparada com a fração clara - proteína (2,52%), lipídios (0,94%), umidade (11,41%), cinzas (0,2%) e outros componentes (7,29%), com exceção do teor de amilose e amido (CAD), que na fração escura foi de 9,1 e 77,6%, respectivamente.

Os resultados com relação à firmeza dos géis e ao processo de retrogradação mostraram que, no que se refere ao primeiro, a diferença foi bem

mais acentuada no amido escuro do que no amido claro, provavelmente devido à menor concentração de amido na fração escura. No processo de retrogradação não houve aumento crescente nas taxas de retrogradação de géis de amido estocados a baixas temperaturas por determinado período de tempo, em ambas as frações. Também o valor da densidade absoluta na fração clara, que foi de 2,88 mg/mL, diferiu do encontrado em outros tipos de amido.

Com exceção do grânulo de amido do feijão, o tamanho dos grânulos de amido dos frutos da lobeira foi semelhante ao dos outros tipos de amido analisados: batata-inglesa e mandioca. Nos grânulos das frações clara e escura do amido foram constatados formatos variados ovais e poliédricos.

A análise do extrato etanólico do amido dos frutos da lobeira por cromatografia em camada delgada, RMN e IV revelou tratar-se de mistura de ácidos graxos e confirmou a presença de compostos glicosídicos. A rafinose foi identificada como o carboidrato presente na estrutura, não tendo sido possível identificar a qual constituinte (aglicona) estava ligada. Esses resultados confirmam alguns estudos dos extratos metanólicos da *Solanum palinacanthum* Dun. (Juá) e da *Solanum lycocarpum* St. Hill (lobeira), que detectaram a aglicona solasodina, associada a uma unidade de glicose e a duas unidades de ramnose.

No estudo do controle da glicemia em ratos com diabetes induzido por aloxano, pôde-se observar que a maior redução foi obtida pela utilização do extrato bruto do amido claro. Essa redução foi de 12,60%, quando comparada com a taxa de glicose sangüínea dos animais diabéticos que receberam dieta-padrão (grupo 2-RDDP). O possível efeito hipoglicêmico do extrato bruto do amido claro foi confirmado pela porcentagem de hemoglobina glicosilada, que também foi menor no grupo que o recebeu. A taxa de colesterol total e frações (HDL, LDL e VLDL) mostrou que, em relação ao VLDL e HDL, no grupo 6 (RDDC) houve maior aumento durante o período experimental, sendo estas de 52,9 e 12,2%, respectivamente, mais altas do que os níveis dos mesmos parâmetros do grupo 2. Esse aumento nas frações lipídicas encontradas no grupo 6 é justificado, uma vez que o extrato usado pelos animais deste grupo era constituído por uma mistura de ácidos graxos isolados por cromatografia de

camada delgada e cromatografia de coluna. Apesar dessas indicações, nesses parâmetros avaliados não houve efeito significativo dos tratamentos ($P > 0,05$) pelo teste F.

Este trabalho conseguiu determinar as características físico-químicas e reológicas do amido dos frutos da lobeira, bem como sugeriu a presença de um glicoalcalóide no extrato etanólico bruto deste amido, que, pelos resultados do ensaio biológico obtidos e pelos estudos já publicados, pode ser um dos possíveis responsáveis pela ação hipoglicemiante do amido dos frutos da lobeira utilizado na terapêutica popular como auxiliar no tratamento do diabetes melito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, F.J.A., RAMOS, R.R., ESTRADA, J.M., CHILPA, R.R., PAREDES, B.G., SAENZ, J.L.F. Effects of three Medicinal plants (*Asteraceae*) on blood glucose levels in healthy mice and rabbits. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 55, p. 171-177, 1997.
- AGUILAR, L.C., MACIAS, S., CHAGOYA, A., CARDENAS, A., DIAZ, P., CANTU, J.M. Antidiabetic activity of *Tecoma stans* in rats. **Fitoterapia**, v.64, n. 4, p. 304-305, 1993.
- AGUIYI, J.C., OBI, C.I., GANG, S.S., IGWEH, A.C. Hypoglycaemic activity of *Ocimum gratissimum* in rats. **Fitoterapia**, v. 71, p. 444-446, 2000.
- AL-AWADI, F., SHOUKRY, M. The lipid lowering effect of an anti-diabetic plant extract. **Acta Diabetologica Latina**, v. 25, n. 1, p. 1-5, 1988.
- AL-HADER, A.A., HASAN, Z.A., AQEL, M.B. Hyperglycemic and insulin release inhibitory effects of *Rosmarinus officinalis*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 43, p. 217-221, 1994.
- ALI, L., KHAN, A.K.A., HASSAN, Z., MOSIHUZZAMAN, M., NAHAR, N., NASREEN, T., ALAM, M.N., ROKEYA, B. Characterization of the hypoglycemic effects of *Trigonella foenum graecum* seed. **Planta Medica**, v.61, p. 358-360, 1995.
- AL-SHAMAONY, L., AL-KHAZRAJI, S.M., TWAJJ, H.A.A. Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba Alba*. II. Effect of a valuable extract on some blood parameters in diabetic animals. **Journal of Ethnopharmacology**, v.43, p.167-171. 1994.

- AMANTE, E.R. **Caracterização de amidos de variedades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) e de batata doce (*Ipomoea batatas*)**. Viçosa, MG: UFV, 1986. 109p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- ASANO, N., NISHIDA, M., KIZU, H., MATSUI, K. Homonojirimycin isomers and glycosides from *Aglaonema treubii*. **Journal of Natural Products**, v.60, p. 98-101, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 12 ed. Washington, 1975. 1094 p.
- ATANASOV, A.T. Effect of the water extract of *Galega officinalis* L. on human aggregation *in vitro*. **Phytotherapy Research**, v. 8, p. 314-316, 1994.
- BARBOSA-FILHO, J.M., AGRA, M.F., OLIVEIRA, R.A.G., PAULO, M.Q., TROLIN, G., CUNHA, E.V.L., ATAIDE, J.R., BHATTACHARYYA, J. Chemical and pharmacological investigation of *Solanum* species of Brazil - a research for Solasodine and other potentially useful therapeutic agents. **Memorial do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 86, suppl. II, p. 189-191, 1991.
- BASNET, P., KADOTA, S., SHIMIZU, M., NAMBA, T. Bellidifolin: A potent hypoglycemic agent in Streptozotocin - induced diabetic rats from *Swertia japonica*. **Planta Medica**, v. 60, n. 6, p. 501-602, 1994.
- BEDIR, E., ÇALIS, I., AQUINO, R., PIACENTE, S., PIZZA, C. Cycloartane triterpene glycosides from the roots of *Astragalus brachypterus* and *Astragalus microcephalus*. **Journal of Natural Products**, v.61, p.1469-1472, 1998.
- BEZERRA, W.M. Pó da fruta da lobeira cura diabetes. **Revista Manchete Rural**, ed. 66, 1993. p.38
- BHARDWAJ, P.K., DASGUPTA, D.J., KAUSHAL, S.S. Control of hyperglycaemia and hyperlipidaemia by plant product. **Journal of the Association Physicians India**, v. 42, n. 1, p. 32-35, 1994.
- BHATTY, R. S., ROSSNAGEL, B. G. Zero amylose lines of hull-less barley. **Cereal Chemistry**, v. 74, n. 2, p. 190-191, 1997.
- BRANDÃO, M. Novos enfoques para plantas consideradas daninhas. **Informe Agropecuário**, v.11, n. 129, p. 3-12, 1985.
- CAMPOS, J.M. **O eterno plantio - Um reencontro com a natureza**, Pensamento, São Paulo, 1994. 250 p.

- CARPER, J. **Diabetes: Food Antidotes and Remedies**. Food your Miracle Medicine (how food can prevent and cure over 100 symptoms and problems), Harper Collins Publishers, 1993. p. 415-506.
- CASEY, M., LEONARD, J., LYGO B. **Advanced practical organic chemistry**. 1. ed., New York: Chapman & Hall, 1990. 264 p.
- CHATTOPADHYAY, R.R. Hypoglycemic effect of *Ocimum sanctum* leaf extract in normal and streptozotocin diabetic rats. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 31, p. 891-893, 1993.
- CHATTOPADHYAY, R.R., MEDDA, C., DAS, S., BASU, T.K. Hypoglycemic an antihyperglycemic effect of *Gymnema sylvestre* leaf extract in rats. **Fitoterapia**, v. 64, n. 5, p. 450-454, 1993.
- CIACCO, C.F., CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 151p. (Série Tecnologia Agroindustrial 07) (s.d.).
- COX, P.A., BALICK, M.J. The ethnobotanical approach to drug discovery. **Scientific American**, p. 82-87, 1994.
- DAFNI, A., YANIV, Z. Solanaceae as medical plants in Israel. **Journal of Ethnopharmacology**, v.44, p. 11-18. 1994.
- DOUBLIER, J. L., CUVELIER, G. Gums and hydrocolloids: functional aspects. In: ELIASSON, A.C. (ed.) **Carbohydrates in foods**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 283-318.
- EL-FIKY, F.K., ABOU-KARAM, M.A., AFIFY, E.A. Effect of *Luffa aegyptiaca* (seeds) and *Carissa edulis* (leaves) extracts on blood glucose level of normal and streptozotocin diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.50, p.43-47, 1996.
- ENIGBOKAN, M.A., FELDER, T.B., THOMPSON, J.O. Hypoglycaemic effects of *Opuntia ficus-indica* Mill., *Opuntia lindheimeri* Engelm and *Opuntia robusta* Wendl. in streptozotocin-induced diabetic rats. **Phytotherapy Research**, v.10, p. 379-382, 1996.
- FLEGG, H.M. An investigation of the determination of serum cholesterol by enzymatic method. **Ann. Clin. Biochemistry**, v. 10, p. 79-84, 1973.
- FOSSATI, P., PRENCIPE, L. **Clinical Chemistry**, v. 28, p. 2077, 1982.

- FREIRE, M.J.V., LAMELA, M., CALLEJA, J.M. A preliminary study of hypoglycaemic activity of several polysaccharide extracts from brown algae: *Fucus vesiculosus*, *Saccorhiza polyschides* and *Laminaria ochroleuca*. **Phytotherapy Research**, v. 10, p. 184-185, 1996.
- GLOMBITZA, K.W., MAHRAN, G.H., MIRHOM, Y.W., MICHEL, K.G., MOTAWI, T.K. Hipoglycemic and antihyperglycemic effects of *Zizyphus spina-christ* in rats. **Planta Médica**, v. 60, n. 3, p. 197-296, 1994.
- GOMES, A., VEDASIROMONI, J.R., DAS, M., SHARMA, R.M., GANGULY, D.K. Anti-hyperglycemic effect of black tea (*Camellia sinensis*) in rat. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 45, p. 223-226, 1995.
- GONZÁLEZ, A.T., ORTIZ, G.G., PÉREZ, A.M.P., CONTRERAS, M.D.H., MAZARIEGOS, M.R.M., ARREGUÍN, S.M., CALVA, E. A purified extract from prickly pear cactus (*Opuntia fuliginosa*) controls experimentally induced diabetes in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 55, p. 27-33, 1996.
- GONZALEZ, M., ZARZUELO, A., GAMEZ, M.J., UTRILLA, M.P., JIMENEZ, J., OSUNA, I. Hypoglycemic activity of olive leaf. **Planta Medica**, v. 58, n.6, p. 485-574, 1991.
- GOURGUE, C.M.P., CHAMP, M.J., LOZANO, Y., LAVAL, J.D. Dietary fiber from mango byproducts: characterization and hypoglycemic effects determined by in vitro methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n 10, p. 1864-1868, 1992.
- GRANT, L.A. Effects of starch isolation, drying and grinding techniques on its gelatinization and retrogradation properties. **Cereal Chemistry**, v.75, n.5, p.590-594, 1998.
- GRASSELLI, C.S.M., PARREIRAS, J.F.M., MONTEIRO, J.B.R., COSTA, N.M.B. Uso do amido dos frutos da lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hill) por indivíduos diabéticos: relatos de casos. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 16, p. 34-37, 2001.
- GRAY, A.M., ABDEL-WAHAB, Y.H.A., FLATT, P.R. The traditional plant treatment, *Sambucus nigra* (elder), exhibits insulin-like and insulin-releasing actions in vitro. **The Journal of Nutrition**, v. 130, p. 15-20, 2000.
- HE, X.G., MOCEK, U., FLOSS, H.G., CÁCERES, A., GÍRON, L., BUCLEY, H., COONEY, G., MANNS, J., WILSON, B.W. An antifungal compound from *Solanum nigrescens*. **Journal of Ethnopharmacology**, v.43, p.173-177, 1994.

<http://nutricaoclinica.nestle.com.br/publicacoes/fibrasnutricaoenteral/index.htm> :
Tópicos em Nutrição Clínica/Questões Contemporâneas Fibras em Nutrição
Enteral.

IKAN, R. **Natural products: laboratory guide**, 2 ed., San Diego: Academic,
1991. 360p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**.
2 ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 312p.

JIMÉNEZ, I., JIMÉNEZ, J., GÁMEZ, M.J., GONZÁLEZ, M., MEDINA, F.S.,
ZARZUELO, A., OSUNA, I. Effects of *Salvia lavandulifolia* Vahl. ssp.
Oxydon extract on pancreatic endocrine tissue in streptozotocin-diabetic rats.
Phytotherapy Research, v. 9, p. 563-567, 1995.

KASEMSUWAN, T., JANE, J., SCHNABLE, P., STINARD, P., ROBERTSON,
D. Characterization of the dominant mutant amylose-extender (Ael-5180)
maize starch. **Cereal Chemistry**, v. 72, n. 5, p. 457-464, 1995.

KATO, A., ASANO, N., KIZU, H., MATSUI, K., WATSON, A.A., NASH, R.J.
Fagomine isomers and glycosides from *Xanthocercis zambesiaca*. **Journal of
Natural Products**, v. 60, p. 312-314, 1997.

KATO, A., MIURA, T. Hypoglycemic action of the rhizomes of *Polygonatum
officinale* in normal and diabetic mice. **Planta Medica**, v. 60, p. 197-296,
1994.

KATO, A., MIURA, T., YANO, H., MASUDA, K., ISHIDA, H., SEINO, Y.
Suppressive effects of polygonati rhizoma on hepatic glucose output, GLUT2
m RNA expression and its protein content in rat liver. **Endocrine Journal**,
v. 41, n. 2, p. 139-144, 1994.

KERBER, V.A., MIGUEL, O.G., MOREIRA, E.A. Avaliação qualitativa e
quantitativa de alcalóides esteroidais em três espécies de *Solanum* -
Solanacea. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 73, n. 3, p. 67-69. 1992.

KIM, Y.M., KIM, S.G., KHIL, L.Y., MOON, C.K. Brasilin stimulates the
glucose transport in 3T3-L1 cells. **Planta Medica**, v. 61, p. 297-301, 1995.

KOO, M.W.L. Aloe Vera: antiulcer and antidiabetic effects. **Phytotherapy
Research**, v.8, p. 461-464, 1994.

KUMARI, K., AUGUSTI, K.T. Antidiabetic effects of S-Methylcysteine
Sulphoxide on Alloxan diabetes. **Planta Medica**, v. 61, p. 72-74, 1995.

- LEACH, H.W. Determination of intrinsic viscosity of starches. **Cereal Chemistry**, v. 40, n. 6, p. 593-600, 1963.
- LEACH, H.W., McCOWEN, L.D., SCHOCH, T.J. Structure of starch granule. I. Swelling solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v.36, p.534-544, 1959.
- MALERBI, D.A. Evolução crônica do diabetes mal controlado. In: **Atualização em diabetes tipo 2 para o clínico não especialista**. São Paulo: Hoechst, fascículo 2, 1998. 9 p.
- MARCIANO, C.S. **Efeito do amido dos frutos da lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hill) no controle do diabetes melito**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MARIAM, A., ASMAWI, M. Z., SADIKUN, A. Hypoglycaemic activity of the aqueous extract of *Orthosiphon staneus*. **Fitoterapia**, v. 66, n. 6, p. 541-544, 1995.
- MAZURS, E. G., SCHOCH, T. J., KITE, F. E. Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. **Cereal Chemistry**, v. 34, n.3, p. 141-152, 1957.
- MEDEIROS, M.A.S., MEDEIROS, F.C., PEIXOTO, M.M.L.V., SILVA, J.C.R., RAO, V.S.N., MATOS, M.E.O., CRAVEIRO, A.A. **Fitoterapia**, v.63, n.4, p.363-364, 1992.
- MEDINA, F.S., GAMEZ, M.J., JIMENEZ, I., JIMENEZ, J., OSUNA, J.I., ZARZUELO, A. Hypoglycemic activity of juniper “berries”. **Planta Medica**, v. 60, p. 197-200, 1994.
- MILLER, O. **Laboratório para o clínico**. 6^a ed. São Paulo: Livraria Atheneu, 1986. 549p.
- MUKHERJEE, P.K., PAL, S.K., SAHA, K., SAHA, B.P. Hypoglycaemic activity of *Nelumbo nucifera* Gaertn. (Fam. Nymphaeaceae) rhizome (methanolic extract) in streptozotocin-induced diabetic rats. **Phytotherapy Research**, v. 9, p. 522-524, 1995.
- NAKASHIMA, N., KIMURA, I., KIMURA, M. Isolation of pseudoprototimosaponin AIII from rhizomes of *Anemarrhena asphodeloides* and its hypoglycemic activity in streptozotocin-induced diabetic mice. **Journal of Natural Products**, v. 56, n. 3, p. 345-350, 1993.

- NOËL, P.H., PUGH, J.A., LARME, A.C., MARSH, G. The use of traditional plant medicines for non-insulin dependent diabetes melito in south Texas. **Phytotherapy Research**, v. 11, p. 512-517, 1997.
- NOJIMA, H., KIMURA, I., CHEN, F., SUGIHARA, Y., HARUNO, M., Antihyperglycemic effects of n-containing sugars from *Xanthocercis zambesiaca*, *Morus bombycis*, *Aglaonema treubii* and *Castanospermum australe* in streptozotocin-diabetic micwe. **Journal of Natural Products**, v.61, p.397-400, 1998.
- OBATOMI, D.K., BIKOMO, E.O., TEMPLE, V.J. Anti-diabetic properties of the mistletoe in streptozotocin-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 43, p. 13-17, 1994.
- ONUNKWO, G.C., AKAH, P.A., UDEALA, O.K. Studies on *Bridelia ferruginea* leaves (1) stability and hypoglycaemic actions of the leaf extract tablets. **Phytotherapy Research**, v. 10, p. 418-420, 1996.
- PALLARDO, J.P.M. **Avances en diabetes**, Grupo Aula Médica, Madrid-España, 1997. 269 p.
- PÉREZ, C., DOMÍNGUEZ, E., RAMIRO, J.M., ROMERO, A., CAMPILLO, J.E., TORRES, M.D. A study on the glycaemic balance in streptozotocin-diabetic rats treated with na aqueous extract of *Ficus carica* (Fig Tree) leaves. **Phytotherapy Research**, v. 10, p. 82-83, 1996.
- PERFUMI, M., ARNOLD, N., TACCONI, R. Hypoglycemic activity of *Salvia fruticosa* Mill. from Cyprus. **Journal of Ethnopharmacology**, v.34, p.135-140, 1991.
- PERFUMI, M., MASSI, M. Effect of Capsaicin pretreatment in neonatal or adults rats on glucose load-induced hyperglycemia. **Phytotherapy Research**, v. 10, p. 22-24, 1996.
- PESCE, A.J., KAPLAN, L.A. **Methods in clinical chemistry**, St. Louis: The C. V. Mosby Co., 1987. p.179-1194.
- PEUNGVICHA, P., THIRAWARAPAN, S.S., TEMSIRIRIRKKUL, R., WATANABE, H., PRASAIN, J.K., KADOTA, S. Hypoglycemic effect of the water extrat of *Piper sarmentosum* in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 60, p. 27-32, 1998.
- PORCHEZHIAN, E., ANSARI, S.H., SHREEDHARAN, N.K.K. Antihyperglycemic activity of *Euphrasia officinale* leaves. **Fitoterapia**, v.71, p. 522-526, 2000.

- PRINCE, P.S.M., MENON, V.P., PARI, L. Effect of *Syzigium cumini* extracts on hepatic hexokinase and glucose-6-phosphatase in experimental diabetes. **Phytotherapy Research**, v. 11, p. 529-531, 1997.
- PUNDARIKAKSHUDU, K., GRAY, A.I., FURMAN, B.L. Studies on the hypoglycaemic activity of *Galega officinalis* (goat's rue). **Fitoterapia**, v.65, n.5, p. 423-426, 1994.
- QIAN, J., RAYAS-DUARTE, P., GRANT, L. Partial characterization of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch. **Cereal Chemistry**, v.75, n.3, p.365-373, 1998.
- RAGHURAN, T.C., SHARMA, R.D., SIVAKUMAR, B., SAHAY, B.K. Effect of fenugreek seeds on intravenous glucose disposition in non-insulin dependent diabetic patients. **Journal of Phytotherapy Research**, v.8, p.83-86, 1994.
- RAMOS, R.R., SAENZ, J.L.F., AGUILAR, F.J.A. Anti-hiperglycemic effect of some edible plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 48, p. 25-32, 1995.
- RAO, V.V., DWIVEDI, S.K., SWARUP, D. Hypoglycaemic effect of *Caesalpinia bonducella* in rabbits. **Fitoterapia**, v. 65, n. 3, p. 245-247, 1994.
- REEVES, P.G., NIELSEN, F.H., FAHEY JR., G.C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. **The Journal of Nutrition**, v. 123, p. 1939-1951, 1993.
- SAHA, K., MUKHERJEE, P.K., DAS, J., MANDAL, S.C., PAL, M., SAHA, B.P. Hypoglycaemic activity of *Leucas lavandulaefolia* Rees. in streptozotocin-induced diabetic rats. **Phytotherapy Research**, v.11, p.463-465, 1997.
- SANAE, F., MIYAMATO, K., SAWANISHI, H., KIZU, H., TOMIMORI, T., SUN, J., SUN, X. Hypoglycaemic effects of Shokatsu-Cha (Xiao-Ke-Ca) in Streptozotocin-induced diabetes melito. **Phytotherapy Research**, v.10, p.127-130, 1996.
- SCHOCH, T.J., LEACH, H.W. Determination of absolute density liquid displacement. In: WHISTLER, R. L., WOLFROM, M. L. (eds.) **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, v.4, p.101-103. 1964.
- SEGALL, S.D. **Utilização de farinhas mistas na formulação de bolos**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.

- SHARMA, S.R., DWIVEDI, S.K., SWARUP, D. Hypoglycaemic, antihyperglycaemic and hypolipidemic activities of *Caesalpinia bonducella* seeds in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 58, p. 39-44, 1997.
- SHEELA, C.G., KUMUD, K., AUGUSTI, K.T. Anti-diabetic effects of onion and garlic sulfoxide amino acids in rats. **Planta Medica**, v. 61, p. 356-357, 1995.
- SILVA, C.M.R. **Isolamento e Caracterização do Amido da Semente de Abacate (*Persea americana* Mill)**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- SILVA, H.C, BRAGA, G.L, BIANCHI, M.L.P, LOPES, D.C.O. Oligossacarídeos da família da rafinose e flatulência. **Cadernos de Nutrição**, v. 4, p. 48-60. 1992.
- SILVA, J.G, PEREIRA, N.A. Atividade hipoglicemiante de um extrato de epicarpo de romã *Punica granatum* L. **Anais do VII Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil**, v.8 (14/15), p. 15-559, 1982.
- SILVERSTEIN, R.M., BASSLER, G.C., MORRIL, T.C. **Spectrometric identification of organic compounds**, 5 ed. New York: John Wiley and Sons, 1991. 419 p.
- SITTIE, A.A., NYARKO, A.K. *Indigofera arrecta*: safety evaluation of an antidiabetic plant extract in non-diabetic human volunteers. **Phytotherapy Research**, v. 12, p. 52-54, 1998.
- SKIM, F., KAAAYA, A., JAOUHARI, J.T., LAZREK, H.B., JANA, M., EL AMRI, H. Hypoglycaemic activity of *Globularia alypum* leaves in rats. **Fitoterapia**, v. 70, p. 382-389. 1999.
- SOARES - FILHO, N. Fruto da lobeira contra o diabetes. **Jornal Origanum**, ano II, n.17, 1995.
- SRINIVAS, P., PATIL, P.A. Hypoglycemic activity of *Brassica oleracea* var. *gongylodes* in normal and diabetic rats. **Fitoterapia**, v. 64, n. 4, p. 301-303, 1993.
- SUBRAMONIAM, A., PUSHANGADAN, P., RAJASEKHARAN, S., EVANS, D.A., LATHA, P.G., VALSARAJ, R. Effects of *Artemisia pallens* Wall. on blood glucose levels in normal and alloxan-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 50, p. 13-17, 1996.

- TAHA, S.A., RAZA, T. Protection by epicoprostanol against hyperglycemia and insulinitis in normal and diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 50, p. 85-90, 1996.
- TEIXEIRA, C.C., FUCHS, F.D., BLOTTA, R.M., COSTA, A.P., MÜSSNICH, D.G., RANQUETAT, G.G. Plants employed in the treatment of diabetes melito results of an ethnopharmacological survey in Porto Alegre, Brazil. **Fitoterapia**, v. 63, n 4, p. 320-322, 1992.
- TEIXEIRA, C.C., PINTO, L.P., KESSLER, F.H.P., KNIJNIK, L., PINTO, C.P., GASTALDO, G.J., FUCHS, F.D. The effect of *Syzygium cumini* (L.) skeels on post-prandial blood glucose levels in non-diabetic rats and rats with streptozotocin-induced diabetes melito. **Journal of Ethnopharmacology**, v.56, p. 209-213, 1997.
- TELES, F.F.F. Nutrients Analysis of Prickly Pear. Tucson, University of Arizona, 1977. 157 p. (Tese Ph.D.).
- TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. **Ann. Clin. Biochemistry**, v. 6, p. 24, 1969.
- TROVATO, A., KIRJAVAINEN, S., GALATI, E.M., FORESTIERI, A.M., IAUK, L. Effects of *Sclerocarya birroea* Hochst. extract on some metabolic activities in the rat. **Phytotherapy Research**, v. 9, p. 591-593, 1995.
- WILLIAMS, P.C., KUZINA, F.D., LYNKA, H. A rapid colorimetric procedure for estimative the amylose content of starches and flours. **Cereal Chemistry**, v. 55, n. 5, p. 661-670, 1970.
- YOKOZAWA, T., HE, L., MUTO, Y., NAGASAKI, R., HATTORI, M., OURA, H. Effects of rhubarb extract in rats with diabetic nephropathy. **Phytotherapy Research**, v. 11, p. 73-75, 1997.
- ZHAO, J., WHISTLER, R.L. Isolation and characterization of starch from amaranth flour. **Cereal Chemistry**, v. 71, n. 4, p. 392-393, 1994.
- ZHOU, M., ROBARDS, K., GLENNIE-HOLMES, M., HELLIWELL, S. Structure and pasting properties of oat starch. **Cereal Chemistry**, v. 75, n. 3, p. 273-281, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Caracterização físico-química do amido dos frutos da lobeira

Quadro 1A - Ciclo de congelamento e descongelamento do amido claro

Dias	Peso (tubo + amostra) antes de centrifugar (g)	Peso (tubo + amostra) após centrifugar (g)	Perda de água (g)
<i>01</i>	15,8	11,4	4,4
<i>02</i>	15,4	11,0	4,4
<i>03</i>	15,4	11,1	4,3
<i>04</i>	15,5	10,9	4,6
<i>05</i>	15,6	10,7	4,9
<i>06</i>	15,7	11,4	4,3
<i>07</i>	16,0	11,1	4,9
<i>08</i>	15,5	11,0	4,5
<i>09</i>	15,8	11,2	4,6
<i>10</i>	15,8	11,5	4,3

Quadro 2A - Ciclo de congelamento e descongelamento do amido escuro

Dias	Peso (tubo + amostra) antes de centrifugar (g)	Peso (tubo + amostra) após centrifugar (g)	Perda de água (g)
<i>01</i>	15,5	10,7	4,8
<i>02</i>	15,8	11,1	4,7
<i>03</i>	15,9	10,6	5,3
<i>04</i>	15,7	10,9	4,8
<i>05</i>	15,2	10,9	4,3
<i>06</i>	15,3	10,8	4,5
<i>07</i>	15,4	10,8	4,6
<i>08</i>	15,6	11,2	4,4
<i>09</i>	15,7	11,9	3,8
<i>10</i>	15,4	11,5	3,9

APÊNDICE B

Dosagem de glicose sangüínea da cauda dos ratos submetidos à tratamento durante o período e 21 dias

Quadro 1B - Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 1

Animais do Grupo 1	1ª Dosagem (25/08/00)	2ª Dosagem (01/09/00)	3ª Dosagem (15/09/00)
R01	130,8	115,30	148,70
R02	111,00	170,00	141,60
R03	108,80	142,50	143,60
R04	91,10	101,00	167,60
R05	84,80	123,40	133,30
R06	81,90	132,40	148,30
R07	79,20	104,50	146,70
R08	77,60	116,90	138,40
R09	74,50	166,90	141,80
R10	38,60	87,00	144,00
Média	87,83	125,99	145,40

Quadro 2B - Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 2

Animais do Grupo 2	1ª Dosagem (25/08/00)	2ª Dosagem (01/09/00)	3ª Dosagem (15/09/00)
R01	194,70	583,30	295,70
R02	96,20	119,30	148,7
R03	96,00	78,10	99,20
R04	87,70	131,70	175,00
R05	87,50	122,70	111,50
R06	79,00	104,3	110,60
R07	78,10	133,00	123,60
R08	72,70	104,80	92,70
R09	71,10	103,60	164,00
R10	66,20		127,90
R11	66,00	118,90	134,40
R12	60,80	132,60	135,00
R13	59,40	100,50	114,20
R14	51,40	146,60	117,30
R15	50,90	95,60	122,70
R16	38,80	61,00	148,70
R17	10,30	67,10	90,20
Média	74,52	131,36	135,96

Quadro 3B - Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 3

Animais do Grupo 3	1ª Dosagem (25/08/00)	2ª Dosagem (01/09/00)	3ª Dosagem (15/09/00)
R01	134,20		521,60
R02	97,80	118,70	127,40
R03	95,60	103,00	93,80
R04	88,20	125,90	140,70
R05	87,30	94,90	97,60
R06	79,90	96,70	120,5
R07	77,20	89,30	117,30
R08	73,40	100,50	95,10
R09	69,80	112,80	145,80
R10	66,40	92,00	149,20
R11	65,50	94,70	111,00
R12	61,70	46,20	137,50
R13	58,10	79,40	121,60
R14	53,2	128,10	124,50
R15	46,90	113,50	121,60
R16	40,6	64,8	249,90
Média	74,74	97,37	154,69

Quadro 4B - Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 4

Animais do Grupo 4	1ª Dosagem (25/08/00)	2ª Dosagem (01/09/00)	3ª Dosagem (15/09/00)
R01	119,10	153,40	111,00
R02	115,50	76,50	101,80
R03	99,20	101,20	118,70
R04	95,10	94,90	107,50
R05	83,00	96,20	113,10
R06	82,80	97,10	88,60
R07	78,70	108,80	116,90
R08	78,30	127,20	116,70
R09	73,60	124,70	129,00
R10	45,90	73,40	79,60
Média	87,12	105,34	108,29

Quadro 5B - Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 5

Animais do Grupo 5	1ª Dosagem (25/08/00)	2ª Dosagem (01/09/00)	3ª Dosagem (15/09/00)
R01	120,20	129.40	110.40
R02	101,60	89.50	103.90
R03	95.60	122.50	144.00
R04	91.10	136.40	118.90
R05	84.30	122.30	90.90
R06	80.80	143.80	115.10
R07	77.20	92.20	109.70
R08	75.20	131.90	122.70
R09	66.90	103.20	95.10
R10	66.40	121.40	109.30
R11	64.80	82.80	92.90
R12	61.70	131.70	124.70
R13	55.90	121.60	87.00
R14	53.20	86.60	105.90
R15	45.80	96.70	108.10
R16	44.20	106.80	111.30
Média	74.06	113.66	109.37

Quadro 6B - Glicemia utilizando sangue da cauda dos animais do grupo 6

Animais do Grupo 1	1ª Dosagem (25/08/00)	2ª Dosagem (01/09/00)	3ª Dosagem (15/09/00)
R01	109.00	144.20	103.60
R02	103.60	147.80	97.10
R03	93.10	140.20	125.90
R04	92.70	143.80	101.40
R05	84.10	120.7	106.10
R06	81.00	127.60	102.70
R07	76.90	118.70	111.70
R08	75.80	131.20	131.50
R09	66.90	140.20	142.20
R10	66.90	110.10	109.30
R11	64.40	170.30	142.20
R12	63.50	170.70	118.40
R13	55.60	156.60	105.40
R14	54.50	133.50	116.70
R15	45.30	162.90	592.20
R16	44.60		127.20
Média	73.62	132.41	145.85

APÊNDICE C

Resultados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL.

Quadro 1C - Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL do grupo 1

Animais	Glicemia	Hb glicosilada	Colesterol	Triglicerídios	HDL	LDL	VLDL
R01	254.0	3.52	93.2	116.1	39.7	53.2	23.2
R02	255.5	2.73	102.6	187.2	36.5	28.7	37.4
R03	249.5	3.03	111.7	136.8	39.2	45.2	27.3
R04	451.5	3.21	115.4	145.2	39.7	46.7	21.6
R05	336.3	3.40	106.8	108.3	45.7	39.5	21.6
R06	445.1	2.93	97.3	83.1	35.9	44.8	16.6
R07	255.1	3.59	118.1	56.8	37.5	63.3	11.3
R08	298.7	3.33	118.8	130.6	45.1	47.6	26.1
R09	272.4	3.58	87.1	89.2	38.1	31.2	17.8
R10	461.6	3.60	109.0	65.7	42.4	53.5	13.1
Média	357.8	3.60	101.1	90.9	41.1	53.4	18.2

Quadro 2C - Dados das análises sanguíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL do grupo 2

Animais	Glicemia	Hb glicosilada	Colesterol	Triglicerídios	HDL	LDL	VLDL
R01	440.4	5.77	123.7	169.3	53.8	36.1	33.8
R02	269.1	4.11	125.2	131.2	44.0	55.0	26.2
R03	290.9	3.04	106.0	159.2	38.6	35.6	31.8
R04	360.3	3.14	109.8	134.0	37.5	45.5	26.8
R05	441.3	3.05	88.3	93.7	24.0	45.6	18.7
R06	341.4	3.07	101.5	147.4	37.0	35.1	29.4
R07	261.6	3.39	151.3	102.7	58.1	72.7	20.5
R08	301.1	2.38	83.0	45.7	26.7	47.2	9.1
R09	338.6	3.46	97.3	119.5	33.8	39.6	23.9
R10	252.1	2.76	118.8	98.8	38.6	60.5	19.7
R11	309.8	2.92	112.0	62.4	46.2	53.4	12.4
R12	349.0	2.60	103.4	53.4	37.5	55.3	10.6
R13	244.0	2.83	90.5	95.4	29.4	42.1	19.0
R14	310.6	3.76	139.6	79.2	65.1	58.7	15.8
R15	317.0	3.17	100.7	101.6	35.9	44.5	20.3
R16	246.6	2.99	88.6	22.1	33.2	50.9	4.5
R17	294.7	2.94	105.2	78.1	44.6	45.0	15.6
Média	315.79	3.26	108.52	99.63	40.2	48.4	19.89

Quadro 3C - Dados das análises sangüíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL do grupo 3

Animais	Glicemia	Hb glicosilada	Colesterol	Triglicerídios	HDL	LDL	VLDL
R01	486.2	4.30	128.3	200.6	58.1	30.1	40.1
R02	227.5	2.75	88.3	113.9	34.8	30.8	22.7
R03	304.9	2.81	162.6	172.0	59.2	69.0	34.4
R04	272.7	3.25	106.4	112.2	43.0	41.0	22.4
R05	298.1	3.28	116.9	241.4	41.3	27.4	48.2
R06	326.1	3.90	111.7	123.9	41.3	45.7	24.7
R07	276.1	3.94	109.4	76.9	44.0	50.1	15.3
R08	292.0	3.10	102.6	91.5	41.3	43.0	18.3
R09	332.3	2.53	81.1	124.5	30.0	26.2	24.9
R10	462.3	2.89	96.2	96.0	37.0	40.0	19.2
R11	268.2	2.98	90.2	40.0	34.8	47.4	8.0
R12	292.2	3.20	103.4	55.1	46.7	45.7	11.0
R13	343.7	3.13	120.0	66.9	40.8	65.9	13.3
R14	288.1	3.05	121.8	60.7	50.5	59.2	12.1
R15	325.5	3.08	112.4	66.9	46.7	52.4	13.3
R16	328.9	4.35	102.6	65.2	44.6	45.0	13.0
Média	320.3	3.28	109.62	106.73	43.4	44.9	21.31

Quadro 4C - Dados das análises sanguíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL do grupo 4

Animais	Glicemia	Hb glicosilada	Colesterol	Triglicerídios	HDL	LDL	VLDL
R01	335.9	3.61	112.4	188.8	43.0	31.7	37.7
R02	306.8	3.60	104.5	147.4	44.6	30.5	29.4
R03	290.7	3.77	138.8	125.0	50.0	63.8	25.0
R04	238.3	3.85	119.6	248.7	47.8	22.1	49.7
R05	363.2	3.56	102.6	173.7	40.8	27.1	34.7
R06	296.6	3.16	110.5	126.2	40.8	44.5	25.2
R07	362.8	3.75	108.3	74.1	40.3	53.2	14.8
R08	468.4	2.88	127.9	133.4	47.8	53.5	26.6
R09	375.7	3.22	123.4	146.3	45.7	48.5	29.2
R10	morreu	--	--	--	--	--	--
Média	337.6	3.5	116.4	151.5	44.5	41.7	30.3

Quadro 5C - Dados das análises sanguíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL do grupo 5

Animais	Glicemia	Hb glicosilada	Colesterol	Triglicerídios	HDL	LDL	VLDL
R01	226.6	3.36	119.6	179.9	44.6	39.1	35.9
R02	349.9	2.57	106.0	98.2	41.9	44.5	19.6
R03	370.9	3.33	121.1	141.3	40.3	52.6	28.2
R04	283.9	3.76	141.8	169.8	51.1	56.8	33.9
R05	227.5	3.62	125.2	118.3	49.4	45.3	23.6
R06	339.5	3.65	123.0	214.6	44.6	35.5	42.9
R07	329.3	3.25	86.0	112.7	35.4	28.1	22.5
R08	304.3	4.02	106.4	50.6	50.0	46.3	10.1
R09	332.0	3.71	120.3	103.2	42.4	57.3	20.6
R10	440.0	3.55	127.5	225.8	44.6	37.8	45.1
R11	286.4	3.24	78.8	61.3	32.7	33.9	12.2
R12	328.9	2.74	99.6	87.0	28.0	54.2	17.4
R13	204.6	2.82	81.9	36.1	33.2	41.5	7.2
R14	210.3	2.93	82.6	41.1	42.4	32.0	8.2
R15	299.8	3.13	105.2	78.6	36.5	53.0	15.7
R16	214.0	2.86	101.0	58.4	43.5	45.9	11.6
Média	276.0	3.05	100.4	104.6	38.6	40.4	20.9

Quadro 6C - Dados das análises sanguíneas feitas utilizando sangue coletado por punção cardíaca dados em mg/dL do grupo 6

Animais	Glicemia	Hb glicosilada	Colesterol	Triglicerídios	HDL	LDL	VLDL
R01	266.3	3.13	96.2	172.6	45.7	16.0	34.5
R02	264.4	3.27	103.4	109.9	48.9	32.6	21.9
R03	376.2	3.33	112.0	197.2	45.1	25.7	39.4
R04	359.6	3.68	97.7	87.6	47.3	32.9	17.5
R05	338.0	3.41	101.5	125.6	43.0	33.4	25.1
R06	229.2	2.90	100.3	69.7	43.5	42.9	13.9
R07	306.8	3.45	84.5	68.0	37.0	33.9	13.6
R08	358.1	2.78	117.7	79.2	45.1	56.8	15.8
R09	380.2	3.40	130.5	116.7	46.7	60.5	23.3
R10	311.3	3.05	92.8	103.2	39.2	33.0	20.6
R11	370.4	3.81	107.5	66.9	47.3	46.9	13.3
R12	307.4	3.28	155.8	125.0	58.6	72.2	25.0
R13	260.6	3.51	97.3	68.0	35.9	47.8	13.6
R14	349.0	3.94	98.1	72.5	42.4	41.2	14.5
R15	562.6	6.41	119.6	131.2	53.2	40.2	26.2
R16	324.4	4.03	136.2	111.6	54.3	59.6	22.3
Média	335.3	3.6	109.43	106.56	45.8	42.2	21.3

APÊNDICE D

Ganho de peso em gramas dos animais durante o período experimental

Quadro 1D - Peso em gramas dos animais do grupo 1

Animais	Peso no 1º dia (g)	Peso no 7º dia (g)	Peso no 14º dia (g)	Peso no 21º dia (g)
R01	218.0	241.0	317.0	336.0
R02	208.0	244.0	316.0	335.0
R03	190.0	227.0	297.0	313.0
R04	194.0	226.0	297.0	309.0
R05	231.0	258.0	335.0	359.0
R06	196.0	240.0	317.0	335.0
R07	178.0	205.0	268.0	282.0
R08	171.0	210.0	286.0	315.0
R09	209.0	232.0	299.0	318.0
R10	143.0	192.0	256.0	275.0
Média	193.8	227.5	298.8	317.7

Ganho de peso médio do grupo 1 = 123,9

Quadro 2D - Peso em gramas dos animais do grupo 2

Animais	Peso no 1º dia (g)	Peso no 7º dia (g)	Peso no 14º dia (g)	Peso no 21º dia (g)
R01	128.0	139.0	165.0	173.0
R02	182.0	212.0	274.0	295.0
R03	202.0	232.0	289.0	300.0
R04	177.0	212.0	281.0	300.0
R05	128.0	177.0	253.0	272.0
R06	213.0	243.0	313.0	330.0
R07	182.0	224.0	294.0	324.0
R08	179.0	212.0	276.0	294.0
R09	214.0	242.0	304.0	317.0
R10	184.0	214.0	273.0	293.0
R11	207.0	248.0	321.0	338.0
R12	196.0	232.0	264.0	277.0
R13	214.0	242.0	306.0	321.0
R14	154.0	158.0	187.0	207.0
R15	233.0	256.0	307.0	330.0
R16	218.0	250.0	318.0	320.0
R17	207.0	227.0	265.0	295.0
Média	189.29	218.82	275.88	293.29

Ganho de peso médio do G2 = 104,0

Quadro 3D - Peso em gramas dos animais do grupo 3

Animais	Peso no 1º dia (g)	Peso no 7º dia (g)	Peso no 14º dia (g)	Peso no 21º dia (g)
R01	121.0	132.0	141.0	146.0
R02	189.0	209.0	271.0	287.0
R03	237.0	261.0	325.0	341.0
R04	219.0	247.0	310.0	326.0
R05	198.0	227.0	287.0	300.0
R06	214.0	248.0	318.0	339.0
R07	160.0	181.0	207.0	229.0
R08	206.0	233.0	295.0	290.0
R09	217.0	246.0	303.0	316.0
R10	175.0	204.0	271.0	277.0
R11	202.0	232.0	284.0	296.0
R12	134.0	152.0	180.0	189.0
R13	176.0	206.0	264.0	279.0
R14	232.0	152.0	292.0	299.0
R15	153.0	196.0	260.0	275.0
R16	139.0	152.0	185.0	190.0
Média	185.75	204.88	262.06	273.69

Média de ganho de peso do G3 = 87,94

Quadro 4D - Peso em gramas dos animais do grupo 4

Animais	Peso no 1º dia (g)	Peso no 7º dia (g)	Peso no 14º dia (g)	Peso no 21º dia (g)
R01	199.0	230.0	302.0	313.0
R02	198.0	173.0	248.0	269.0
R03	186.0	214.0	284.0	302.0
R04	188.0	197.0	269.0	286.0
R05	134.0	179.0	266.0	285.0
R06	193.0	216.0	277.0	289.0
R07	211.0	241.0	310.0	325.0
R08	199.0	220.0	298.0	319.0
R09	144.0	187.0	260.0	277.0
R10	128.0	122.0	226.0	234.0
Média	178.0	197.9	274.0	289.9

Média de ganho de peso do G4 = 111,9

Quadro 5D - Peso em gramas dos animais do grupo 5

Animais	Peso no 1º dia (g)	Peso no 7º dia (g)	Peso no 14º dia (g)	Peso no 21º dia (g)
R01	198.0	221.0	255.0	274.0
R02	194.0	157.0	242.0	266.0
R03	204.0	234.0	295.0	312.0
R04	209.0	220.0	293.0	311.0
R05	163.0	190.0	243.0	267.0
R06	223.0	255.0	325.0	347.0
R07	215.0	235.0	299.0	319.0
R08	179.0	176.0	211.0	246.0
R09	177.0	206.0	242.0	261.0
R10	216.0	241.0	302.0	321.0
R11	165.0	191.0	237.0	242.0
R12	209.0	233.0	291.0	302.0
R13	185.0	205.0	258.0	264.0
R14	199.0	219.0	259.0	256.0
R15	211.0	238.0	296.0	310.0
R16	175.0	208.0	266.0	288.0
Média	195.13	214.31	269.63	288.50

Média de ganho de peso do G5 = 93,37

Quadro 6D - Peso em gramas dos animais do grupo 6

Animais	Peso no 1º dia (g)	Peso no 7º dia (g)	Peso no 14º dia (g)	Peso no 21º dia (g)
R01	173.0	202.0	232.0	270.0
R02	204.0	238.0	307.0	329.0
R03	182.0	203.0	272.0	290.0
R04	212.0	244.0	312.0	332.0
R05	169.0	200.0	210.0	291.0
R06	127.0	156.0	222.0	257.0
R07	199.0	229.0	294.0	310.0
R08	217.0	241.0	298.0	315.0
R09	201.0	215.0	282.0	299.0
R10	145.0	182.0	257.0	281.0
R11	157.0	197.0	276.0	296.0
R12	191.0	229.0	290.0	317.0
R13	208.0	228.0	284.0	303.0
R14	215.0	241.0	297.0	313.0
R15	152.0	144.0	282.0	191.0
R16	194.0	209.0	242.0	256.0
Média	184.13	209.88	272.31	290.63

Média de ganho de peso do G6 = 106,50

Grupos Experimentais	Média de Ganho de Peso
Grupo 1	123.90
Grupo 2	104.0
Grupo 3	87.94
Grupo 4	111.90
Grupo 5	93.37
Grupo 6	106.50