





Capítulo 3

Origem, Dispersão Geográfica, Taxonomia e Diversidade Genética de *Coffea canephora*

Maria Amélia Gava Ferrão, Romário Gava Ferrão,
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca,
Abraão Carlos Verdim Filho e
Paulo Sérgio Volpi







1. INTRODUÇÃO

O café (*Coffea sp.*) é originário da África, sendo *Coffea arabica* da Etiópia e *Coffea canephora* do Congo. Atualmente, o café arábica é cultivado em muitas partes do mundo: nas Américas Central e do Sul, na África do Sul e no leste da Ásia; e o café conhecido mundialmente como café robusta, *Coffea canephora*, é cultivado na África Ocidental e Central, no sudeste da Ásia e em algumas regiões das Américas, com destaque para o Brasil (ECCARDI; SANDALJ, 2002). Essa última espécie, de ampla distribuição geográfica, é adaptada a regiões quentes e úmidas, e em áreas baixas da floresta tropical (CHARRIER; BERTHAUD, 1985). No Brasil, é cultivado em regiões com menor altitude, normalmente abaixo de 500 m, e temperatura mais elevada, com média anual entre 22° e 26°C (MATIELLO, 1991).

Na literatura, são citadas muitas espécies de café pertencentes ao gênero *Coffea*, sendo a produção comercial da cultura no mundo quase que exclusivamente relacionada a essas duas espécies, *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. As demais espécies como *Coffea liberica*, *Coffea recemosa*, *Coffea dewevrei*, *Coffea eugenoides*, *Coffea congensis*, *Coffea stenophylla*, entre outras, são de grande importância nos programas de hibridação e de melhoramento genético, para transferência de alelos responsáveis por características agrônômicas desejáveis, relacionadas principalmente à tolerância à seca e resistência a pragas e doenças, para as duas espécies produzidas comercialmente (CARVALHO, 1946; KRUG; CARVALHO, 1951).

Coffea canephora é a segunda espécie do gênero mais cultivada no mundo, representando cerca de 35-38% da produção, e o Espírito Santo se destaca como o maior produtor brasileiro desta espécie, designada no Estado como café conilon.

Discorre-se, neste capítulo, uma revisão atualizada a respeito da origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética da espécie *Coffea canephora*.

2. ORIGEM E DISPERSÃO GEOGRÁFICA

Detalhado estudo da taxonomia e distribuição geográfica do café foi realizado pelo notável botânico francês Augusto Chevalier, que publicou várias revisões das espécies do gênero *Coffea* com seus respectivos agrupamentos em seções e subseções (CARVALHO, 1946). A maior concentração das espécies foi encontrada ao longo do rio Congo, na África; um grande grupo foi observado ser nativo de Madagascar; e somente seis espécies foram encontradas na Ásia e Oceania. Segundo esse autor, são descritas, na literatura, mais de 70 espécies originárias de diversas regiões tropicais e subtropicais da África, de Madagascar e de ilhas vizinhas.

O cafeeiro é originário do continente africano, das regiões altas da Etiópia, onde ocorre espontaneamente como planta de sub-bosque. Da Etiópia foi levado para a Arábia, no século XV, e de lá para a Ásia, Europa e para quase todo o mundo (CHEVALIER, 1929, 1947, citado por CARVALHO, 1946).

A palavra “coffee” é derivada do vocábulo árabe ‘quahweh’, que significa vinho. Posteriormente, passou a ser chamado “kahvah” ou “cahue”, café na França, caffè na Itália, kaffee e koffie na Alemanha e coffee na Inglaterra (SMITH, 1985).

O cultivo comercial de café iniciou-se no Yemen com a espécie *Coffea arabica*. Teve um rápido desenvolvimento, especialmente após sua introdução na América do Sul, por volta de 1727. Entre 1870 e 1900, foi constatada grande incidência de ferrugem, causada por *Hemileia vastatrix*, nas regiões sul e leste da Ásia, constituindo-se, provavelmente, no principal motivo de estímulo para a utilização da espécie *Coffea canephora*, já que esta apresentava resistência à doença (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; VAN DER VOSSEN, 1985).

Os primeiros cultivos e trabalhos de melhoramento com *Coffea canephora* foram realizados em Java, por volta de 1900, buscando estabelecer as bases biológicas fundamentais ao melhoramento da espécie. Seu cultivo expandiu-se posteriormente para outras regiões da África, América e Ásia (CHARRIER; BERTHAUD, 1988), notadamente a partir do surgimento do café solúvel, na década de 50, e de seu emprego nos *blends* de cafés torrados e moídos (MALTA, 1986).

A espécie *Coffea canephora* encontra-se distribuída nas regiões ocidental e central-tropical e subtropical do continente africano, compreendendo grandes áreas da República da Guiné, Costa do Marfim, Libéria, Sudão e Uganda (CHARRIER; BERTHAUD, 1985). Elevada concentração de genótipos ocorre na República Democrática do Congo e esta espécie foi encontrada no estado espontâneo em uma vasta área na região de densa floresta tropical ao sul e ao norte do Equador que varia desde o nível do mar no Gabão a altitudes maiores de até 1.300 m em Angola, Camarões, Costa do Marfim, entre outros (CARVALHO, 1946). A Figura 1 ilustra em um mapa da África as áreas de origem ou de alta diversidade genética de espécies de café mais conhecidas, constituído por meio de informações oriundas de missões de coleta e coleções de campo. Nessas regiões, a precipitação é, via de regra, superior a 2.000 mm, bem distribuída, com uma estação seca de dois a três meses; a umidade relativa é alta, e as temperaturas médias anuais giram em torno de 26°C, com média das máximas em torno de 30°C e das mínimas de 21°C (COSTE, 1992).

As observações de muitos coletores de germoplasma incluem descrições precisas dos habitats naturais, que são bastante distintos entre as diferentes espécies, notadamente no que diz respeito a altitude, regime pluviométrico e tipos de solos.

Coffea canephora difere da espécie *Coffea arabica* pelas seguintes características: 1) arbusto multicaule; 2) folhas maiores, bem onduladas, com coloração verde mais claro; 3) flores autoincompatíveis de forma que a multiplicação ocorre por intermédio da polinização cruzada; 4) frutos pouco mais esféricos, menores, com coloração vermelha, amarela e alaranjada, quando maduros, e exocarpo mais fino; 5) sementes de tamanho variável, com película prateada bem aderente, endosperma de cor verde e maior teor de cafeína (CARVALHO, 1946). Dentro desse contexto, Smih (1985) relata a sua surpresa ao analisar uma amostra de café robusta e constatar que o conteúdo de cafeína era superior a 2%, enquanto o de arábica estava em torno de 1%, além de possuir alto conteúdo de sólidos solúveis, que poderia ser de grande interesse para as indústrias de café solúvel.

Essa espécie inclui diversas variedades como: Kouillou (Conilon), Robusta, Sankuru, Bukaba, Niaculi, Uganda, Maclaud, Laurentti, Petit, Indéníé, Nana, Polusperma, Oka, entre outras (CHARRIER; BERTHAUD, 1988). O nome “robusta” da espécie *Coffea canephora* advém da expressão rusticidade e resistência às doenças das plantas, sendo, portanto, considerado como um resistente material de café para ser cultivado em clima equatorial.

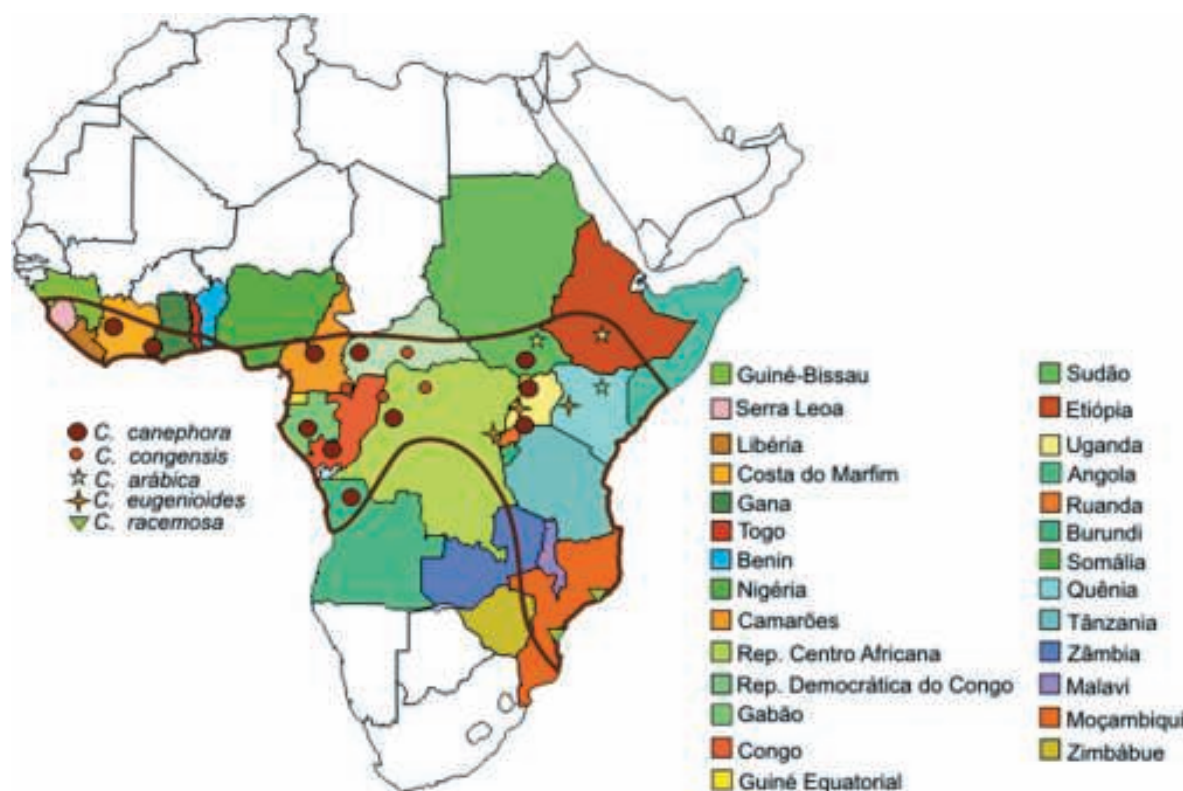


Figura 1. Distribuição natural das espécies mais conhecidas do gênero *Coffea* na África, segundo Chevalier (1940).

Fonte: Adaptado de Carvalho (1946) e Charrier e Berthaud (1985).

Registros históricos mostram que o primeiro cultivo comercial de robusta iniciou-se em Congo, em 1870, usando sementes de plantas silvestres coletadas às margens do rio Lomani (ECCARDI; SANDALJ, 2002). Próximo ao final do século XIX, os franceses foram cultivando robusta ao redor da Costa Atlântica da África, de Gabão para o Congo, e particularmente nas margens do rio Kouillou. Botânicos também descobriram a mesma espécie, em 1861, pelos franceses, na região de Bukoba na Tanzânia.

A variedade Kouillou (Conilon) foi observada em 1880, pelos franceses, em estado selvagem, entre Gabão e a embocadura do rio Congo, principalmente junto ao ribeirão Kouilou, na África (CHEVALIER, 1929, citado por CARVALHO, 1946). Posteriormente, encontraram esse material sendo cultivado em larga escala em Madagascar. Em 1895, o botânico Louis Pierre descreveu o material como *Coffea canephora*. Em 1897, Froehner publicou a descrição da espécie. Segundo o mesmo autor, em 1900, foram enviadas sementes de *Coffea canephora* do Congo à casa de Horticultura de L. Linden (Bruxelas), que o colocou no mercado com o nome de “Coffea robusta”, nome o qual foi enviado a Java, onde alcançou grande sucesso por ter se mostrado resistente à ferrugem. Isto marcou o início do cultivo em grande escala do café robusta na Indonésia. Essa coleção de plantas foi enriquecida futuramente com materiais do Gabão e de Uganda. Daí a generalização do nome “robusta”. As plantas de robusta levadas para a Índia foram oriundas de coleções e seleções da Indonésia, Uganda, Gana, Madagascar e Costa do Marfim. Posteriormente, o cultivo de robusta estendeu-se para outras regiões na África, Ásia e América (Brasil).

O café conilon tem o seu nome derivado do rio Kouillou, no Congo, ou do rio Kwilu, no Zaire (BERTHAUD, 1985). Montagnon, Leroy e Eskes (1998) apresentam, de forma ilustrativa, os principais locais de seleção de *Coffea canephora* e a forma de dispersão dos materiais genéticos (Figura 2).

No Brasil, a variedade Conilon foi introduzida pelo Estado do Espírito Santo, e o nome “conilon” originou-se da palavra Kouillou, com as letras **K** e **U** substituídas por C e N, respectivamente (FAZUOLI, 1986).

O primeiro relato da introdução da espécie *Coffea canephora* no Estado foi encontrado e fornecido, de forma colaboradora e gentil, pelo reconhecido Jornalista Ronald Mansur. Pesquisando-se documentos sobre a origem do café conilon, verificou-se no site <http://brazil.crl.edu/bsd/bsd/u158/000138.html>, referentes ao relatório do Governador do Estado do Espírito Santo, no período de 1909 a 1912 (Exm^o Gov. Jerônimo Monteiro), em assuntos relacionados à agricultura, na página 172, exposição do ano de 1912, que o Governador da época cita:

Adquiri, por várias vezes, grande porção de sementes de vários productos de cultura fácil e vantajosa e as fiz distribuir gratuitamente. Ainda há pouco, quando estive no Rio de Janeiro, fiz aquisição de duas mil mudas e cinquenta litros de sementes de uma excelente qualidade de café, o “Conillon”, estando todas elas já distribuídas.

Na publicação do Banco de Desenvolvimento de Espírito Santo (Bandes) (1987), é referenciado que, no Brasil, o café da espécie *Coffea canephora* foi introduzido no Espírito Santo com as primeiras sementes plantadas no município de Cachoeiro do Itapemirim, sendo posteriormente levado para a região norte do Estado.

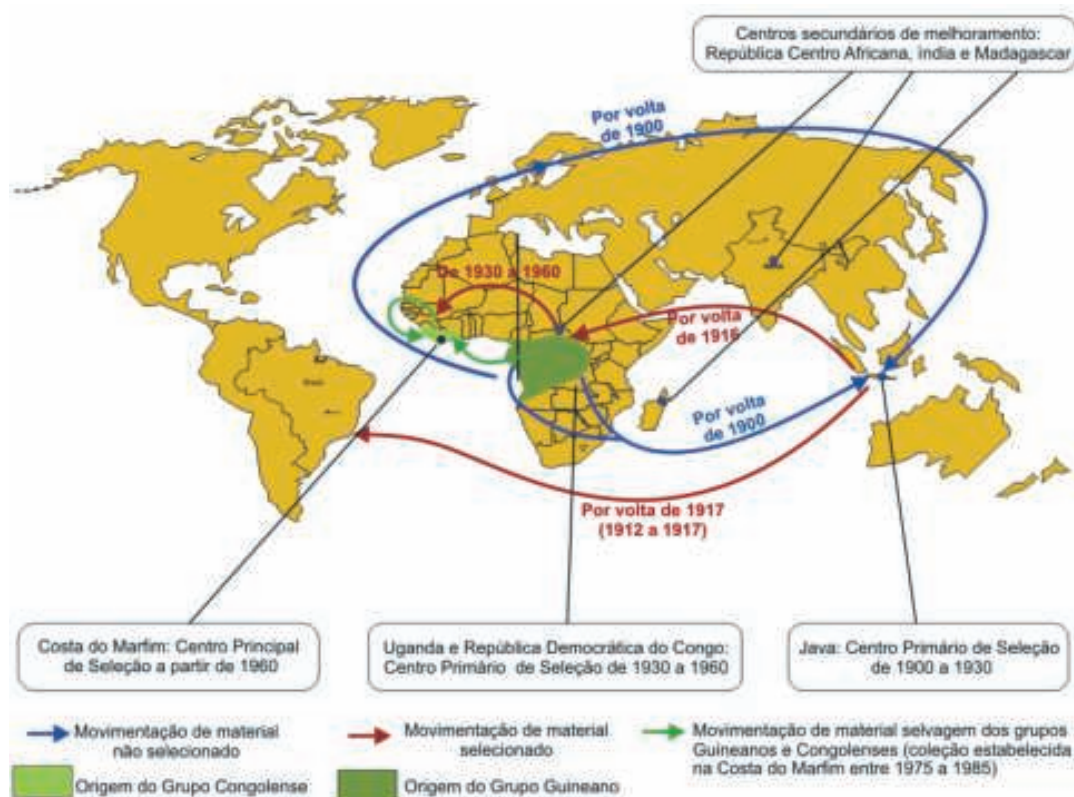


Figura 2. Principais centros de seleção e de movimentação de materiais genéticos de *Coffea canephora*.

Fonte: Montagnon et al. (1998).



Os relatos da introdução da espécie no Estado não são contundentes com relação à data. O Instituto Brasileiro do Café (IBC) publicou, no ano de 1964, um documento sobre a Cafeicultura no Estado do Espírito Santo, no qual descreve que a variedade Robusta foi introduzida por volta de 1925 (IBC, 1964). No referido documento, é apresentado que a distribuição dos cafeeiros robusta existentes no ano de 1961 era bastante irregular, sugerindo que essa variedade tenha sido cultivada de forma descontínua no Espírito Santo. O número de pés de café existentes em 1961 (326.928) indicavam que a variedade Robusta cobria apenas 2,4% do total das plantações (13.622 milhões de pés) e que a idade média das lavouras dessa variedade era de nove anos. Uma avaliação minuciosa revelou que a variedade Robusta teria sido introduzida em escala muito pequena e teria tido um certo impulso de plantio no período da Segunda Guerra Mundial e, posteriormente, no triênio 1949/1951. A partir daí, as novas plantações da espécie teriam perdido muito da sua expressão na cafeicultura estadual, retomando o seu crescimento a partir de 1957. O número de pés de café por idade, mostrada pelo IBC no período de 1961, indicava maior número de plantas na região Sul em relação à 'Norte' do ES, e que na região Norte a população de plantas crescia rapidamente nos cafeeiros de menor idade, o que caracterizava um progressivo deslocamento da cafeicultura espírito-santense em direção à região localizada ao norte do Rio Doce. Verificaram, também, que no Estado a participação das variedades Conilon, Caturra e Mundo Novo cresceram substancialmente nas novas plantações, destacando-se o caso da variedade Conilon, que representava na época 7,2% dos cafeeiros de até três anos e 1,8% dos cafeeiros acima de três anos.

Posteriormente, encontrou-se em trabalhos apresentados pelo IBC que o parque cafeeiro dessa espécie no Estado, em 1980, era constituído por cerca de 130 milhões de cova (IBC-GERCA, 1981), e na safra de 1982/83, de 290 milhões de cafeeiros, distribuídos da seguinte forma: 205 milhões na região norte, 60 milhões na região sul e 25 milhões na região centro-serrana (PAULINO et al., 1984). Estes dados conjunturais evidenciam a grande expansão da cultura no Espírito Santo, que passou de 13,5 para 290 milhões de covas no período de 1961 a 1983, e deste para aproximadamente 600 milhões no ano de 2006.

Fazuoli (1986) cita que, do material da espécie *Coffea canephora* da coleção do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), as sementes de Kouillou foram advindas do Espírito Santo e também coletadas em Rio Claro, no horto florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Nesse horto florestal, localizava-se uma coleção de espécies de *Coffea*, trazidas da Indonésia pelo Dr. Edmundo Navarro de Andrade (CARVALHO; FAZUOLI, 1993).

Nas últimas duas décadas, o plantio da espécie se expandiu rapidamente no Estado do Espírito Santo, notadamente na região norte. É também cultivado nas áreas baixas, vizinhas ao Espírito Santo, como no sul da Bahia e no vale do Rio Doce em Minas Gerais, e nos Estados de Rondônia e Mato Grosso (MATIELLO, 1998). A produção da espécie era de reduzida importância até a geada ocorrida em 1975, que marcou de forma indelével a história da produção de Conilon no Brasil, quando pela primeira vez registraram-se linhas de financiamento para o plantio da espécie. Com o estímulo governamental, o Espírito Santo revitalizou-se em termos agrícolas, possibilitando-o ultrapassar estados produtores mais tradicionais, destacando-se atualmente como o maior produtor de robusta do Brasil.

Segundo Fonseca (1995), salvo algumas poucas lavouras existentes no Estado de Rondônia, cultiva-se no Brasil a variedade Conilon, introduzida a partir de seleções do grupo "Kouillou". A

expansão de seu cultivo no Espírito Santo se deu através da multiplicação sexuada de plantas matrizes selecionadas pelos próprios agricultores, ao longo dos anos, fato que proporcionou o estabelecimento de populações com ampla variabilidade genética, tendo em vista suas características naturais de reprodução. Atualmente, é a espécie de maior relevância no Estado e constitui-se em material genético básico no Brasil para estudos de resistência à ferrugem e nematóides, de mecanismos determinantes da tolerância à seca, entre outros (FONSECA, 1996; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 1999; PRAXEDES et al., 2006).

3. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E SISTEMA REPRODUTIVO

Com a expansão da cultura de café no mundo, começaram a surgir as descrições botânicas de diversas espécies dentro do gênero *Coffea*, cujo agrupamento foi se tornando complexo. Lineu (1737), citado por Carvalho (1946), foi quem descreveu a primeira espécie de café, com o nome de *Coffea arabica* L. Posteriormente, novas espécies foram descritas paulatinamente por botânicos. Em 1897, o botânico alemão Albrecht Froehner, fazendo uma revisão do gênero *Coffea*, descreveu diversas outras, dentre as quais a espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, de ampla distribuição geográfica na África.

Carvalho (1946), apresenta a divisão do gênero *Coffea* proposta por Chevalier, que dividiu esse gênero em cinco seções: Eucoffea, Mozambicoffea, Mascarofoffea, Paracoffea e Argocoffea (Tabela 1). Há controvérsias em relação à taxonomia das espécies de *Coffea*; muitas espécies oriundas de regiões asiáticas e descritas inicialmente como pertencentes a este gênero não são mais consideradas como espécies verdadeiras de *Coffea*. Esse autor ainda menciona que nas publicações de Chevalier é relatado que plantas de todas as espécies da seção Eucoffea produzem sementes, e estas quando secas, torradas convenientemente e moídas formam, por infusão, a bebida denominada café, mais ou menos rica em cafeína e com aroma apreciável. Baseado nesta informação, houve um particular interesse em se conhecer todas as espécies desta seção, o que conduziu Chevalier a subdividir a referida seção em subseções. A seção Eucoffea compreende cinco subseções, entre as quais a Erithrocoffea, na qual se enquadram as espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, que possuem expressão comercial.

Portanto, a espécie *Coffea canephora* apresenta a seguinte classificação taxonômica:

Classificação: *Coffea canephora* Pierre ex Froehner

Classe: Dicotyledonea

Ordem: Rubiales

Família: Rubiaceae

Gênero: *Coffea*

Seção: Eucoffea

Subseção: Erithrocoffea

Espécie: *Coffea canephora* Pierre ex Froehner

É uma espécie alógama, perene, de porte arbustivo e caule lenhoso. Geralmente são multicaules. As plantas em condições de temperatura e precipitação mais elevadas podem atingir até 5 m de altura. As folhas são maiores e de coloração verde menos intensa que de *Coffea arabica*, elípticas, lanceoladas, com bordas bem onduladas e nervuras bem salientes. As flores são brancas, em grande número por

inflorescência e por axila foliar. Os frutos apresentam formato e número variável conforme o material genético, com 30 a 60 por verticilo foliar, de superfície lisa, com exocarpo fino, mesocarpo aquoso e endocarpo delgado (FAZUOLI, 1986).

Tabela 1. Classificação proposta por A. Chevalier (1942)

Gênero	Seção	Subseções	Espécies
Coffea	Aracoffea Miquel		<i>C. bengalensis</i> (Roxb) Roem. et Sch.
			<i>C. horsfieldiana</i> Miq.
			<i>C. fragrans</i> Wall.
			<i>C. whightiana</i> Wall.
			<i>C. travancorensis</i> Wall.
			<i>C. floresiana</i> Boerlage
			<i>C. floribifolia</i> Chev.
			<i>C. grevei</i> Drake ex Chev.
			<i>C. cochinchinensis</i> Pierre ex Pitard
			<i>C. dongnaiensis</i> Pierre ex Pitard
	Argocoffea Pierre	Eu-Argocoffea Chev.	<i>C. uniflora</i> K. Schum.
			<i>C. jasminoides</i> Welw.
			<i>C. rupestris</i> Hiern.
			<i>C. afzelii</i> Hiern (= <i>C. ligustrifolia</i> Stapf)
			<i>C. nudiflora</i> Stapf.
			<i>C. melanocarpa</i> Welw.
			<i>C. scandens</i> K. Schum.
			<i>C. subcordata</i> Hiern.
			<i>C. claessensii</i> Lebrun.
			<i>C. pulchella</i> K. Schum.
	Mascarocoffea Chev	Verae Chev	<i>C. lancifolia</i> Chev.
			<i>C. humblotiana</i> Baill.
			<i>C. mauritiana</i> Lamk.
			<i>C. nossikumbaensis</i> Chev.
		Mauritiana Chev.	<i>C. gallienii</i> Dubard
			<i>C. resinosa</i> (Hock. f.) Radlk.
		Multiflorae Chev.	<i>C. bertrandi</i> Chev.
			<i>C. boiviniana</i> (Baill.) Drake
		Sclerophyllae Chev.	<i>C. buxifolia</i> Chev.
			<i>C. pervilleana</i> (Baill.) Drake
	Eucoffea K. Schum. (emend.) non Benth. et Hook	Terminalis Chev.	<i>C. augagneuri</i> Dubard
			<i>C. bonnierii</i> Dubard
		Brachyaiphon Dubard ex Chev.	<i>C. alleizetti</i> Dubard
			<i>C. commersoniana</i> (Baill.) Chev.
		Macrocarpa Chev.	<i>C. macrocarpa</i> A. Rich.
			<i>C. mogeneti</i> Dubard
		Garcinioides Chev.	<i>C. tetragona</i> Dubard
			<i>C. dubardi</i> Jumelle
		Erythrocoffea Chev.	<i>C. arabica</i> L.
			<i>C. muka</i> Hort.
			<i>C. congensis</i> Froehner
			<i>C. canephora</i> Pierre
			<i>C. liberica</i> Hiern
			<i>C. klainii</i> Pierre
			<i>C. oyemensis</i> Chev.
			<i>C. dewevrei</i> De Wild. et Dur.
		Pachycoffea Chev.	<i>C. atrophylla</i> G. Don.
			<i>C. affinis</i> De Wild.
			<i>C. carrisoi</i> Chev.
		Melanocoffea Chev.	<i>C. brevipes</i> Hiern
			<i>C. bumilis</i> Chev.
			<i>C. montana</i> Schum.
	Mozambicoffea Chev.		<i>C. togoensis</i> Chev.
			<i>C. mayombensis</i> Chev.
			<i>C. kivuensis</i> Lebrun
			<i>C. racemosa</i> Lour. (= <i>C. Ibo</i> Froehner, <i>C. Swynnertonii</i> Moore).
			<i>C. zanguebarise</i> Lour.
			<i>C. eugenoides</i> Moore (= <i>C. intermedia</i> Chev.).
			<i>C. ligustroides</i> Moore
			<i>C. salvatrix</i> Swynnerton et Philipson.

A espécie *Coffea canephora* é diplóide, constituída de populações expressando grande variabilidade, com indivíduos altamente heterozigotos (CONAGIN; MENDES, 1961; BERTHAUD, 1980). A espécie *Coffea canephora* e as demais espécies diplóides estudadas do gênero *Coffea*, ao contrário de *Coffea arabica*, são auto-incompatíveis (BERTHAUD, 1980).

Segundo Mendes (1942), as observações sobre a auto-incompatibilidade nas espécies diplóides de café tiveram início nas Índias Holandesas, principalmente em Java, onde alguns “lotes” contendo grande número de plantas de um mesmo clone de *Coffea canephora* constituíram verdadeiro fracasso quanto à produção. Baseado nesse fato, o mesmo autor cita que uma série de trabalhos foram realizados por outros pesquisadores, os quais mostravam o insucesso de autopolinizações artificiais em café robusta. Em 1943, na seção de Citologia do Instituto Agrônomo de Campinas, iniciaram-se estudos citológicos e genéticos com a finalidade de se conhecer e detalhar a forma da auto-incompatibilidade das espécies (CONAGIN; MENDES, 1961). Os resultados mostraram que os cafeeiros autopolinizados eram auto-estéreis e não formavam sementes. Dos cruzamentos feitos, cerca de 50% se mostraram compatíveis. Os estudos citológicos evidenciaram que, nos cruzamentos compatíveis, o crescimento do tubo polínico era normal, enquanto nos cruzamentos oriundos de autopolinizações, após a germinação, o tubo polínico tinha o crescimento paralisado.

Trabalhos realizados por Devreux et al. (1959), Conagin e Mendes (1961), Berthaud (1980) e, mais recentemente, por Lashermes et al. (1996a) demonstram que a auto-incompatibilidade em *Coffea canephora* é do tipo gametofítica, sendo controlada por um único gene S, possuidor de uma série alélica (S_1 , S_2 , S_3 etc). Esse mecanismo impede a ocorrência de autofecundação e de cruzamentos entre indivíduos possuidores dos mesmos alelos de incompatibilidade.

O termo incompatibilidade é utilizado para descrever o fenômeno da inabilidade da planta para produzir semente, quando autopolinizada ou cruzada com indivíduos geneticamente relacionados, impedindo, assim, o endocruzamento ou a fertilização e a formação de zigoto.

O café é uma espécie tropical de floração gregária, ou seja, todas as plantas individuais, numa certa extensão geográfica, florescem simultaneamente (ALVIM, 1973, citado por RENA; MAESTRI, 1986). Contudo, a floração depende diretamente do crescimento dos ramos plagiotrópicos, em especial dos primários. As espécies de café possuem flores hermafroditas com estames aderentes ao tubo da corola. Em *Coffea canephora*, a abertura das flores concentra-se em poucos dias, e comumente as flores abrem-se pela manhã, nas primeiras horas, e sua corola começa a murchar no segundo dia. A florada, em condições naturais, é provocada pelas primeiras chuvas da estação, após um período de seca. Nessa espécie alógama, na qual ocorre a auto-incompatibilidade, a fecundação cruzada acontece após a abertura das flores, e a polinização é realizada com auxílio de vento e de insetos.

Segundo Berthaud (1985), na espécie *Coffea canephora* há dois grupos de materiais genéticos distintos, classificados como Congolense e Guineano. Este agrupamento foi postulado com base em marcadores enzimáticos e nas diferenças das regiões geográficas. O primeiro grupo, Congolense, é oriundo da África Central (República Centro-Africana, Congo e Camarões) e inclui o café conhecido como robusta. Caracteriza-se por apresentar planta com hábito de crescimento ereto, caules de maior diâmetro e pouco ramificados, folhas e frutos de maior tamanho, maturação tardia, maior vigor, maior produtividade e maior tolerância às doenças. Concentram-se neste tipo robusta os materiais originais de Zaire e muitas populações isoladas da Costa do Marfim (Robusta Ebobo) e da Guiné. As populações

Apoatã, Laurentine e Guarini são originadas de seleções realizadas na população robusta pertencente a este grupo Congolense.

O segundo grupo, Guineano, é originado do oeste da África (Guiné e Costa do Marfim) e caracteriza-se por apresentar planta com os genótipos de hábito de crescimento arbustivo, caules ramificados, folhas alongadas, florescimento precoce, resistência à seca e maior suscetibilidade às doenças (BERTHAUD, 1986). O café do tipo Kouillou é classificado neste grupo, que está presente no Congo e na Costa do Marfim (variedade Petit Indienne), Guiné (variedade Gouecke), Uganda (variedade Nganda) e Brasil (variedade Conilon).

Montagnon, Leroy e Yapo (1992), com base em resultados envolvendo isoenzimas, subdividiu o grupo Congolense em dois subgrupos, SG1 e SG2. O subgrupo SG1 reúne as populações originárias do Gabão e do sul do Congo e o subgrupo SG2 compreende genótipos cultivados na África Central (República Democrática do Congo, sul da República Centro-Africana e sudoeste do Camarões).

Posteriormente, Dusset et al. (1999), utilizando também isoenzimas, encontraram o mesmo resultado; quando trabalharam com marcadores RFLP identificaram outros dois grupos suplementares dentro do Congolense, denominados de B e C, os quais reúnem populações do sul e sudeste da África (subgrupo B) e da região sudeste da África Central, nordeste da República Democrática do Congo e sudeste do Camarões (subgrupo C). Na Tabela 2, é apresentada a forma de agrupamento da espécie com base nas diferentes metodologias de análise (MONTAGNON, 2000).

Tabela 2. Estrutura de agrupamento da espécie *Coffea canephora* com base em diferentes estudos.

Berthaud, 1986	Marcadores Genéticos			Classificação Adotada	Origem Geográfica
	Isoenzimas		RFLP		
	Montagnon et al., 1992	Dusset et al., 1999a	Dusset et al., 1999b		
Guineano	Guineano	1	D	Guineano	Guiné e Costa do Marfim
Congolense	SG1	3	A	SG1	Face Atlântica da África Central
	SG2	2	E	SG2	Bacia do Rio Congo (RDC ¹)
			B	B	Sul da África Central e Norte RDC
			C	C	Sudeste África Central, Nordeste RDC e Sudoeste de Camarões

¹ RDC: República Democrática do Congo.

Fonte: Montagnon (2000).

Usualmente é comum designar ou referir-se às plantas de café de um dos grupos acima de Robusta ou Kouillou. Contudo, nas coleções não é fácil essa diferenciação, visto que, em razão da forma natural de reprodução da espécie, as populações de *Coffea canephora* são formadas por plantas com elevada heterozigose. Genericamente, variedades de ambos os grupos, assim como os cafés por elas produzidos, são designadas como “Café Robusta”, tendo em vista ser o primeiro deles o de maior expressão econômica no mundo (FAZUOLI, 1986). As variedades de Robusta caracterizam-se por apresentar plantas com porte elevado, atingindo de 4 a 5 m de altura, com elevado número de hastes por planta (multicaule), podendo-se encontrar comumente cafeeiros adultos com mais de cinquenta hastes ortotrópicas no estado espontâneo. No grupo Kouillou (Conilon), as folhas e os internódios são

menores do que nos robustas (PAULINO et al., 1984; CHARRIER; BERTHAUD, 1985, FONSECA, 1995).

4. DIVERSIDADE GENÉTICA

Em termos globais, a biodiversidade, ou variabilidade biológica, pode ser definida como a variabilidade que ocorre entre os organismos vivos de todas as origens e complexos ecológicos, que incluem diversidade dentro e entre espécies e de ecossistemas. Morales, Valois e Nass (1997) consideram diversidade e variabilidade genética termos alternativos para representar a variação genética total presente em uma população ou espécie submetida a processos evolutivos.

Com o objetivo de quantificar e caracterizar a diversidade genética das espécies cultivadas, o geneticista russo Nicolai Ivanovich Vavilov iniciou, na década de 20, expedições de levantamento e coleta de germoplasmas ao redor do mundo (ALLARD, 1971). Vavilov identificou em algumas regiões do mundo, isoladas por montanhas, planícies ou desertos, grande diversidade de determinadas espécies, as quais foram denominadas de centros de origem. A partir deste estudo, Vavilov propôs oito centros de origem de espécies, dentre eles o Centro Etiópia, no qual descreve, entre outras espécies, o café. Além dos centros de origem, existem os centros de diversidade, que são as regiões onde a espécie foi domesticada, que podem ou não corresponder aos centros de origem. A África Central e, especialmente, a bacia de Congo são particularmente ricos centros de diversidade genética de *C. canephora*, como de muitas outras espécies diplóides (CHARRIER; BERTHAUD, 1985).

A manutenção adequada de germoplasma depende, em grande parte, da avaliação e caracterização da variabilidade genética contida nele. Esta avaliação contribui para prevenção de possíveis perdas genéticas, como as que podem acontecer durante as multiplicações dos acessos coletados, e possibilitam o estabelecimento dos sítios ou áreas de coletas que contenham maior variabilidade, auxiliando, assim, na planificação de novas coletas.

Preocupados com a perda da variabilidade genética do café, a partir de 1960, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e organizações francesas intensificaram esforços de coleta de germoplasma. Na época, foi dada ênfase à coleta de *Coffea arabica*, em razão de sua maior expressão no mundo.

Para Dulloo e Walyaro (2000), as regiões de origem de *Coffea canephora* na África, as florestas de Madagascar e as ilhas Maurício e Reunião são locais que ainda possuem variedades tradicionais e antigas que podem ser fontes de diversidade genética, que, por motivo de desmatamentos, podem estar ameaçadas. Assim, expedições para coleta de materiais botânicos nessas regiões deveriam ser priorizadas e viabilizadas. Entretanto, a permissão para coleta não tem sido fácil de se obter e, em muitos casos, a legislação do país não permite o intercâmbio de materiais genéticos.

Na literatura, encontra-se registrado um pequeno número de bancos de germoplasma do gênero *Coffea*, responsáveis na manutenção, conservação e caracterização das diferentes espécies. Dulloo e Walyaro (2000) descrevem os Bancos Ativos de Germoplasma ou coleções registradas com a espécie *Coffea canephora* no mundo, detalhando o nome da instituição e o número de acesso, conforme apresentado abaixo:

- Brasil: Cenargen – 19 acessos



- Brasil: IAC – 1.000 acessos
- Brasil: Incaper – 375 acessos
- Camarões: IRA – 170 acessos
- Colômbia: Cinicafé – 58 acessos
- Costa Rica: Catie – 48 acessos
- Costa do Marfim: IRCC - 460 acessos
- Costa do Marfim: Cirad – 800 acessos
- Índia – 240 acessos
- Peru: Inipa – 9 acessos
- Portugal: CIFC – 3 acessos
- Tanzânia: Taro – 19 acessos
- EUA: ARS/USDA – 2 acessos
- EUA: Universidade Hawai - 2 acessos
- Zaire: Inera – 27 acessos

Carvalho (1946) cita algumas variedades da espécie *Coffea canephora* mantidas no Brasil na coleção de café do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), como Polysperma, Nana, Laurenti, Bukoba e Conilon (Kouillou). Segundo o autor, a coleção da variedade Conilon foi obtida do Espírito Santo, e os cafeeiros dessa variedade apresentavam variação no porte, na forma e coloração dos frutos, no tamanho da semente e na produtividade, além de maturação uniforme dos frutos e alto vigor. Nessa época, já se vislumbrava a possibilidade do Conilon ser utilizado como porta-enxerto.

A coleção de *Coffea canephora* introduzida em Java em 1901 é oriunda de plantas de café já cultivadas no Zaire desde 1895, originadas da região do rio Lomani. Essa coleção de Java foi posteriormente enriquecida com material genético originado de Gabão (Kouillou) e Uganda (*Coffea ugandae*, *Coffea bukobensis*). A coleção da Índia tem material originado de coleções e seleções realizadas originalmente na Indonésia, Uganda, Madagascar, Gana, Costa do Marfim e outros. A coleção de Madagascar teve materiais introduzidos de três origens: Gabão, Java e Zaire. No Brasil, o material genético cultivado advém de seleção dentro do Kouillou (CHARRIER; BERTHAUD, 1988).

Segundo Charrier e Berthaud (1980), vários países africanos da região de origem de *Coffea canephora* iniciaram o cultivo com as mesmas introduções de Robusta de Java e Zaire, de Kouillou de Gabão, e, muito raramente, de Niaouli de Benin. Uma das variedades mais antigas cultivadas em escala comercial é a Kouillou, encontrada atualmente na Costa do Marfim, no Congo, no Gabão e no Brasil. As variedades do grupo robusta são identificadas em muitas regiões com nomes locais, muitas vezes relacionados ao país de origem, quais sejam: na Guiné, var. Maclaudi - cv. Gamé (Robusta) e cv. Gouecke (Kouillou); na Costa do Marfim, var. Maclaudi e var. Petit indiene - cv. Dianle, cv. Douekoue, cv. Toubá, cv. Beoumi (Kouillou), cv. robusta Ebobo, entre outras; no Togo e Benin, cv. Niaouli; na República Africana Central, cv. Nana; na Uganda, cv. Kibale, cv. Itwara, cv. Kasai, cv. Budongo. No Brasil, são referenciadas como variedades de café Conilon, cultivares Emcapa 8111, Emcapa 8121, Emcapa 8131, Emcapa 8141-Robustão Capixaba, Emcaper 8151-Robusta Tropical e Vitória Incaper 8142. A variedade Niaouli produz poucos frutos cereja, mas mantém a produção por quase todo o ano. A variedade Nana é bem conhecida pela sua grande resistência a pragas e doenças.

A maior parte dos cafeeiros cultivados nos diferentes países, especialmente o café arábica, deriva

de poucas plantas, ou seja, apresenta base genética estreita. Por essa razão, pesquisadores estão investigando a herança genética das plantas silvestres para identificar genótipos com características de interesse que possam contribuir para o aumento da variabilidade genética dos materiais cultivados.

O estabelecimento e a manutenção de Bancos Ativos de Germoplasma (BAG) da espécie em questão e de outras espécies do gênero *Coffea* são de grande importância, pois entre as formas selvagens, algumas apresentam indivíduos com características vantajosas do ponto de vista de resistência a pragas e doenças, tolerância à seca e a outros estresses abióticos, composição bioquímica do grão, qualidade de bebida, bem como diferentes características agrônômicas de interesse relacionadas ao sistema radicular, tamanho e formato das folhas e dos frutos, arquitetura da planta, entre outras. A reserva gênica em coleções da espécie poderá contribuir positivamente para o desenvolvimento de novos genótipos com características específicas obtidas pelo melhoramento intra e interespecífico, por apresentarem alelos importantes que podem ser transferidos através da hibridação controlada. Nesse contexto, têm-se, por exemplo, alguns cruzamentos interespecíficos entre *Coffea arabica* x *Coffea canephora*, pelos quais foram transferidas fontes de resistências para pragas, doenças e nematóides (OROZCO-CASTILLO; CHALMERES; POWELL, 1994) como os germoplasmas Icatú, Híbrido de Timor, Catimor, Arabusta e Apoatã (MONACO; CARVALHO; FAZUOLI, 1974; FAZUOLI, 1991). Outras fontes de resistência importantes para fins de melhoramento são resistência a doenças da folha (*Coffea canephora* e *Coffea congensis*), resistência a nematóides (*Coffea canephora* e *Coffea liberata*); resistência a cochonilha das raízes (*Coffea liberica*), tolerância à seca e ao bicho-mineiro (*Coffea canephora* e *Coffea racemosa*) e ausência de cafeína nos grãos (*Coffea pseudozanzibarica*).

Os germoplasma dos principais Bancos Ativos de *Coffea canephora* da Costa do Marfim, Camarões, Uganda, Índia, Indonésia e Brasil estão sendo avaliados quanto à sua diversidade genética, por meio de técnicas moleculares e de procedimentos estatísticos multivariados, utilizando-se características agromorfológicas (DUSSET et al., 1999; FONSECA, 1999; FERRÃO, R.; FONSECA; FERRÃO, M., 2000; FERRÃO et al., 2005). Lashermes et al. (1999) mostraram, através de análises moleculares, a diversidade genética do germoplasma africano, importante em programas de melhoramento. Ruas et al. (1999) analisaram a diversidade genética da coleção de germoplasmas do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) aplicando a técnica de RAPD. Verificaram um coeficiente de similaridade entre espécies variando de 0,58 (*Coffea eugenioides* e *Coffea racemosa*) a 0,84 (*Coffea arabica* e *Coffea eugenioides*), revelando um considerável nível de variação genética. A espécie *Coffea arabica* mostrou associação de 76% com *Coffea canephora* variedade Robusta e 68% com *Coffea canephora* variedade Kouillou, caracterizando a possibilidade de se ter sucesso em programas de hibridações interespecíficas envolvendo as espécies mais importantes mundialmente.

Fonseca (1999), Ferrão (2004) e Ferrão et al. (2007), estudando a divergência genética de genótipos elites de *Coffea canephora* do programa de melhoramento genético do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) com base em procedimentos multivariados, verificaram variabilidade genética expressiva entre os materiais genéticos envolvidos. A análise com marcadores moleculares, realizadas em um grupo de materiais genéticos do referido programa, também mostrou diversidade genética relativamente ampla (FERRÃO et al., 2005). Neste trabalho, observaram que os clones componentes de cada variedade clonal do Incaper encontravam-se distribuídos em vários grupos geneticamente dissimilares, apesar de possuírem características fenotípicas em comum.



No Estado do Espírito Santo, tem sido mantida, em BAG no Incaper, a maior coleção de *Coffea canephora* variedade Conilon. Este BAG está localizado na Fazenda Experimental de Marilândia, no município de Marilândia/ES, e apresenta atualmente 375 acessos, com 10 plantas/acesso, os quais estão sendo caracterizados através de características morfo-agronômicas avaliadas em condições de campo e por análise do DNA.

Nos últimos anos, está sendo registrada na cafeicultura brasileira a presença de pragas, doenças e nematóides não considerados importantes no passado e que atualmente têm se constituído em problemas prioritários, merecendo atenção da pesquisa científica. Visando aumentar a diversidade e selecionar materiais genéticos com fonte de alelos desejáveis para os problemas em questão, estratégia de coletas, instalação, caracterização e manutenção de germoplasma por intermédio de BAG é uma alternativa que deve ser priorizada em políticas referentes à cultura do café.

Os métodos para conservar germoplasmas constituem-se basicamente de duas estratégias metodológicas distintas: conservação *in situ*, quando as plantas são conservadas em seus habitats naturais, e conservação *ex situ*, quando as plantas são mantidas fora de seu habitat natural. A utilização de apenas uma única técnica de conservação pode não ser adequada para manutenção de toda a diversidade genética de uma espécie (DULLOO et al., 1998). Tradicionalmente, as espécies de *Coffea* têm sido conservadas *ex situ* como plantas mantidas em condições de campo, em bancos ou coleções de germoplasma, devido à perda do poder germinativo, num curto período de armazenamento, de sementes das espécies. Contudo, a conservação das plantas em campo constitui riscos efetivos de erosão genética devido às variações ambientais, à incidência de pragas e doenças e a outros fatores aleatórios. Aliado a este fator, há necessidade de grandes áreas experimentais, número elevado de mão-de-obra e elevado custo para implantação, manejo e manutenção desses campos.

Com os avanços na área de biotecnologia, está sendo estudada a conservação *ex situ*, utilizando-se dos procedimentos de cultura de tecidos e de criopreservação. O termo criopreservação significa a preservação das sementes e de partes da planta em estado congelado, em temperaturas ultrabaixas, como as estudadas para café, em nitrogênio líquido (-150° a -196°C). Para tal, vários protocolos têm sido trabalhados com o objetivo de avaliar a viabilidade do armazenamento e da conservação dos germoplasma de café a longo prazo (MUNDIN et al., 2003; EIRA; REIS; RIBEIRO, 2005). Segundo os autores, a conservação das sementes em temperatura ultrabaixa interrompe o metabolismo celular, reduzindo ou eliminando completamente a ocorrência de reações metabólicas que podem levar à degeneração celular, sendo assim considerada como uma promissora maneira de conservação de células, tecidos e órgãos vegetais, a partir dos quais as plantas podem ser regeneradas.

Todas as atividades de conservação de recursos genéticos requerem a caracterização da diversidade presente nos conjuntos gênicos e nos bancos de germoplasma (EIRA; REIS; RIBEIRO, 2005). O conjunto gênico de uma espécie cultivada inclui todas as cultivares, parentais silvestres e espécies silvestres afins que contêm genes com uso potencial para o melhoramento. A caracterização envolve primariamente a avaliação de caracteres morfológicos, baseados em descritores definidos *a priori* para as espécies e de interesse direto dos usuários. Concomitantemente, é importante e complementar a utilização de outras técnicas que não sofrem influência das variações ambientais na caracterização dos indivíduos, como as moleculares, que analisam o polimorfismo diretamente do DNA.

No Brasil, foram elaborados e publicados, em diário oficial, os descritores de café (Anexo 1), os

quais se associam basicamente a características morfológicas e fenológicas. Todos os acessos do BAG do Incaper vêm sendo caracterizados por esses descritores e também com base em marcadores moleculares, e os dados obtidos estão sendo catalogados e armazenados. A Figura 3 ilustra a variabilidade encontrada entre o germoplasma para diferentes características.

O aumento da variabilidade genética deste BAG constitui-se atualmente na meta principal do programa de melhoramento do Instituto, onde têm sido envidado grande esforço de introdução de novos genótipos. Para tanto, especial atenção tem sido dada, pela equipe de pesquisadores, às questões da guarda do germoplasma, a introduções e em evitar o danoso processo de erosão genética. Com base na integração entre Incaper e outras instituições nacionais, nos últimos anos foram introduzidos, do IAC e da Epamig/UFV, diferentes materiais genéticos no Estado, para trabalhos experimentais. Recentemente, o Incaper tem buscado viabilizar também introdução de germoplasma de outros países, utilizando-se de parcerias internacionais para desenvolvimento de projetos de interesse mútuo, como os em andamento entre Incaper e Nestlé e Incaper, Embrapa Recursos Genéticos e Cirad (Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento/França).

Finalizando, a introdução de germoplasma deve seguir as exigências legais, devendo o material introduzido em questão ser acompanhado de Certificado Fitossanitário (GIACOMETTI, 1988). Considerando os avanços na área de cultura de tecidos nos últimos anos, o intercâmbio de germoplasma *in vitro* oferece a segurança do estado sanitário e possibilita a obtenção de material básico sadio.



Figura 3. Variabilidade encontrada no Banco Ativo de Germoplasma de *Coffea canephora* do Incaper, localizado na Fazenda Experimental de Marilândia/ES.



5. REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W. *Princípios do melhoramento genético de plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381 p.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. *Diagnóstico da cafeicultura capixaba: o café robusta no Espírito Santo*. Vitória, ES: Bandes 1987, 88p.

BERTHAUD, J. L'Incompatibilité chez *Coffea canephora*: Méthode de test et déterminisme génétique. *Cofé Cacao Thé*. Nogest-sur-Marne, v. 24, n.1, p. 167-174. 1980.

BERTHAUD, J. *Les ressources génétiques pour l'améliorations des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application*. Paris: ORSTOM, 1985, 379p. (Document ORSTOM n. 1988)

CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie arábica. *Separata dos boletins da superintendência de serviços de café*. Campinas, SP: IAC, dez. 1945 a abr. 1946.

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L.C. Café. In: FURLANI, A. M. C.; VIEGAS, G. P. (Eds.) *O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo de Campinas*. Campinas, SP: IAC. Cap. 2. p. 29-76, 1993.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.) *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Herm, Westport, Conn, 1985. p. 13-47.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffee plant breeding: *Coffea canephora* Pierre. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.) *Coffee: agronomy*. London: Elsevier Applied Science, p. 167-195, 1988.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*: auto-incompatibilidade em *Coffea Canephora* Pierre ex *Froehner*. *Bragantia*, v. 20, n. 34, p.787-804, 1961.

COSTE, R. *Coffea: the plant and the product*. London: Macmillan, 1992. 328p.

DEVREUX, M.; VALLAYES, G.; POCHET, P.; GILLES, A. Recherches sur l'autostérilité du caféier robusta (*Coffea canephora* Pierre). Publication INEAC *Série Scientifique*, p.78. 1959.

DULLOO, M. E.; GUARINO, L.; ENGELMANN, F.; NIGEL, M.; NEWBURG, J. H.; ATTERE, F.; FORD-LOYD, B. V. Complementary conservation strategies for genus *Coffea*: a case study of Mascarene *Coffea* species. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 45: 565-579. 1998.

DULLOO, E.; WALYARO, J. Germoplasm conservation of coffee – na African perspective,



IPGRI, *Newsletter for sub-Saharan Africa*, 13: 4-5. 2000.

DUSSET S.; LASHARMES, P.; ANTHONY, F.; MONTAGNON, C.; TOUSLOT, P.; CAMBES, M. C.; BERTHAUD, J.; NOIROT, M.; HAMAN, S. Le café, *Coffea canephora*. In: HAMON, P.; SEGUIN, M.; PERRIER, X.; GLASZMANN, J. C. (Eds.). *Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*. France, CIRAD, Montpellier, p. 175-194, 1999.

ECCARDI, F.; SANDALJ, V. *Coffee – a celebration of diversity*. Sandalj Eccardi Company, Trieste, Italy, 228 p., 2002.

EIRA, M. T. S.; REIS, R.; RIBEIRO, F. N. S. Banco de sementes de café em criopreservação: experiência inédita no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: Embrapa Café: Núcleo Genética e Melhoramento do Cafeeiro, p. 3, 2005 1CD ROM,

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, N.; YAMADA, J. (Eds.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro*. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1986, p. 87-113.

FAZUOLI, L. C. *Metodologias, critérios e resultados de seleção em progênies de café Icatu com resistência a Hemileia vastatrix*. 1991. 322 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G. Programa de melhoramento genético de café robusta no Brasil. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. 3., 1999, Lavras, MG: *Anais...* Lavras: UFLA. 1999. p. 50-65.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G. Banco Ativo de Germoplasma de *Coffea canephora*, variedade Conilon no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG: *Resumos Expandidos...* Brasília: Embrapa Café e MINASPLAN. v. 1. p. 405-407, 2000.

FERRÃO, R. G. *Biometria aplicada ao melhoramento genético o café Conilon*. 2004. 256 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da; BARBOSA, W. M.; FERRÃO, R. G. Variabilidade genética em *Coffea canephora* com base em marcadores RAPD. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 4., 2005, Londrina, PR. *Anais...* Londrina: Núcleo Biotecnologia Aplicada à Cadeia Agroindustrial do Café, p. 3, 2005. 1 CD ROM

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; De MUNER, L. H.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. Café Conilon: técnica de produção com variedades melhoradas. 3. ed. Vitória, ES: Incaper, 2007, 60 p. (Incaper. Circular Técnica, 03-I).

FONSECA, A. F. A. da. Variedades clonais de café conilon. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE CAFÉ 1., 1995. Vitória, ES. *Anais...* Vitória: Cetcaf, 1995. p. 29-33.

FONSECA, A. F. A. da. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no Estado do Espírito Santo. In: PAIVA, R. (Ed.). WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS. 1996, Lavras, MG. *Proceedings...* Lavras: UFLA, 1996. p. 31-34.

FONSECA, A. F. A. da. *Análise biométrica em café conilon (Coffea canephora Pierre)*. 1999. 121f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

GIACOMETTI, D. C. Introdução e intercâmbio de germoplasma. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1988, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal: FCAV, p. 43-55, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Estrutura da Cafeicultura. In: *Cafeicultura no Espírito Santo*. IBC-OEA. Cap. 2, p. 32-54, 1964.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Variedades de café In: *Instruções técnica sobre a cultura do café no Brasil: manual de recomendações*. 4. ed. IBC-GERCA, p. 85-126, 1981.

KRUG, C. A. Melhoramento do cafeeiro: doze anos (1933-1944) de pesquisas básicas e aplicadas realizadas nas secções de genética, café e citologia no Instituto Agrônômico. 2. ed. *Separatas dos Boletins* 222, 223, 224. Campinas: Tipografia Aurora, 1945.

KRUG, C. A.; CARVALHO, A. The genetics of coffea. *Advances in Genetics*, 4: 127-68, 1951.

LASHERMES, P.; COUTURON, E.; MOREAU, N.; PAILLARD, M.; LOAURN, J. Inheritance and genetic mapping of self-incompatibility in *Coffea canephora* Pierre. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 93, n. 3, p. 458-462. 1996.

LASHERMES, P.; COMBES, M. C.; TOPART, P.; ANTHONY, F. Genetic diversity and molecular mapping of coffee. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 2., 1999, Londrina, II Seminário sobre biotecnologia na agroindústria cafeeira. Londrina, 1999. p. 121-123.

MALTA, M. M. Brasil: Novo produtor de café robusta. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO CAFÉ ROBUSTA, 1., Vitória, ES. *Anais...* Vitória: Seag, 1986, p. 19-28.

MATIELLO, J. B. Clima e solos para o cafeeiro. In: O café: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, Cap. 2, p. 26-39, 1991.

MATIELLO, J. B. *Café conilon: como plantar, tratar, colher, preparar e vender*. Rio de Janeiro, RJ: 1998. 162 p.



MENDES, A. J. T. Observações Citológicas em *Coffea*. VI. Desenvolvimento do endosperma e do embrião em *Coffea arabica* L. *Bragantia* 2 p. 115-128, 1942.

MONACO, L. C.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento de cafeeiro. Germoplasma de café Icatu e seu potencial no melhoramento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA 2., 1974, Póços de Caldas, MG. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/CERCA, 1974, p. 103.

MONTAGNON, C.; LEROY, T.; YAPO, A. B. Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffea canephora* Pierre) en collection. Conséquences sur leur utilisation en sélection. *Café Cacao Thé* 36: 187-198, 1992

MONTAGNON, C.; LEROY, T.; ESKES, A. B. Varietal improvement of *Coffea canephora*. II. Breeding programmes and their results. *Plantation Recherche Développement* 5: 18-33, 1998.

MONTAGNON, C. *Optimisation des gains génétiques dans le schéma de sélection réciproque de Coffea canephora* Pierre. 2000. 139f. Tese (Doutorado) Ecole Nationale supérieure agronomique de Montpellier. Montpellier, France, 2000.

MORALES, E. A. V.; VALOIS, A. C. C.; NASS, L. L. *Recursos genéticos vegetales*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa - Cenargen, 78 p., 1997.

MUNDIN, I. P.; RIBEIRO, F. N. S.; MUNDIN, R. C.; SANTOS, I. R. I.; SALOMÃO, A. N. Criopreservação de germoplasma de espécies *Coffea* utilizando a criopreservação em nitrogênio líquido. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2003, p. 90-91

OROZCO-CASTILLHO, C. K. J.; CHALMERES, R. W.; POWELL, W. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 87: 934-940. 1994.

PAULINO, A. J.; MATIELLO, J. B.; PAULINI, J. B.; BRAGANÇA, J. B. *Cultivo do café conilon*. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 32p., 1984. (IBS/GERCA. Instruções técnicas sobre a cultura do café no Brasil, 16).

PRAXEDES, S. C.; DaMATTA, F. M.; LOUREIRO, M. E.; FERRÃO, M. A. G.; CORDEIRO, A. T. Effects on long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var *kouillou*) leaves. *Environmental and experimental Botany* 56: 263-273. 2006

RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; SONDAHL, N. Coffee. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Org.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical and tropical crops*. Boca Raton, Flórida, USA: CRC, 1994. v. 2, p. 101-122.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do Cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, J. (Eds). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do*

cafeeiro. Piracicaba: POTAFOS, 1986, p. 13-85.

RODRIGUES, C. J. Jr.; BETTENCOURT, A. J.; RIJOL, L. Raves of the pathogens and resistance to coffee rust. *Annu Rev. Phytopathol*, 13: 49-70, 1975.

RUAS, P. M.; DINIS, L. E. C.; RUAS, C. F.; SERA, T. Variabilidade genética obtida por RAPD em espécies e híbridos de *Coffea*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEIEIRA, 3., 1999, Londrina, PR. *Anais...* Londrina, 1999, p. 165-170.

SMITH, R. F. A history of coffee. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.) *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm; Westport Conn. Cap. 1, p. 1-12, 1985.

VAN DER VOSSEN, H. A. M. Coffee selection and breeding. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Eds.) *Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm; Westport Conn. Cap. 3, p. 48-96, 1985.

Anexo 1

I. CAFÉ – DESCRITORES – AVALIAÇÃO FENOTÍPICA

Coffea spp*(Coffea arabica, Coffea canephora, híbridos inter-específicos)*

Nome proposto para a cultivar:

Nº:.....

Característica (*)	Identificação da característica	Código da descrição	Cultivar de referência	Código da cultivar
1. Planta: formato (+)	cilíndrico	1	Catuaí, MundoNovo	☐
	cônico	2	Villalobos	
	cilíndrico-cônico	3	Acaíá	
	cônico invertido	4		
2. Planta: altura (+)	muito baixa	1	Villalobos	☐
	baixa	3	IAPAR 59	
	média	5	Catuaí	
	alta	7	Acaíá	
	muito alta	9	Mundo Novo	
3. Planta: diâmetro da copa (+)	muito pequeno	1	Villalobos	☐
	pequeno	3	IAPAR 59	
	médio	5	Catuaí	
	grande	7	Acaíá	
	muito grande	9	Mundo Novo	
4. Haste (principal e lateral): comprimento do internódio	curto	3	Villalobos	☐
	médio	5	Catuaí	
	longo	7	Mundo Novo	
5. Ramo plagiotrópico: posição em relação aos ramos ortotrópicos	ereta	1	Catuaí, MundoNovo	☐
	semi ereta	2		
	horizontal	3		
	semi pendente	4		
6. Folha: comprimento	curto	3	Bourbon	☐
	médio	5	Mundo Novo	
	longo	7	Obatã	
7. Folha: largura	estreita	3	Bourbon	☐
	média	5	Mundo Novo	
	larga	7	Obatã	
8. Folha: forma (+)	elíptica	1		☐
	ovalada	2		
	lanceolada	3		
9. Folha: cor na fase jovem	verde	1	Catuaí	☐
	bronze	2		
	verde e bronze	3		
	púrpura	4		
10. Folha: cor na fase adulta	verde-clara	1	Obatã	☐
	verde-escura	2		
	púrpura	3		
11. Folha: ondulação das bordas	ausente	1	Laurina	☐
	presente	9	Mundo Novo	

Continua ...

... Continuação

Característica (*)	Identificação da característica	Código da descrição	Cultivar de referência	Código da cultivar
12. Folha: intensidade da ondulação das bordas	fraca	3	Mundo Novo	☐
	média	5		
	forte	7		
13. Folha: profundidade da nervura secundária	baixa	3		☐
	média	5		
	alta	7		
14. Folha: domácia	ausente	1		☐
	parcialmente desenvolvida	2		
	bem desenvolvida	3		
15. Folha: pubescência na domácia	ausente	1		☐
	presente	9		
16. Inflorescência: quantidade por axila foliar	baixa	3	Típica	☐
	média	5	Bourbon	
	alta	7	Catuaí	
17. Flor: quantidade por inflorescência	baixa	3	Típica	☐
	média	5	Bourbon	
	alta	7	Catuaí	
18. Flor: pólen	fértil	1		☐
	estéril	2		
19. Flor: compatibilidade	auto-compatível	1		☐
	parcialmente compatível	2		
	auto-incompatível	3		
20. Fruto: tamanho	muito pequeno	1	Mokka	☐
	pequeno	3	Borbon Amarelo	
	médio	5	Mundo Novo	
	grande	7	Acaíá	
	muito grande	9	Maragogipe	
21. Fruto: formato (+)	redondo	1	Mokka	☐
	oblongo	2	Mundo Novo	
	elíptico	3		
22. Fruto: cor (fase madura)	amarela	1	Bourbon	☐
	vermelho-alaranjada	2	Mundo Novo, Rubí	
	vermelho-média	3		
	vermelho-escura	4		
23. Fruto: sépala	ausente	1	Bourbon Amarelo	☐
	presente	2		
24. Fruto: grau de aderência ao ramo	baixo	3	Mundo Novo	☐
	médio	5		
	alto	7		
25. Semente: comprimento (+)	curto	3	Catuaí	☐
	médio	5	Mundo Novo	
	longo	7	Acaíá	
26. Semente: largura (+)	estreita	3	Catuaí	☐
	média	5	Mundo Novo	
	larga	7	Acaíá	
27. Semente: espessura (+)	finha	3	Mokka, Ibairi	☐
	média	5	Mundo Novo	
	grossa	7	Maragogipe	

Continua ...

... Conclusão

Característica (*)	Identificação da característica	Código da descrição	Cultivar de referência	Código da cultivar
28. Semente: cor do endosperma	amarela	1		
	verde	2		☐
29. Semente: tonalidade da película de cobertura	clara	1		
	escura	2		
30. Semente: grau de aderência da película	fraco	3		
	médio	5		☐
	forte	7		
31. Ciclo até maturação (mais do 50% dos frutos maduros)	muito precoce	1	Bourbon	
	precoce	3	Mundo Novo	
	médio	5	Catuaí	☐
	tardio	7		
	muito tardio	9		
32. Ciclo até primeira produção após plantio	precoce	3	Catuaí	
	médio	5	Bourbon	☐
	tardio	7	Mundo Novo	

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

33. Ramo: intensidade da ramificação plagiotrópica	baixa	3	Acaiá	
	média	5	Mundo Novo	☐
	alta	7	Catuaí	
34. Ramo ortotrópico: quantidade	baixa	3		
	média	5		☐
	alta	7		
35. Ramo ortotrópico: flexibilidade	baixa	3		
	média	5		
	alta	7		
36. Fruto: suculência do mesocarpo (fruto maduro) <i>(somente para C. canephora)</i>	seca	3		
	média	5		☐
	suculenta	7		
37. Fruto: teor de cafeína	baixo	3	Laurina	
	médio	5	Mundo Novo, Catuaí	☐
	alto	7		
38. Semente: peso de 100 Sementes (11% de umid.) (+)	baixo	3	Ibairi	
	médio	5	Catuaí	
	alto	7	Acaiá	
39. Resistência a: (doenças)	ausente	1		
	presente	9		
40. Resistência a: (pragas)	ausente	1		
	presente	9		
41. Resistência a: (nematóides)	ausente	1		
	presente	9		
42. Reação a fatores Abióticos - SECA				

OBS: Se, na diferenciação entre as duas cultivares, ocorrer uma característica importante que não esteja referida na tabela, indicá-la, identificando o tipo de característica (fisiológica, morfológica, bioquímica, etc.) e especificando claramente a diferença entre as cultivares.

Denominação da cultivar semelhante	Característica diferente na cultivar semelhante	Expressão da característica na cultivar semelhante	Expressão da característica na cultivar a ser protegida

II. OBSERVAÇÕES E FIGURAS

A) OBSERVAÇÕES:

- Características 1, 2 e 3. Deverão ser avaliadas após duas safras a partir da terceira colheita
- Característica 3: diâmetro de copa. Deve ser avaliado a uma altura que corresponda ao diâmetro máximo.
- Características 25, 26 e 27. Deverão ser avaliadas numa amostra de 20 sementes.
- Característica 26. A avaliação de largura deverá ser efetuada com sementes de tipo “chato”.
- Característica 38. As sementes utilizadas na avaliação, deverão ser do tipo “chato”.

B) FIGURAS

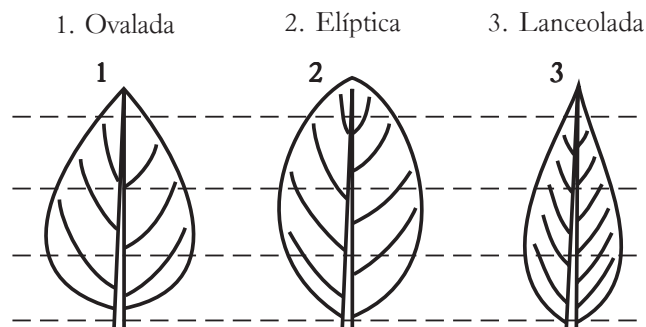


Figura 1. Forma da folha (8).



Figura 2. Formato do fruto (Descritor 21).



III. ORIENTAÇÕES GERAIS

1. Pelo menos duas safras de frutos serão necessárias para os testes de avaliação de diferenciação do material.
2. Os testes devem ser conduzidos num só local. Se for necessário, porém, a cultivar poderá ser testada em local adicional.

IV. INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO

1. Para facilitar a avaliação das diversas características, foi elaborada uma escala de códigos com valores que normalmente variam de 1 a 9. No entanto, podem ocorrer casos com mais de 9 alternativas. Nesse caso, a escala de códigos vai até onde for necessário. A interpretação dessa codificação é a seguinte:
 - a) Quando as alternativas de código forem sequenciais, isto é, quando não existirem espaços entre os diferentes valores, e a escala começar pelo valor 1, a identificação da característica deve ser feita necessariamente por um dos valores listados. Exemplo: “Planta: formato: valor 1 para “cilíndrico”; valor 2 para “cônico”; valor 3 para “cilíndrico-cônico”; e valor 4 para “cônico-invertido”. Somente uma dessas quatro alternativas é aceita para preenchimento.
 - b) Quando as alternativas de código não forem sequenciais, isto é, se existirem um ou mais espaços entre os valores propostos, a descrição da característica pode recair, além das previstas, em variações intermediárias. Exemplo: “Folha: largura” codifica o valor 3 para “estreita”, 5 para “média” e 7 para “larga”. Nesse caso, pode ser escolhido, por exemplo, o valor 4, que indicaria que a largura da folha é entre estreita e média, ou ainda pode ser escolhido qualquer valor entre 1 e 9. Neste último caso, um valor 2 indicaria uma folha muito estreita e um valor 9 classificaria uma folha como extremamente larga.
 - c) Se os códigos começarem pelo valor 1, o valor do outro extremo da escala será o máximo permitido. Exemplo: “Folha: cor na fase adulta”. O valor 1 corresponde a “verde-clara e o valor 3 a “púrpura”. Nesse caso, não existem os valores 4,5,6,7,8, ou 9. Pode ser escolhido, portanto, os valores 1,2, ou 3.