

# **ANEXOS**

(PRINCIPAIS VARIEDADES ADQUIRIDAS ATRAVÉS DA IRRADIAÇÃO)



## PRASIOLITA

(IRRADIATED SOFT GREEN PRASIOLITE QUARTZ)

# FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração verde do mineral quartzo comumente adquirida pelo método de irradiação gama (cobalto-60). O nome prasiolita é de origem grega e proveniente da junção das palavras “Prasio” (verde) e “Lithos” (pedra). O matiz verde exército adquirido da prasiolita com a irradiação é comercialmente o mais desejado e exatamente correspondente ao da prasiolita natural. O nome “prasiolita” apesar de comercial é o nome mais aceito pela comunidade científica. Para os apreciadores desta gema com pouca experiência, a gema com um verde intenso e quando lapidada é frequentemente confundida com outras gemas de coloração verde como o berilo verde, peridoto, e turmalina verde (verdelita). A prasiolita é também conhecida comercialmente por nomes inusitados como citrino lima (*lime Citrine*) e ametista verde (*Green Amethyst*).

**HISTÓRICO** – A descoberta do beneficiamento de quartzos hialinos para prasiolitas através de irradiação gama (cobalto-60) é recente e data dos meados do ano 2003 no Brasil pela empresa de irradiação comercial Embrarad. Até aquele momento a prasiolita era considerada uma variedade rara do mineral quartzo, os cristais naturais de prasiolita conhecido eram originários principalmente da Região de Montezuma – MG. A descoberta do processo foi através de testes em um quartzo provenientes de Uberlândia-MG. Anos depois se descobriu que quartzos hialinos de algumas regiões do Rio Grande do Sul também respondiam positivamente para prasiolita com o método de irradiação e alguns comerciantes deste arranjo produtivo local passaram também a produzir tal material em larga escala e continuam até os dias atuais.

**TRATAMENTO** – Diferente de outras gemas irradiadas, sua cor verde é observada logo após o processo de irradiação, as taxas de dose utilizadas são consideradas altas e tal material necessita de uma condição atmosférica especial para se obter um melhor resultado. Um tratamento térmico subsequente se faz necessário nas prasiolitas irradiadas, o mesmo é realizado sob o sol 3 a 15 dias ou em câmaras de raios ultravioletas para a retirada de um matiz fumê adquirido durante a irradiação. Em geral, não se usa fornos no tratamento térmico de prasiolitas irradiadas para a retirada deste matiz indesejado.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** A prasiolita considerada “extra” apresenta matiz verde exército intenso. A gema é mineralogicamente um quartzo (SiO<sub>2</sub>), tem uma dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura cristalina da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. O pleocroísmo é fraco e a gema não apresenta grandes variações de cor em diferentes direções cristalográficas. Gemologicamente o produto irradiado é considerado como correspondente ao natural (mesma cor, matiz e saturação) por esta razão, o tratamento por irradiação aplicado em geral é de difícil identificação por laboratórios gemológicos convencionais. Em geral esta gema é classificada e avaliada comercialmente nos mesmos moldes da prasiolita natural.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA** – Está relacionada a depósitos geológicos secundários principalmente em basaltos alterados pelo intemperismo físico de grandes derrames desta rocha como ocorre no Rio Grande do Sul (Sul do Brasil). Os cristais intercrecem comumente em planos de falha e fraturas originados por eventos tectônicos posteriores ao derrame basáltico. Uma teoria prevê a infiltração de fluidos meteóricas nestas fraturas enriquecidos em sílica e ferro retirados do basalto alterado propiciando a formação do material que dará origem a prasiolita. Os geodos formados não são ovais como os das tradicionais ametistas de coloração violeta, em geral estes geodos apresentam paredes retilíneas ou na forma abstrata da fratura que foi preenchida pelo fluido, corroborando sua tipologia.

**CAUSA DE COR** – Pesquisadores acreditam que a variedade prasiolita do mineral quartzo possa estar relacionada a presença do cromóforo Fe<sup>2+</sup> adquiridos durante o crescimento do cristal e retirados do basalto. Confirmada esta teoria, o matiz verde exército será certamente o resultado da combinação de um alto teor de Fe<sup>2+</sup> e altas taxas de dose de irradiação. Gemas com baixos teores de Fe<sup>2+</sup> não respondem ao processo mesmo quando submetidos a altas taxas de dose de radiação, ou então ficam com cores esverdeadas menos comerciais.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Atualmente o material em branco custa algo em torno de 50 reais lava por cada kilo para tamanhos pouco acima de 10 gramas. O aproveitamento é variável. Quartzos hialinos do Rio Grande do Sul susceptíveis a prasiolita apresentam aproveitamento algo em torno de 30% de uma produção total, enquanto que os quartzos hialinos da região de Uberlândia-MG a produção é ligeiramente maior. O preço do processo custa algo em torno de 40 USD para uma dose de aproximadamente 800 kGY. O valor para venda atualmente é variável gira em torno de 500 a 1000 USD dependendo da qualidade final do material e do mercado de atuação.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – No Brasil, as maiores ocorrências estão no Rio Grande do Sul, quartzos hialino que respondem positivamente para a prasiolita com irradiação gama (cobalto-60) já foram notificadas principalmente nos municípios de Ametista do Sul, Iraí, Frederico Westphalen, Planalto, Alpestre, Rodeio Bonito e em Minas Gerais (Uberlândia). Ocorrências de quartzos hialinos que resultam em prasiolitas também já foram notificadas em alguns municípios do Estado do Mato Grosso, Bahia, Goiás bem como algumas regiões do Uruguai.



## QUARTZO CONHAQUE

(IRRADIATED ORANGE-BROWNISHED  
QUARTZ NAMED COGNAC)

### A TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Nome dado a variedade de quartzo de laranja-amarronzado obtido por radiação gama (Co-60) aplicada em quartzos originalmente hialinos. O matiz laranja-amarronzado pode ser encontrado na natureza, porém é extremamente raro. Assim sendo, pode se afirmar que a grande maioria dos “quartzos conhaques” hoje em dia observado no mercado de gemas e jóias é produto de radiação gama (Co-60).

**NOMES COMERCIAIS** – Quartzo laranja-amarronzado, Citrino- laranja amarronzado, Quartzo conhaque, Quartzo Rubi (Para os de alta dose onde entra um pouco de coloração avermelhada) sendo este último matiz o mais desejado comercialmente e adquirido a partir de quartzos hialinos de poucas regiões brasileiras.

**HISTÓRICO** – O tratamento de quartzos hialinos que culminam no surgimento do quartzo conhaque teve início por volta 1995 a partir de tratamento de quartzos hialinos realizado pela Empresa Brasileira de Radiações- Embrarad. O nome quartzo conhaque é uma alusão a cor da referida bebida que se assemelha com o do material gemológico em questão adquirido por irradiação. O nome “Quartzo Conhaque” é um nome de uso internacional dado em alusão a cor da referida bebida pelo comerciante brasileiro de gemas João Batista proprietário da empresa Pentágono Industrial nos quartzos que adquiriram esta coloração provenientes da lavra “Cavalo Morto” em São José da Safira-MG. Internacionalmente este produto é também encontrado com o nome de Citrino laranja-amarronzado (*Orange-brownished Citrine*) que é o nome mais cientificamente aceito pela comunidade gemológica.

**TRATAMENTOS** – Diferente dos demais quartzos beneficiados por radiação gama, o quartzo conhaque responde positivamente quando processado em ambientes cuja atmosfera seja em grande parte oxidante (Sistemas aéreo de beneficiamento) e em dosagens que variam em média de 600 a 2000 kGy. Sua cor laranja-amarronzada não é observada logo após o processo de tratamento sendo necessário somente um tratamento térmico subsequente realizado em fornos convencionais tipo mufla em temperaturas que variam de 200 a 350°C.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** Variedade colorida de matiz laranja-amarronzado do mineral quartzo adquirido por radiação gama (cobalto-60). Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo, porém em alguns materiais de baixa dose apresentam matizes esverdeados fazendo parecer que seja pleocróico. Por ser um material cujo correspondente natural é raro, generaliza-se que o quartzo conhaque seja sempre um produto de irradiação. A identificação do quartzo conhaque em laboratórios gemológicos convencionais relata as mesmas propriedades físicas de um quartzo laranja-amarronzado natural. Os matizes mais laranja-avermelhados são os mais desejados pelo comerciante de gemas e joalheiros, em alguns casos o mesmo somente é conseguido sob altas taxas de dose.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA** – O quartzo conhaque é uma material de veios geológicos de quartzos de caráter hidrotermal de alta temperatura em grande parte metamorfizados (sofreram aquecimentos geológicos). Nos materiais que originam quartzo conhaque em geral não são observados cristais de faces bem formadas, em geral é um material típico apenas de lascas retiradas desses grandes veios pegmatóides pouco diferenciados (veios empobrecido em diferentes tipos de elementos químicos).

**CAUSA DE COR** - A causa de cor no quartzo conhaque ainda é pouco estudada. Pesquisadores acreditam que o cromóforo do quartzo conhaque seja o  $Fe^{3+}$ . Sob baixa dose o material desenvolve coloração esverdeada e indesejada pelo cliente que objetiva o quartzo conhaque como produto. Somente sob altas taxas de dose tal matiz laranja é adquirido enquanto que o matiz amarronzado do quartzo conhaque tem sua causa independente do matiz alaranjado desta gema, onde este é dado pelo teor de  $Al^{3+}$  presente nas amostras e já se mostrando sob baixas doses de irradiação. Acredita-se que os teores de  $Fe^{3+}$  e  $Al^{3+}$  ocorram na mesma proporção impossibilitando a retirada total do matiz fumê por aquecimento ficando a gema laranja-amarronzada no final do processo.

**COMÉRCIO & PRODUÇÃO** – No ano de 1997 o quilo do quartzo conhaque alcançou cerca de 700 USD por kilo. Atualmente estes valores não ultrapassam os USD 300,00 dólares americanos. O quartzo conhaque é bastante apreciado por joalheiros, artesão e designers de jóias. Os quartzos conhaque de matiz avermelhados são os mais desejados e apenas os de alta dose de radiação gama são os que adquirem este matiz. Cerca de aproximadamente 3 toneladas de quartzo hialinos são processados mensalmente em unidades gama a cobalto-60 para a obtenção do quartzo conhaque.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – No Brasil, o quartzo hialino que pode ser transformado em quartzo conhaque por irradiação é oriundo principalmente do Estado de Minas Gerais (cidades como São José da Safira, São Geraldo do Baixio, Galiléia, Poté, Itinga) e em algumas regiões da Bahia.



## CITRINOS IRRADIADOS

(IRRADIATED PURE YELLOW AND  
ORANGE CITRINES)

### FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração amarela e/ou laranja do quartzo adquirido por em geral por radiação gama (cobalto-60) aplicada no quartzo hialino de algumas regiões brasileiras. O nome citrino vem do latim “*citrus*” que significa cítrico ou de cor cítrica. As variedades adquiridas por irradiação recebem nomes de suas localidades de onde o material foi originalmente extraído. O citrino propriamente dito adquirido por irradiação, difere do citrino conhaque por apresentar um tom laranja mais puro com pouco matiz fumê.

**NOMES COMERCIAIS** – Citrino Pará, Citrino Bahia, Citrino Cristalina, Citrino Itamarandiba são exemplos de citrinos adquiridos por irradiação de acordo com sua localidade, o nome Citrino Honey (Mel) também é utilizado comercialmente para variedades um matiz laranja intenso.

**HISTÓRICO** – O tratamento do quartzo hialino para citrinos puros é extremamente recente, apenas quando passou a levar o quartzo sob altas taxas de doses de irradiação gama (Co-60) descobriu-se a possibilidade de ter um citrino de matiz laranja e / ou amarelos mais puros em seus matizes.

**TRATAMENTOS** – Grande parte do citrinos acima de 10 gramas observado hoje no comércio é produto de tratamento por radiação gama (Co-60) aplicado em quartzo hialino de determinadas regiões brasileiras. O material de melhor qualidade gemológica é adquirido através da irradiação em ambiente atmosférico oxidante sob doses que ultrapassam os 1500 kGy. O subsequente tratamento térmico varia na faixa de temperatura entre 250 a 400°C se faz necessário após a irradiação.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** Variedades laranja e/ou amarela do mineral quartzo. Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de Mohs e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. Gemologicamente o produto irradiado é considerado como correspondente ao natural (mesma cor, matiz e saturação) e de difícil identificação em laboratórios gemológicos convencionais.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA-** O quartzo que dão origem a citrinos após irradiação são de veios geológicos de quartzos de caráter hidrotermal de alta temperatura em grande parte metamorfizados (sofreram aquecimentos geológicos ao longo dos anos). Nos materiais que originam quartzo citrino podem ser observados cristais de faces bem formadas, diferindo nos materiais conhaque que em geral são adquiridos através da irradiação de “ lascas” de quartzos.

**CAUSA DE COR** – Alguns pesquisadores acreditam que a variedade citrino irradiado tem o seu matiz laranja relacionada à presença do cromóforo  $Fe^{3+}$  em concentração superior a concentração de  $Al^{3+}$  responsável pela cor fumê. Devido às concentrações de  $Fe^{3+}$  e  $Al^{3+}$  serem diferentes, o matiz fumê menos estável pode ser filtrado por aquecimento simples em temperatura que não ultrapassam os 350°C.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Os citrinos irradiados são bastante desejados por comerciantes de gemas e jóias. Na atualidade pode ser vendido até 1000 USD por kilo em bruto e já processado. O preço do tratamento é algo em torno de 35 USD por kilo. Seu preço na lavra é bastante variável gira algo em torno de 50 a 200 USD por kilo do bruto. Atualmente um citrino de boa qualidade e bem lapidado pode alcançar até 5 dólares por quilate.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Mesoregião Bico do Papagaio (Pará), Itamarandiba-MG, Cristalina (Goiás).



## QUARTZO GREEN GOLD

(IRRADIATED YELLOW-GREENISHED  
COLOR QUARTZ NAMED GREEN-GOLD )

### FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração amarela-esverdeada do mineral quartzo adquirida por radiação gama (cobalto-60) aplicada em quartzos originalmente hialinos de algumas regiões brasileiras. O nome *Green-Gold* (do inglês Ouro Verde) é uma referência aos matizes verde-amarelo que são adquiridos após exposição a irradiação.

**HISTÓRICO** – Trata-se de um dos primeiros quartzos irradiados principalmente através de radiação gama (Co-60), seu tratamento foi descoberto no início da década de 80 no Brasil pela empresa Embrarad, logo após a descoberta dos tratamentos para topázios azuis com o mesmo processo. Apresenta grande aceitação comercial estando sempre presente nas principais joalherias nacionais e internacionais. O *Green-gold* não apresenta correspondente natural, portanto todo *Green-gold* observado em jóias é produto de irradiação. Difere do chamado Quartzo Limão, por apresentar um o matiz amarelo prevalecendo sobre o verde. A mesma pedra que gera o Green-gold em alguns caso é passível de gerar o quartzo conhaque e ou citrino em dosagens mais elevadas, isso vai depender da região ao qual o mesmo foi extraído (Ambiente Geológico).

**NOMES COMERCIAIS** – Quartzo Verde amarelado, Citrino Brasileiro, Quartzo Oro Verde, Citrino Oro Verde.

**TRATAMENTOS** – O matiz amarelo-esverdeado característico do *Green-Gold* é conseguidos em doses acima de 180 kGy e menores que 600 kGy e onde vale a regra, maiores doses aplicadas, maiores intensidades no matiz verde-amarelado, e também maiores os valores de serviços do beneficiamento. Testes preliminares são sempre necessários para a identificação da dose exata de processamento. O Green-Gold responde com uma melhor qualidade gemológica quanto processado em ambiente redutivo (ex: Submerso em água) do que quando em ambiente oxidante (a Seco). Seu tratamento térmico também é variável, e está em temperaturas entre 200 a 300°C.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** Variedades Verdes amarelada do mineral quartzo obtidas através de irradiação. Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. O *Green-gold* é de fácil identificação em laboratórios gemológicos convencionais.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA-** Principalmente em veios de quartzo de caráter hidrotermal, e depósitos secundários tipo colúvio, e aluviões, e mais raramente relacionados a veios Pegmatíticos.

**CAUSA DE COR** – Acredita-se que sua cor verde-amarelada esteja relacionada ao conteúdo de Ferro adquirido das rochas no momento de seu crescimento na natureza, e também de se estado de valência +2. A coordenação iônica também pode influenciar nesta cor, porém poucos trabalhos foram realizados neste sentido.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Logo após o seu surgimento o *Green gold* chegou a ser vendido até 5 dólares o quilate quando lapidado. Atualmente estes valores não ultrapassam os 2 dólares por quilate. O preço do quilo do quartzo hialino susceptível a obtenção do quartzo *Green gold*, na lavra, não ultrapassa os 20 reais.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Ocorre praticamente no Brasil inteiro, porém os de melhores qualidade gemológicas foram notificados em Minas Gerais (Municípios de São José da Safira, São Geraldo do Baixio, Poté, Galiléia etc.), Goiás (Cristalina-Goiás) e Pará (São Geraldo do Araguaia).

# QUARTZO OLIVA

(IRRADIATED OLIVE COLOR QUARTZ)



## FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração verde oliva do mineral quartzo adquirida por radiação gama (cobalto-60) aplicada em quartzos originalmente hialinos de algumas regiões brasileiras. O nome *Quartzo Oliva* é uma analogia ao matiz da azeitona (*olive* azeitona em inglês).

**NOMES COMERCIAIS** – Quartzo Oliva, Quartzo azeitona,

**HISTÓRICO** – Descoberto na década de 80, o quartzo oliva é uma variedade de baixa demanda, apenas quartzos hialinos de algumas regiões é capaz de produzir o matiz azeitona após irradiação e subsequente tratamento térmico. O quartzo oliva não apresenta correspondente natural, portanto todo quartzo oliva observado em jóias é produto de irradiação. A mesma pedra que gera o Green-gold em alguns casos é passível de gerar o quartzo oliva em dosagens mais baixas, isso vai depender da região ao qual o mesmo foi extraído (Ambiente Geológico).

**TRATAMENTOS** – Um bom material que origina o Green-gold é capaz de originar o quartzo oliva, em geral o matiz verde oliva em quartzo hialinos são obtidos em doses de aproximadamente 80 kGy, similares ao do quartzo limão. A queima do material após irradiação também é de fundamental importância na aquisição deste matiz.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA** : Variedades de coloração Verde oliva do mineral quartzo obtidas através de irradiação gama (cobalto-60). Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. O *quartzo oliva* é de fácil identificação em laboratórios gemológicos convencionais devido não apresentar correspondente natural.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA**- Típico de veios de quartzo de origem hidrotermal e depósitos secundários tipo colúvio, e aluviões, e mais raramente relacionados a veios Pegmatíticos.

**CAUSA DE COR** – Acredita-se que sua cor verde oliva também esteja relacionada ao conteúdo de Ferro adquirido das rochas no momento de seu crescimento na natureza, e também de estado de valência +2. Poucos trabalhos foram realizados na tentativa de esclarecer a causa de cor nesta variedade de quartzo adquirida por irradiação.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Atualmente o quartzo oliva quando lapidado não ultrapassam os 2 dólares por quilate. O preço do quilo do quartzo hialino susceptível a obtenção do quartzo oliva, na lavra, não ultrapassa os 20 reais.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – São José da Safira ( lavra cavalo morto), São Geraldo do Baixio.

# QUARTZO LIMÃO

(IRRADIATED GREEN-YELLOWISHED  
COLOR NAMED LEMON QUARTZ)



## FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** Variedade de coloração verde-amarelada do quartzo adquirido por em geral por radiação gama (cobalto-60) aplicada no quartzo hialino de algumas regiões brasileiras. O nome quartzo limão é uma analogia a cor verde limão da fruta. O matiz verde-amarelado do quartzo limão não existe na natureza, assim sendo, pode se afirmar que a grande maioria dos “quartzos limão” hoje em dia observada no mercado de gemas e jóias é produto de radiação gama (Co-60).

**NOMES COMERCIAIS** – Lemon Quartz, Lemon Citrine, Citrino Limão.

**HISTÓRICO** – Nos últimos anos esta vem sendo a pedra preciosa de muito joalheiros, confundida muitas das vezes com o *Green-Gold*, a grande diferença entre estas variedades é que os matizes de verde no quartzo limão são mais fortes que o amarelo do quartzo *Green-gold*. Quando processado em presença de água o matiz verde fica mais aveludado e de melhor qualidade gemológica. Após sua descoberta na década de 90 pela empresa brasileira de radiações-EMBRARAD, o quartzo limão se tornou sucesso absoluto nos canais de vendas de cidades americanas como Nova York.

**TRATAMENTOS** – Radiação Gama de baixas doses em ambiente redutor seguido de subsequente tratamento térmico após irradiação em temperaturas que não ultrapassem os 200°C.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** Variedades Verde-amarelada do mineral quartzo obtidas através de irradiação gama (cobalto-60) e com um certo tom verde neon quando processado em presença de água. Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. O *quartzo limão* é de fácil identificação em laboratórios gemológicos convencionais devido não apresentar correspondente natural.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA-** Típico de veios de quartzo de origem hidrotermal e depósitos secundários tipo colúvio, e aluviões, e mais raramente relacionados a veios Pegmatíticos.

**CAUSA DE COR** – Acredita-se que sua cor verde limão também esteja relacionada ao conteúdo de Ferro adquirido das rochas no momento de seu crescimento na natureza, e também de estado de valência +2. Poucos trabalhos foram realizados na tentativa de esclarecer a causa de cor nesta variedade de quartzo adquirida por irradiação e principalmente da origem de seu aspecto neon.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Atualmente o quartzo limão quando lapidado apresenta valores pouco acima do quartzo *Green gold* e oliva, porém não ultrapassam os 3 dólares por quilate. O preço do quilo do quartzo hialino susceptível a obtenção do quartzo limão, na lavra, é algo em torno de 20 reais.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Galiléia, São Geraldo do Baixo, Pará (São Geraldo do Araguaia), Cristalina (Goiás)



## FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração enfumaçada adquirida por irradiação gama (Cobalto-60) aplicada em quartzos de diversas regiões. Até mesmo o quartzo fumê natural é produzido pelas irradiações existente nas rochas. Não existe quartzo fumê sem um histórico de irradiação. O nome quartzo fumê é uma simples analogia ao matiz de coloração fumê.

**HISTÓRICO** – Certamente esta variedade colorida de quartzo é a mais conhecida cientificamente e também a variedade mais comum e a mais estudada como produto de irradiação. Numerosos estudos sobre centros de cor sempre relatam o matiz fumê do quartzo como produto de radiação, onde destacamos os trabalhos de Griffiths, Owen and Ward (1954), O'Brien (1955), Cohen and Summer (1958), Cohen (1956, 1960), Bambauer (1961), Bambauer, et al. (1960), and Kats (1961) estudaram o mecanismo da aquisição da coloração fume (formação de centros de cor) em quartzo visando a caracterização de tal materiais para uso como ressonadores, ou seja, tais estudos não tinha um cunho gemológico.

**NOMES COMERCIAIS** – Quartzo fumê, Quartzo enfumaçado, Smoky Quartz.

**TRATAMENTOS** – O beneficiamento de quartzo hialinos para o matiz fumê é extremamente simples. A grande maioria dos quartzo produzem o matiz fumê a partir das primeiras doses de radiação. Quanto maior a dose, maior a saturação da coloração “fumê”. Alguns cristais produzem um matiz fumê avermelhado. As doses de irradiação variam de 10 a 40 kGy para fins gemológicos.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA** : Variedades fumê do mineral quartzo obtidas através de irradiação gama (cobalto-60). Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. O *quartzo fumê irradiado* é de difícil identificação em laboratórios gemológicos convencionais devido apresentar correspondente natural.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA**- O quartzo fumê pode ser encontrado em veios pegmatíticos, em veios hidrotermais, em granitos, em depósitos secundários aluvionares e coluvionares.

**CAUSA DE COR** – Acredita-se que sua cor verde limão também esteja relacionada ao conteúdo de Alumínio adquirido das rochas no momento de seu crescimento na natureza, e também de estado de valência +3.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – O quartzo fumê é uma das variedades de quartzo mais utilizadas pela indústria de jóias. Várias toneladas de quartzo hialinos são processadas mensalmente visando obter o quartzo fumê. Atualmente o quartzo fumê quando lapidado apresenta valores pouco acima do quartzo Green gold e oliva, porém não ultrapassam os 2 dólares por quilate. O preço do quilo do quartzo hialino susceptível a obtenção do quartzo fumê, na lavra é algo em torno de 10 reais. O preço do processo por quilo varia de 2 a 5 dólares.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Diversas ocorrências de norte a sul do Brasil, como mencionado é raro um quartzo hialino que após exposição não adquira o matiz fumê.



## QUARTZO BLACK

(IRRADIATED BLACK COLOR QUARTZ)

### FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração totalmente preta e similar ao ônix adquirida por irradiação gama (Cobalto-60) quando aplicada em quartzos de algumas regiões brasileiras. Não existe quartzo Black na natureza, apenas macroscopicamente o quartzo Black é um correspondente do ônix, quando passamos para uma escala mais microscópica o quartzo Black é caracterizado como macrocristalino e o ônix um agregado de microcristalino. Não se tingem o quartzo Black devido a esta característica, assim como se faz com o ônix. O nome quartzo black é uma simples analogia ao matiz de coloração preta adquirida com altas doses de radiação gama (cobalt0-60).

**NOMES COMERCIAIS** – Quartzo Black.

**HISTÓRICO** – A produção de quartzo Black por irradiação é extremamente recente, foi descoberta pela empresa brasileira de radiações em quartzos translúcidos (levemente leitosos) da região de Bicas (MG). Não há nenhum registro sobre a causa de cor em quartzos Black. Acredita-se que o mesmo esteja relacionado a quartzos extremamente ricos em alumínio.

**TRATAMENTOS** – O beneficiamento de quartzo hialinos para o matiz black é extremamente complexo. A grande maioria dos quartzos produzem o matiz Black após altas taxas de dose, porém ao serem cortados em chapas finas o material apresenta-se fumê e causando um certo descontentamento. Assim sendo o quartzo hialino susceptível a quartzo Black por irradiação é raro. As doses de irradiação variam de 600 a 1000 kGy, não sendo necessário tratamento térmico subsequente após a irradiação.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA** : Variedades de coloração preta do mineral quartzo obtidas através de irradiação gama (cobalto-60). Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. O *quartzo black irradiado* é de difícil identificação em laboratórios gemológicos convencionais.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA**- O quartzo fumê pode ser encontrado principalmente em veios hidrotermais.

**CAUSA DE COR** – O quartzo Black é uma das variedades de quartzo adquiridas por irradiação pouco estudada até o presente momento, não se tem conhecimento do que condiciona o aparecimento do Black total. Presume-se que tal material esteja relacionado com um alto teor de alumínio (Al<sup>3+</sup>) que condiciona tal característica, mais estudos científicos neste material se faz necessário.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – O quartzo Black é uma das variedades de quartzo mais utilizadas pela indústria de jóias para confecção de jóias masculinas. Cerca de 300 quilos de quartzo hialinos em média por mês são processados visando obter o quartzo Black. Atualmente o quartzo black quando lapidado apresenta valores muito acima do quartzo fumê, porém não ultrapassam os 3 dólares por quilate. O preço do quilo do quartzo hialino susceptível a obtenção do quartzo black, na lavra é algo em torno de 20 reais. O preço do processo por quilo varia de 15 a 20 dólares.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Minas Gerais (Bicas).



## QUARTZO ROSE D'FRANCE

(IRRADIATED ROSE QUARTZ NAMED ROSE  
D'FRANCE)

### FICHA TÉCNICA

**DESCRIÇÃO / ETMOLOGIA** – Variedade de coloração “lavanda” adquirida por irradiação gama (Cobalto-60). Em uma análise mais técnica, o matiz lavanda da “Quartzo rose d’france” existe na natureza, porém é extremamente raro, quartzo de coloração rosas leitosos são mais comuns. O nome quartzo rose d’france é puramente comercial e faz referência a cor obtida com a irradiação. Poucas regiões brasileiras apresentam quartzos hialinos susceptíveis a quartzo rose de France após irradiação.

**NOMES COMERCIAIS** – Quartzo Rose D’France, Ametista de Buenópolis.

**HISTÓRICO** – O beneficiamento de quartzo hialino para rose de France surgiu no começo do Ano 2000 após o surgimento de uma lavra localizada na Serra do Cabral (Serra do Espinhaço Meridional) em Minas Gerais em um município conhecido como buenópolis. Após o beneficiamento o quartzo hialino desta região adquiria um matiz que mesclava entre o rosa e o lavanda. Atualmente tal região é considerada reserva ambiental e a extração deste material está proibida. Anos depois materiais rosados também foram identificados em no município de brejinho na Bahia.

**TRATAMENTOS** – O beneficiamento do quartzo hialino está relacionado ao método por cobalto-60 (Radiação gama), doses moderadas aproximadamente 600 kGy são suficientes para a aquisição de tal matiz. Não é necessário tratamento térmicos específicos em fornos após o processo de irradiação, apenas a exposição de alguns dias ao sol se faz necessário para a retirada de matizes fumês indesejados adquiridos com a irradiação.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA** : Corresponde a variedades de coloração lavanda e rosa do mineral quartzo obtidas através de irradiação gama (cobalto-60). Apresenta dureza de aproximadamente 7 na escala de dureza de *Mohs* e densidade de aproximadamente 2.65. A estrutura da gema é de um mineral pertencente ao sistema hexagonal e o índice de refração varia de 1.544 to 1.553. Não apresenta pleocroísmo. O *quartzo rose d’france* apesar de existir correspondente na natureza, em geral é produto de irradiação.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA**- Veios de quartzos de caráter hidrotermal e depósitos secundários coluvionares.

**CAUSA DE COR** – O quartzo rose d’france é uma das variedades de quartzo adquiridas por irradiação pouco estudada até o presente momento, não se tem conhecimento do que condiciona o aparecimento do Black total. Presume-se que tal material esteja relacionado com um alto teor de Manganês ( $Mn^{2+}$ ) que condiciona tal característica, mais estudos científicos neste material se faz necessário.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – O quartzo rose d’france é uma das variedades de quartzo bastante utilizadas pela indústria de jóias para confecção de jóias. Sua demanda atual é baixa, cerca de 200 quilos de quartzo hialinos em média por mês são processados visando obter o quartzo rose de france. Atualmente o quartzo rose d’france quando lapidado apresenta valores bem acentuados, principalmente se a lapidação for diferenciada, chegando em alguns casos até 5 dólares por quilate. O preço do quilo do quartzo hialino susceptível a obtenção do quartzo rose d’france na lavra é algo em torno de 100 reais por quilo. O preço do processo por quilo varia de 35 a 40 dólares.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Fazenda Rainha (Buenópolis –MG), Algumas regiões da Bahia (ex. Brejinho).

# KUNZITA

(IRRADIATED KUNZITE SPODUMENE )



## FICHA TÉCNICA

**HISTÓRICO** – Kunzita é a variedade de coloração rosa do mineral espodumênio ( $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ ) e cuja cor é relacionado ao cromóforo  $\text{Mn}^{2+}$ . A coloração rosa da kunzita tem atraído a atenção de mineralogistas e comerciantes de gemas desde o começo do século XX devido a suas mudanças de cor após irradiações e tratamentos térmicos. Apesar de sua baixa fotoestabilidade em presença do calor, pois começa a desbotar quando submetida a determinada temperatura é considerada uma gema comercialmente viável com seus devidos cuidados, fato este que lhe rendeu a alcunha de “Dama da Noite”. Descoberta por George Frederick Kunz enquanto gemólogo da empresa Tyffany & Co em San Diego Califórnia-EUA. Uma dos mais belos espécimes de kunzita encontrado no Brasil recebeu o nome de “Marta Rocha” nome dado a gema em homenagem a uma das mais belas mulheres brasileiras da década de 50 . Comercialmente o beneficiamento de kunzitas por irradiação ainda é relativamente pequeno, em grande parte devido a falta de conhecimento de mineradores e produtores desta gema que desconhecem o processo de irradiação gama (Cobalto-60) aplicado comercialmente neste mineral. A perda da cor rosa da kunzita quando em presença de calor não é característica do processo de irradiação como possa se imaginar, tanto que a kunzita dita 100% natural se comportam da mesma maneira, a fotoestabilidade da kunzita é um problema físico-químico independente se a mesma foi irradiada comercialmente ou não. Embora se conheça a kunzita desde o começo do século 20, foi somente na década de 80 que este mineral passou a ser irradiado comercialmente.

**ETMOLOGIA** – Seu nome Kunzita foi dado em homenagem ao seu descobridor George Kunz. O nome espodumênio é de origem grega e significa “ de cor cinza” (Ashed).

**NOMES COMERCIAIS** – “ Dama da Noite”, Kunzita.

**TRATAMENTOS** – Durante a irradiação gama (Cobalto-60) o espodumênio levemente rosado torna-se verde (hidenita), porém esta coloração “verde garrafa” é instável e não comercializável e esta coloração quanto mais verde.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** Transparente a translúcente. Sistema Monoclínico. Grupo Espacial  $2/m$  .Cor antes do tratamento por irradiação: Incolor, branco esverdeado, branco acizentado, verde amarelado, verde esmeralda, amarelo, rosa pálido, violeta. Em lâmina delgada é sempre incolor. Clivagem: Boa. Cor do traço: Branco: Brilho: Vítreo. Biaxial (+). Pleocroísmo: X= púrpura a esverdeado; Z= Incolor. Índice de refração 1.65 a 1.60, Dureza 6,5 a 7,5 na escala de Mohs; densidade 3.0 a 3.2.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA-** Em geral o espodumênio (kunzita e hidenita) está associado a pegmatitos graníticos enriquecidos em Lítio ( $\text{Li}^+$ ), aplitos e gnaisses.

**CAUSA DE COR** – A origem de sua cor rosa está relacionada a presença de  $\text{Mn}^{2+}$ . Análises por ressonância paramagnética eletrônica identificaram pelo menos seis tipos de centros de cores relacionados a presença de  $\text{Mn}^{2+}$  em kunzitas.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – A kunzite é uma gema que pode ser comprada por preços variando de 1 dólares até 100 dólares por quilate, tudo isso vai depender do tamanho da pedra em questão e do matiz. Gemas com matizes rosa-azulados tem preço por quilate variando de 50-100 dólares.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Afeganistão, Brasil (Galiléia-MG), Paquistão, Carolina do Norte-EUA, Madagascar.



## BERILO AMARELO

(IRRADIATED HELIODOR YELLOW-  
ORANGE BERYL )

### FICHA TÉCNICA

**ETMOLOGIA / DESCRIÇÃO** – Variedade de coloração amarelo-esverdeada e/ou amarelo do mineral berilo. Pode ser encontrado naturalmente como também ser obtida através de irradiações aplicadas em berilos levemente amarelados ou incolores (goshenitas). O nome “Heliodoro” vem do grego Helio (sol) + doron (presente) e pode ser traduzido com “presente do sol”. Os espécimens obtidos por irradiação apresenta matizes exatamente correspondentes aos naturais.

**NOMES COMERCIAIS** – Heliodoro , Golden Beryl, Berilo Gema de Ovo.

**HISTÓRICO** – Foi descoberto na Namíbia por volta de 1910. No entanto, somente na década de 80 obteve-se os primeiros relatos sobre a aquisição de berilos amarelos através da exposição à radiação através de vários autores (Bank 1982; Lind *et al.* 1985; Schrade 1988; Schmetzer, 1989,1993; Rink *et al.*1990) entre outros. Nesses trabalhos foram relatados pormenores sobre centros de cores amarelos em berilos usando métodos com raios-x, gama, nêutrons, elétrons) usados na produção de

**TRATAMENTOS** – Podem ser produzidos tanto em aceleradores de elétrons como em unidades à cobalto-60. Após exposição a radiação o berilo apresenta matizes verdes e verde amarelados, e a cor laranja e/ou amarela propriamente somente é observada após exposição ao sol ou queima específica a baixa temperatura. O berilo nunca satura na cor após exposição a radiação, a cor verde-amarelada típica do heliodoro já pode ser observada ao sair do irradiador.

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA:** Alumino silicato de berílio  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$  de matizes variando do amarelo, verde-amarelados, ao laranja-amarronzado, Sistema Cristalino: Hexagonal  $6/m\ 2/m\ 2/m$ . Apresenta dureza de 7,5 a 8 na escala de *Mohs*, índice de refração de 1,57-160. Variedade que juntamente com a esmeralda, água-marinha, morganita, goshenita pertencem ao grupo do mineral berilo. Seus matizes adquirido após a irradiação são considerado correspondente ao natural e portanto de difícil identificação para os laboratórios gemológicos que o mesmo passou pelo processo de irradiação. Variedades conhecidas como *Golden Beryls* (Berilos dourados) são extremamente raras, e muitas vezes significam que passaram por processos com altas taxas de doses de radiação para a aquisição de matizes amarelos e/ou laranja mais pura.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA-** Encontrado em geral associados a pegmatitos graníticos, porém já foram relatados em mica-xistos e em calcários na Colômbia e depósitos secundários coluvionares e aluvionares, podem também ser encontrados em depósitos do tipo hidrotermal.

**CAUSA DE COR** – A cor amarela do heliodoro é atribuída ao íon  $\text{Fe}^{3+}$  ( Ibragimova *et al.*, 2009)

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Provavelmente o maior heliodoro lapidado que se tem conhecimento seja uma pedra de 2054 ct exposta no “hall of Gems” em Washington, D.C.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Brasil (MG), E.U.A (Carolina do Norte e Califórnia ), Madagascar, Rússia, África do Sul, Afeganistão.



## RUBELITAS

(IRRADIATED RUBELITE TOURMALINE )

### FICHA TÉCNICA

**HISTÓRICO** – A *rubelita* é a variedade gemológica de cor vermelha do mineral turmalina, porém tons vívidos de turmalinas rosa também se enquadram nesta categoria e comercialmente tais matizes com uma maior saturação somente são alcançados após exposição à irradiação, em particular, irradiação gama (cobalto-60) sob doses extremamente baixas (5 aos 60 kGy) determinadas previamente de acordo com sua origem. A baixa dosagem aplicada faz deste método o ideal quando comparado com o acelerador de elétrons. O processo de irradiação aplicado na coloração de turmalinas para sua variedade rubelita com matizes de rosa e vermelho mais vívido é realizado na tentativa de agregar maior valor no ato da venda. Arranjos produtivos locais e internacionais pouco conhecem do processo de irradiação aplicado em rubelitas de baixa qualidade gemológica, em geral tais materiais são comprados na lavra por atravessadores que conhecem bem este serviço. O Brasil apresenta *know-how* para o tratamento de rubelitas por irradiação gama e desde a década de 90 vem apresentando tal serviço com eficácia. Dentre as turmalinas elbaitas as rubelitas são as que mostram maior susceptibilidade a aquisição de cor por irradiação.

**ETMOLOGIA** - Rubelita é derivado do latim “Rubellus” que significa avermelhado e do grego “lithos” que significa pedra. Apesar da semelhança com o rubi, ambos são minerais diferentes. Rubelita é uma variedade de elbaita  $\text{Na}(\text{Li},\text{Al})_3\text{Al}_6(\text{Bo}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$ , o qual é uma variedade de turmalinas, enquanto que o rubi é um tipo de coríndon  $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ , as causas de cores do rubi e da rubelita também são bem distintas.

**NOME COMERCIAL** – Rubelita, Turmalina Vermelha.

**TRATAMENTOS** – Matizes fumês secundários podem ser originados junto com a intensificação do matiz vermelho e/ou rosa nas rubelitas expostas a radiação, este em geral estes são filtrados em tratamentos térmicos específicos. Wilkins et al (1969) também perceberam que a perda completa em rubelitas após duas horas a 650°C; Alguns espécimes, no entanto, perdem a cor entre 800 a 1000°C (Bradley and Bradley, 1953).

**MINERALOGIA / GEMOLOGIA: Monoclínico.** A rubelita é uma variedade colorida do mineral turmalina. Pertence ao sistema cristalino trigonal. Sua cor mais comum ao sair da lavra é um vermelho e/ou rosa pálido, matizes avermelhados mais intensos em rubelitas naturais são extremamente raros, o que significa que a maioria destas gemas experimentou a exposição à radiação. A cor da rubelita não é restrita apenas aos matizes vermelho e rosa como se possa imaginar. Esta inclui uma variação no vermelho Bordeaux, diferentes saturações do matiz rosa e matizes púrpuros. Estas cores podem passar de violáceo a avermelhado ou rosa em uma única gema, ou seja, a rubelita é geralmente pleocrômica, onde o pleocroísmo tipicamente de elbaitas é moderado a forte (do vermelho forte ao vermelho fraco) segundo as direções principais. Apresenta dureza de 7 a 7,5 na escala de Mohs, seu índice de refração é de  $n_\omega=1.635-1.675$ ,  $n_e=1.610-1.650$ . Birrefringência -0.018 a 0.040. Apresenta brilho vítreo. É um mineral de caráter óptico uniaxial negativo.

**TIPOLOGIA GEOLÓGICA-** Em geral a rubelita está associada a depósitos pegmatíticos primários, porém podem ocorrer em depósito aluvionares e coluvionares secundários, como também em cavidades em granitos.

**CAUSA DE COR** – As causas de cor em rubelitas ainda são passíveis de investigação. Um baixo conteúdo de Ferro parece ser essencial, bem como a presença do  $\text{Mn}^{3+}$ , desta forma estes elementos estão frequentemente associados como causa de sua cor na rubelita. No entanto, alguns pesquisadores acreditam que a cor pode estar relacionada a uma transferência de carga entre o  $\text{Mn}^{2+}$  e/ou  $\text{Fe}^{3+}$  (Wilkins, Farrell, and Naiman, 1969) e o  $\text{Mn}^{2+}-\text{Mn}^{3+}$  ou  $\text{Mn}^{2+}-\text{Fe}^{3+}$  (Manning, 1969). Ershov et al (1969) atribuiu a cor rosa de rubelitas a um centro de cor, possivelmente um elétron aprisionado em um vacância do oxigênio.

**COMÉRCIO E LAPIDAÇÃO** – Turmalinas Rubelitas estão disponíveis em vários tamanhos, no entanto, as mais fáceis de encontrar são as de 1 a 6 quilates. As de 8 a 15 quilates são mais difíceis e acima destes em geral somente colecionadores possuem. De acordo com o guia de preço de pedras coradas “The Guide”, as rubelitas consideradas “fine” a “Extra-fine” de 5 a 10 ct estão avaliadas entre 250 e 600 US\$ por quilate.

**PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS** – Afeganistão (Nuristan), Brasil (Lavra do Cruzeiro-MG), África do Sul, Moçambique, Sri Lanka, Madagascar, U.S.A (Califórnia).