

Yacon – pré-biótico, medicinal e saboroso

Antonio Amaury Júnior¹

O yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl.), conhecido também como arboloco, aricama, batata-diet, jicama, llakuma e polínia, é uma espécie pertencente à família das Astéreas. Apresenta mais duas nomenclaturas científicas – *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. – muito utilizada na Europa – e *Polymnia edulis* Wedd. É originário dos Andes, onde foi domesticado pelas culturas pré-incas (cultura Nazca, 500 a 1200d.C.) e utilizado por centenas de anos como alimento e em festividades religiosas especiais conforme demonstram pinturas fitográficas. As túberas, que lembram a forma da batata-doce, são consumidas cruas e apresentam sabor doce e refrescante, a ponto de

as culturas nativas dos Andes a denominarem de fruta. Esta característica peculiar do yacon é devido ao fato de as túberas armazenarem oligofrutanos em vez de amido. Estes, por não serem digeridos diretamente pelo organismo humano, são pouco calóricos, indicados para dietas de obesos e diabéticos. O yacon é considerado um alimento nutracêutico, ou seja, independentemente de sua composição nutritiva, exerce ações favoráveis à saúde do consumidor, como evitar câibras e fadigas devido ao seu alto teor de potássio. Os camponeses andinos o consomem à noite para retardar o envelhecimento da pele. Os criadores utilizam toda a planta como forragem animal, considerando ainda que melhora a qualidade do pêlo dos animais.

Características botânicas da planta

A planta é semi-arbustiva, anual, perene através das partes subterrâneas, ereta, robusta e tem 1,8 a 2,4m de altura. Cada planta produz cinco a dez caules e cada caule vegetativo produz cerca de 13 a 16 pares de folhas. A parte subterrânea é composta mais superficialmente por rizomas rígidos, de polpa creme, pouco doce, um pouco fibrosa, de película luzidia e violácea (Figura 1). Estes rizomas reúnem inúmeras gemas vegetativas que dão origem a novas plantas. Abaixo deles encontra-se uma penca de cinco a 20 túberas de formato fusiforme a globular, quase sempre irregular, pesando cerca de 150 a 1.000g e medindo cerca de 20

¹Eng. agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, C.P. 277, 88301-970 Itajaí, SC, fone: (47) 3341-5244, fax: (47) 3341-5255, e-mail: amaury@epagri.rct-sc.br.

a 25cm de comprimento e 7 a 10cm de diâmetro. A epiderme das túberas apresenta uma tonalidade de cor castanho-acinzentada. A polpa é friável, algo translúcida, sumarenta, doce e de coloração creme-amarelada que escurece rapidamente quando exposta ao ar. O florescimento ocorre de abril a maio. A formação de frutos (aquênio) é dificultada pela protoginia, ou seja, a abertura e a receptividade das flores femininas ocorrem antes da liberação do pólen pelas flores masculinas. A fecundação é cruzada e é feita por insetos polinizadores.

Fitoquímica e bromatologia

As túberas de yacon contêm 50% a 70% de oligofrutanos na matéria seca, fitoalexinas, polifenóis, ácido clorogênico, ácido caféico, triptofano, amidas, asparagina, glutamina, prolina e arginina. Os oligofrutanos não são metabolizados diretamente no trato digestivo humano devido à ausência de enzimas específicas para degradar os enlaces glicosídicos β -2 1), que mantêm unidas as moléculas de frutose.

As túberas comestíveis contêm 83% a 90% de água e 10% a 17% de matéria seca. Os carboidratos representam cerca de 90% da matéria seca, sendo que a frutose pode chegar a 47% do conteúdo total de sacarídeos solúveis. Podem conter ainda 4% a 6% de fibra bruta, 2,5% de frutose, 2,1% de α -glicose, 1,6% de β -glicose, 2,5% de sacarose, 6% a 7% de proteína, 4% a 7% de cinzas, 0,4% a 1,3% de lipídeos, 3,4% de fibras, 2,2% de potássio, 0,12% de fósforo, 96mg/100g de ferro e 390mg/100g de zinco na base seca. Quando descascadas, as túberas desidratadas contêm 13,4% de cinzas, 4,1% de fibra bruta, 1% de lipídeos, 3,1% de proteína e 0,1% de cálcio. O teor de matéria seca das túberas colhidas no mês de junho (outono), no município de Itajaí, Santa Catarina, Brasil, é de 12,9%, em média, enquanto que no Japão o teor de matéria seca obtida experimentalmente foi de 13,7%.

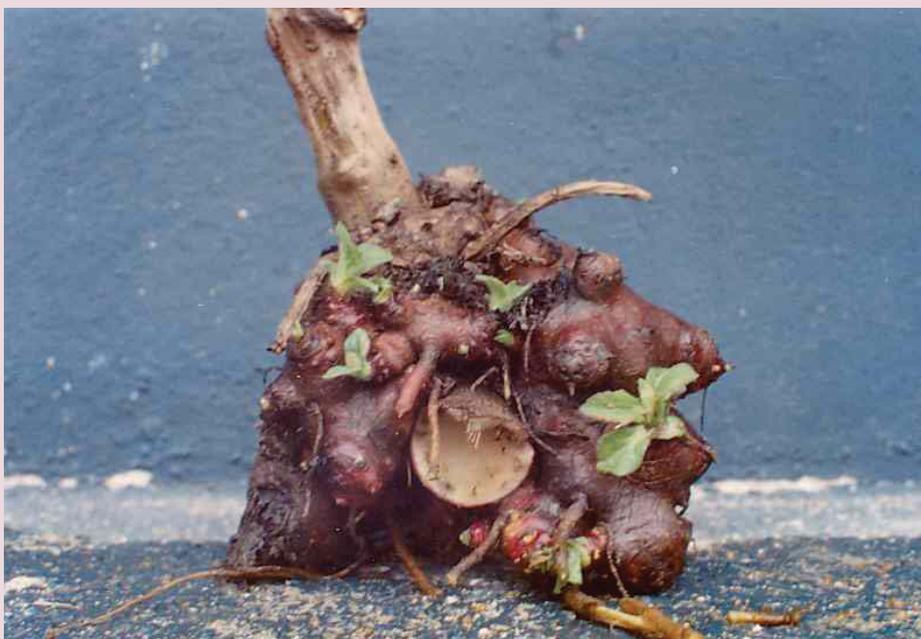


Figura 1. Rizoma de yacon

As folhas contêm sesquiterpenos (sonchifolina), lactonas e flavonóides, 11% a 17% de proteínas, 2% a 7% de lipídeos e 38% a 41% de sacarídeos na matéria seca.

Ações farmacológicas comprovadas

Ao se ingerirem as túberas do yacon, seus oligossacarídeos não sofrem hidrólise salivar ou ação das enzimas digestivas; atingem o final do intestino grosso (cólon), onde são fermentados por enterobactérias especializadas, conhecidas como pré-bióticas (*Bifidobacterium* e *Lactobacillus*). O aumento da população de bactérias pré-bióticas antagoniza o crescimento de bactérias enteropatogênicas e putrefativas (bacterióides, fusobactérias, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella typhimurium*, *Clostridium perfringens*, *Candida albicans*, *Campylobacter jejuni*), responsáveis pela produção de toxinas e compostos potencialmente cancerígenos, tais como as aminas, os compostos nitrosos e a amônia. A fermentação dos oligofrutanos pelas bactérias pré-bióticas produz ácido láctico, butirato, propionato e acetato, que reduzem o pH intestinal, inibindo a proliferação das bactérias patogênicas e putrefativas.

Os oligofrutanos do yacon estão associados a várias propriedades benéficas ao organismo:

- Incremento da absorção de cálcio e fósforo, aumentando a densidade e reduzindo a perda óssea.

- Prevenção da osteoporose e aterosclerose.

- Síntese de vitaminas do complexo B.

- Estímulo e modulação do sistema imunológico.

- Redução do nível de colesterol e triglicérides.

- Prevenção de infecções gastrintestinais.

- Reeducação das funções intestinais.

- Controle da obesidade.

- Ação hipoglicêmica e auxiliar no controle da diabetes.

- Redução do risco de desenvolvimento de alguns tipos de câncer, notadamente o de cólon.

- Controle da diarreia infecciosa.

As oligofrutoses (10%) inibem o desenvolvimento de focos crípticos aberrantes, induzidos por azoximetano (15mg/kg), em cólon de ratos. A ingestão de oligofrutose inibe a formação de lesões pré-neoplásicas no cólon intestinal. Um provável mecanismo de ação é o efeito dessas fibras solúveis em aumentar a população de bifidobactérias, as quais suprimem o desenvolvimento tumoral induzido por azoximetano. A inibição da carcinogênese parece estar associada a um decréscimo na atividade da oncoproteína ras-21 e da enzima ornitina descarboxilase, bem como decréscimo na proliferação celular ►

da mucosa colônica. Tumores ascíticos implantados em camundongos são significativamente inibidos através da administração de uma dieta contendo oligofrutose.

Dietas à base de oligofrutose (10%) reduzem significativamente as concentrações de triacilglicerol e fosfolídeos séricos e a lipogênese hepática, além de proteger ratos da esteatose hepática. A inulina reduz a trigliceridemia pós-prandial em 50% e evita o incremento dos níveis de colesterol plasmático livre em ratos alimentados com dietas ricas em gordura.

Os oligofrutanos previnem câncer colo-retal, excreção renal de nitrogênio e cáries, além de inibir bactérias putrefativas (*Clostridium perfringens*) e patogênicas (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria* e *Shigella*), melhorar o metabolismo lipídico e glicídico, bem como a biodisponibilidade de minerais essenciais.

As túberas contêm três fitoalexinas que possuem atividade antifúngica sobre *Pseudomonas cichorii* e *Bipolaris leersiae*.

O infuso das folhas (0,5%*m/v*) reduz os níveis de açúcar no sangue de ratos diabéticos de 348mg/dl para 214mg/dl em dez dias. As túberas do yacon apresentam atividade antioxidante, principalmente devido ao ácido clorogênico e ao triptofano.

Formas de uso

- Túbera: consumo *in natura*, em salada de frutas, saladas mistas e maioneses. A túbera crua tem sabor de pêra.

- Suco: descascar ou escarificar as túberas. Passar as túberas sem pele na centrífuga ou no liquidificador. Adicionar suco de limão ou laranja para evitar a oxidação.

- Chips: as túberas devem ser lavadas, descascadas (Figura 2) e cortadas em fatias de 2 a 3mm de espessura e deixadas imersas em solução de suco de limão (10%) durante 3 minutos. O descascamento das túberas resulta em uma perda de cerca de 16% a 18%. Dispor as fatias lado a lado sobre uma tela de náilon para secar em estufas à temperatura de 60 a 70°C,



Figura 2. Túbera de yacon descascada

durante 6 a 7 horas (Figura 3). O teor de umidade final no chips não deve ultrapassar 10%. Após secos, (Figura 4), manter os chips em recipiente hermético. A conservação dos chips pode chegar a um ano. Utilizar 20g/dia.

- Xarope de oligofrutanos: extrair o suco de 12kg de túberas de yacon, filtrar e pôr em banho-maria para evaporação até que o líquido concentrado final se reduza a 1L. Este xarope pode ser usado como

adoçante natural, além de conter os oligossacarídeos como nutracêuticos.

- Pó: depois de completamente desidratados, os chips podem ser pulverizados em liquidificadores de alta rotação ou em moinhos.

- Outros derivados: extrato fluido a 20%, extrato seco e granulados, passas, encapsulados, balas e pães.

- Chá das folhas: 30g de folhas secas por litro de água.



Figura 3. Chips de yacon fresco

Toxicologia

O consumo de grandes quantidades diárias de túberas (500 a 1.000g) pode aumentar o grau de flatulência.

Outras propriedades

- O yacon constitui-se matéria-prima para a produção da *Bifidobacterium*, que é utilizada no preparo de iogurte, e adoçantes naturais.

- As túberas podem ser utilizadas na produção de álcool.

- Os frutanos são adoçantes naturais, com baixo teor de calorias e não causam cáries.

- As folhas e ramos apresentam um grande potencial forrageiro para animais herbívoros.

- As folhas incineradas servem para afugentar o barbeiro – vetor do agente da malária (*Plasmodium falciparum*).

Ambiente para cultivo

O yacon é uma planta herbácea perene originária das regiões montanhosas dos Andes, desde a Venezuela até o norte da Argentina, em altitudes de 1.000 a 3.200m, sendo cultivada na Colômbia, Equador e Peru em altitudes de 900 a 2.750m, mas alguns cultivos são feitos a mais de 3.400m acima do nível do mar.

Por ser originária de grandes altitudes, a planta tolera baixas temperaturas e adapta-se bem a regiões subtropicais quentes e regiões temperadas. Em regiões com excesso de pluviosidade pode ocorrer maior índice de túberas não comerciais, devido principalmente a podridões. Os requerimentos de água variam de 650 a 1.000mm anuais. A planta é heliófita; prefere solos aerados, soltos, areno-siltosos e com pH em torno de 6,5. Solos pesados, mal drenados e encharcados são desaconselháveis por favorecerem a ocorrência de podridões e rachaduras nas túberas.

Cultivando a planta

A propagação da planta é feita



Figura 4. Chips desidratado de yacon

normalmente por segmentos de rizomas, brotações de rizomas, entrenós e brotações axilares do caule (Figura 5), mas é possível reproduzir via sementes, quando disponíveis. Utilizam-se rizomas com cerca de 60 a 70g contendo três ou quatro gemas vegetativas. Em uma planta adulta de yacon podem ser obtidos 15 a 30 propágulos por rizoma. Os rizomas podem ser plantados diretamente a campo ou colocados em areia ou cinza de casca de arroz para brotar e gerarem mudas. As brotações

que crescem junto ao caule de plantas com quatro a seis meses de idade podem ser utilizadas como propágulos ao atingirem 5 a 10cm de comprimento ou pelo menos dois nós. As estacas são enterradas dois terços de seu comprimento total em cinza de casca de arroz, no espaçamento de 5cm entre plantas e 10cm entre filas, obtendo-se assim uma população de 200 estacas por metro quadrado. Quando se opta por internódios caulinares (Figura 6), coletam-se estes segmentos antes do início da floração. Estes



Figura 5. Propagação de yacon via brotações axilares



Figura 6. Propagação de yacon por segmentos nodais



Figura 7. Enraizamento de brotações axilares de yacon em cinza de casca de arroz

segmentos devem ter 3 a 5cm de comprimento e devem ser previamente tratados com calda cúprica para se evitarem infecções. Podem ser utilizados também caules inteiros com cerca de 1m de comprimento, enterrados horizontalmente em substrato (casca de arroz, vermiculita, areia, etc.). Após a brotação e formação de raízes, o caule é cortado em vários segmentos para dar origem a mudas individuais (Figura 7). As estacas são mantidas sob telado com 70% de sombra e sob irrigação diária por nebulização, três

vezes ao dia e em turnos de 3 minutos. As estacas iniciam o enraizamento em cerca de oito dias, no verão, e o índice de enraizamento das estacas é de 90%. Opcionalmente, podem ser utilizadas ainda a areia e a vermiculita como substrato para o enraizamento. Depois de enraizadas, as estacas são repicadas para recipientes ou saquinhos plásticos contendo substrato organo-mineral.

A adubação é imprescindível à obtenção de um bom rendimento e qualidade de túberas. Pode-se

utilizar 1 a 2kg de composto orgânico + 150g de fosfato natural + 1kg de cinza por planta. Produtividades de 51t/ha podem ser obtidas com adubação à base de 160kg/ha de nitrogênio e 100kg/ha de potássio.

As mudas são transplantadas a campo quando apresentam quatro a cinco folhas (Figura 8); podem ser plantadas no espaçamento de 1,30m entre fileiras e 1m entre plantas, preferencialmente em camalhões com 30 a 40cm de altura. Espaçamentos menores, embora gerem maiores produções, resultam em túberas de menor tamanho e peso.

A planta é altamente resistente às pragas, principalmente devido à presença de ácido ent-caurenóico, fitoalexinas e tricomas foliares. Não obstante, constata-se em cultivo protegido a ocorrência de cochonilhas (*Ortesia insignes*) que sugam a seiva das partes subterrâneas. Entre as doenças mais comuns, destacam-se aquelas causadas pelos fungos *Fusarium* e *Rhizoctonia*, que ocorrem principalmente em solos úmidos. Eventualmente podem ocorrer outros fitopatógenos, como a *Alternaria* e a *Macrophomina phaseolis*.

A colheita das túberas inicia após nove a dez meses de cultivo, quando as flores murcham e as folhas tornam-se amareladas (Figura 9), preferencialmente em períodos sem chuva. As túberas devem ser arrancadas com muito cuidado para não haver rompimento excessivo. Túberas quebradas ou danificadas conservam-se menos e apresentam pouco valor comercial. Se não forem colhidas, as túberas conservam-se no solo por duas semanas a três meses, dependendo do nível de umidade e aeração do solo. As folhas podem ser colhidas a partir do terceiro mês do plantio. Um indicativo de maturação das folhas é o ângulo reto que o pecíolo forma com o caule. Ângulos agudos indicam imaturidade e acima de 90° indicam folhas muito passadas do ponto. O intervalo de colheita é de pelo menos 30 dias, deixando-se



Figura 8. Muda de yacon em ponto de transplante



Figura 9. Cultura de yacon em plena maturidade

Tabela 1. Teores de oligofrutanos, frutose, sacarose e glicose (em percentual da matéria seca) em túberas de yacon submetidas a diferentes períodos de exposição ao sol

| Exposição ao sol | Açúcar | | | |
|------------------|--------------|---------|----------|---------|
| | Oligofrutano | Frutose | Sacarose | Glicose |
| Dias |% | | | |
| 0 | 62,1 | 10,5 | 16,9 | 1,1 |
| 2 | 53,8 | 14,2 | 19,2 | 2,0 |
| 4 | 46,3 | 17,1 | 22,1 | 1,9 |
| 6 | 43,8 | 20,2 | 22,3 | 2,2 |

duas folhas maduras por caule e as mais jovens do ponteiro.

As túberas devem ser lavadas com água potável e uma esponja, em escala doméstica, ou com lavajato em baixa pressão, em escala maior. Elas podem passar por um banho de imersão asséptico com água sanitária (4ml de água sanitária por litro de água), assegurando melhor conservação.

A produtividade de túberas comerciais em condições de nutrição adequada e em solos leves pode chegar a 44t/ha no litoral de Santa Catarina. Produtividades médias de até 107t/ha foram obtidas no Peru. No Equador, a cerca de 3.100m de altitude e a 12°C de temperatura média, obteve-se uma produção de túberas variando de 30 a 74t/ha, com uma média de 42t/ha. Em Botucatu, SP, obtiveram-se produtividades de 46 a 66t/ha e 1.000kg/ha de folhas secas. Têm sido obtidas produtividades de folhas de 35t/ha, ou 1,8 a 2kg/planta (base fresca).

Para aumentar o período de conservação das túberas, bem como intensificar seu sabor adocicado, pode-se expor as túberas ao sol por três a cinco dias. No entanto, o conteúdo de frutanos tende a baixar consideravelmente com a exposição das túberas à radiação solar (Tabela 1). Além disso, elas tendem a desidratar e tornam-se um pouco murchas, sendo pouco atraentes para o comércio. Para que as túberas mantenham-se túrgidas e tenham melhor conservação, devem ser armazenadas em local abrigado, fresco e seco.

As raízes são muito perecíveis em regiões com alta umidade relativa, podendo vir a deteriorar em dois a três dias. A refrigeração das túberas a 4°C reduz sensivelmente a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, o que permite manter o produto com uma boa aparência. Durante o período de estocagem ocorre um decréscimo no conteúdo de oligofrutanos, enquanto que os teores de frutose, glicose e sacarose aumentam (Figuras 10 e 11). Quando estocadas por duas semanas em ▶

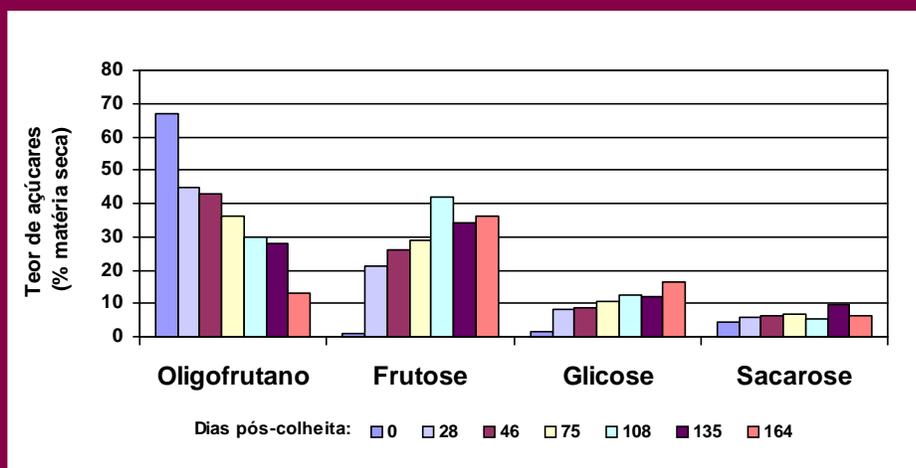


Figura 10. Influência do tempo de armazenamento de túberas de yacón pós-colheita, à temperatura de 5°C, sobre a concentração de oligofrutanos e outros açúcares

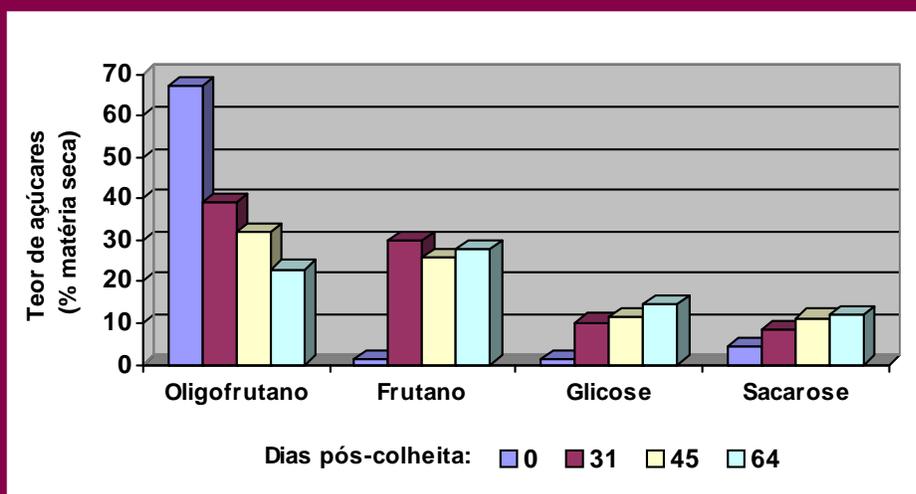


Figura 11. Influência do tempo de armazenamento de túberas de yacón à temperatura de 25°C sobre a concentração de oligofrutanos e outros açúcares

tulhas escavadas no campo, as túberas sofrem uma perda de 21% no conteúdo de oligofrutanos; estocadas à temperatura de 5°C a perda é de 33% e a 25°C a perda de oligofrutanos atinge 41%.

As folhas podem ser secas a temperaturas de 50 a 60°C, em estufas de ar forçado. Depois de secas, as folhas devem ter em torno de 5% de umidade.

As raízes podem ser classificadas quanto à qualidade comercial em três categorias:

- Túberas de primeira: apresentam mais de 20cm de comprimento, 7 a 10cm no diâmetro maior e mais de 300g de peso.
- Túberas de segunda: 12 a 20cm de comprimento, 5 a 6cm no diâmetro maior e pesando de 120 a 300g.
- Túberas de terceira: menos de 12cm de comprimento, diâmetro maior inferior a 6cm e peso inferior a 120g.

Em média, uma planta madura produz 60% de túberas na categoria de primeira, 25% a 30% na de segunda e 10 a 15% na de terceira. ■

Macanuda: para cada produto, uma solução.



Alambiques
Balanças
Caldeiras
Câmaras frias
Desidratadoras
Desnatadeiras
Despoldadeiras
Dosadores
Embaladoras
Fornos e fogões
Freezers
Fritadores
logurteiras
Misturadores
Moinhos
Pasteurizadores
Seladoras
Serras
Tachos

Hauber

Macanuda[®]
DME

Rua Araranguá, 41, Bairro América
89204-310 Joinville, Santa Catarina, Brasil
Fone: 55 (47) 423-0232, fax: 55 (47) 422-6706
E-mail: macanuda@macanuda.com.br
macanuda@tutopia.com.br