
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

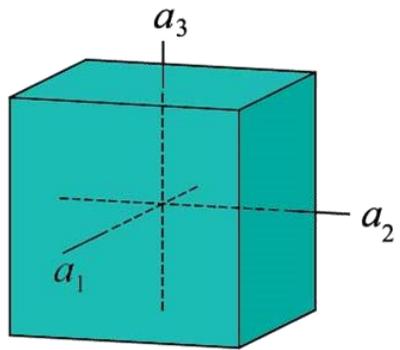
DEPARTAMENTO DE GEMOLOGIA

CURSO CRISTALOGRAFIA I – 2016/2

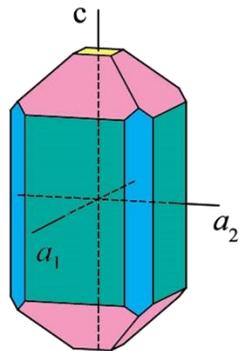
PROF^a DR^a DANIELA TEIXEIRA CARVALHO DE NEWMAN

ÍNDICES DE MILLER

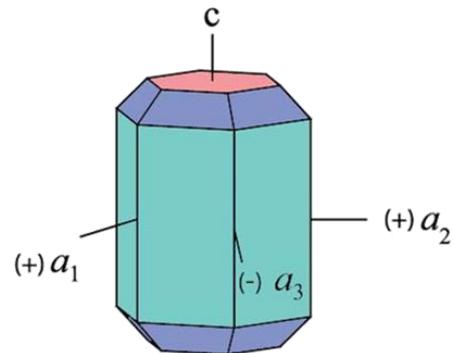
SISTEMAS CRISTALINOS - RECORDANDO



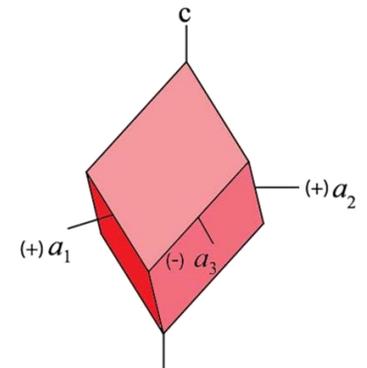
SISTEMA CÚBICO
Isométrico ou regular



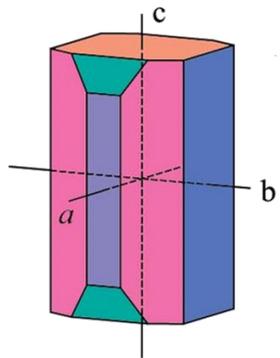
SISTEMA TETRAGONAL



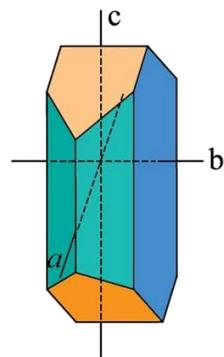
SISTEMA HEXAGONAL



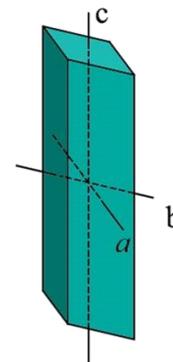
SISTEMA TRIGONAL



SISTEMA ORTORRÔMBICO



SISTEMA MONOCLÍNICO

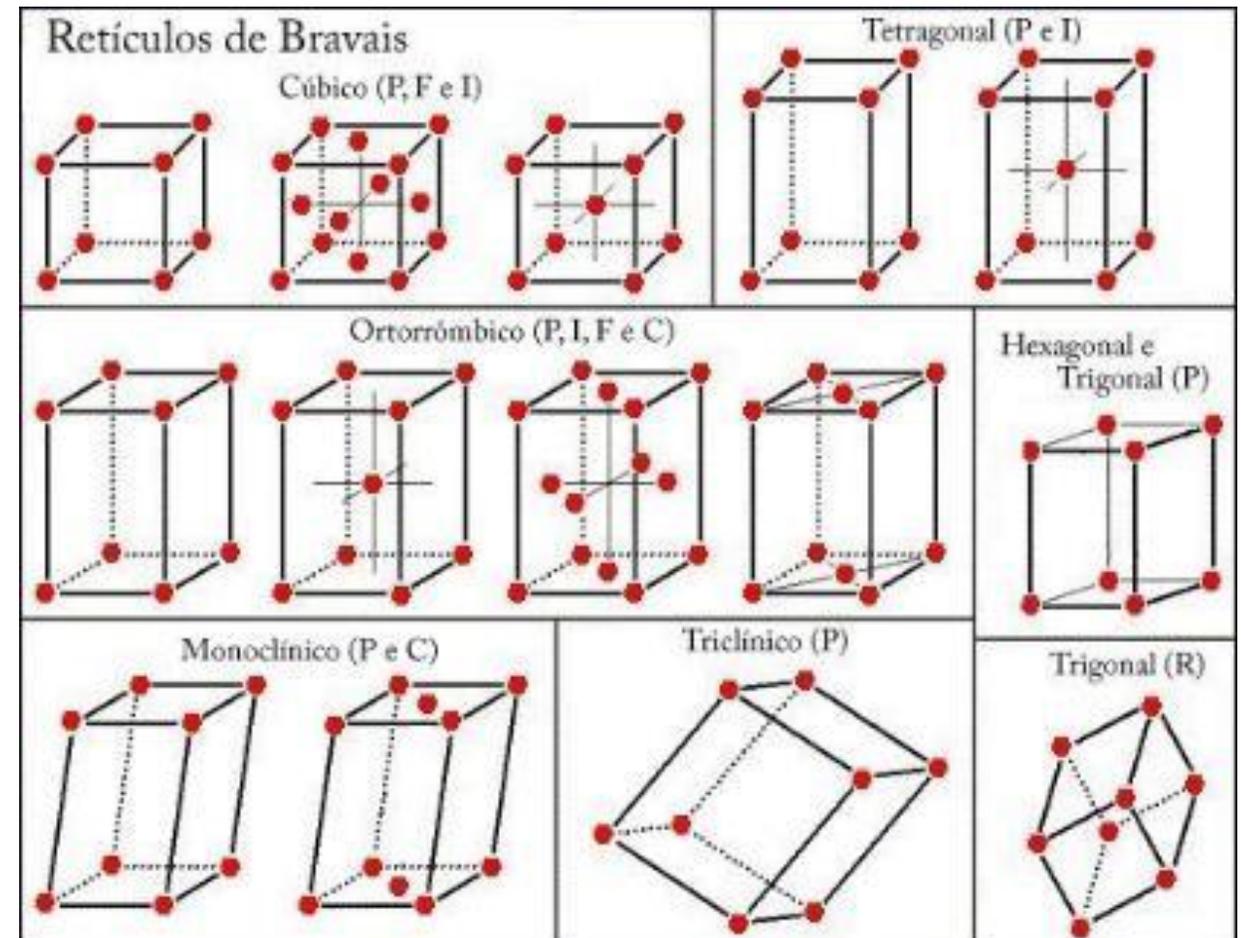


SISTEMA TRICLÍNICO

Lembrando que há sete diferentes combinações dos parâmetros de rede., constituindo cada uma, um Sistema Cristalino

RETÍCULO DE BRAVAIS - RECORDANDO

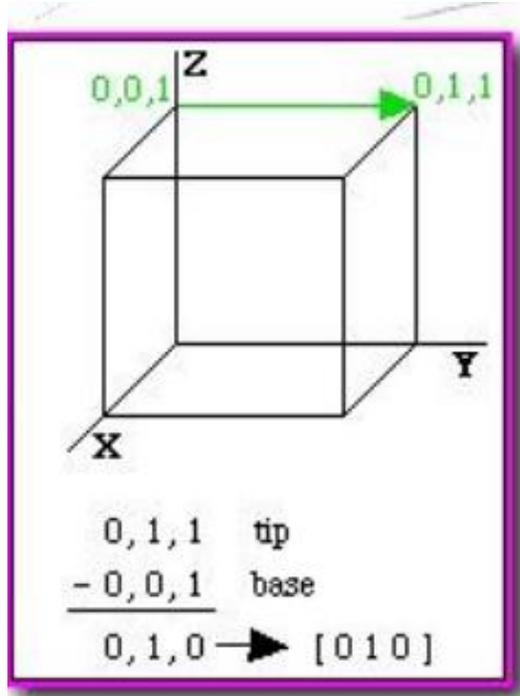
Lembrem-se que qualquer reticulado cristalino pode ser descrito a partir de um dos 14 reticulados de Bravais



ORIENTAÇÃO CRISTALOGRÁFICA

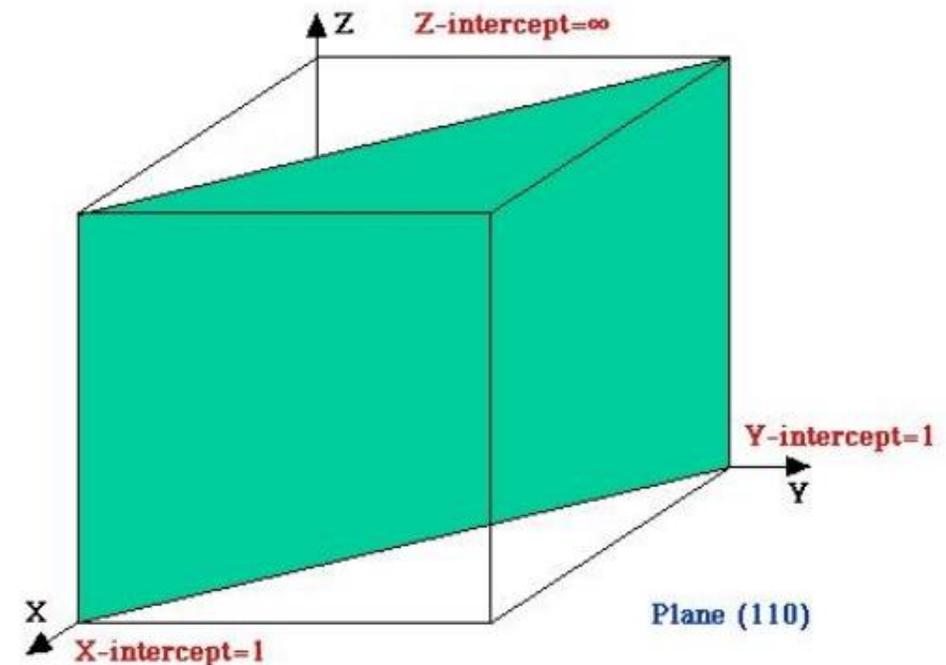
■ DIREÇÃO CRISTALOGRÁFICA

- VETOR QUE UNE DOIS PONTOS DA REDE CRISTALINA;



■ PLANOS CRISTALOGRÁFICOS

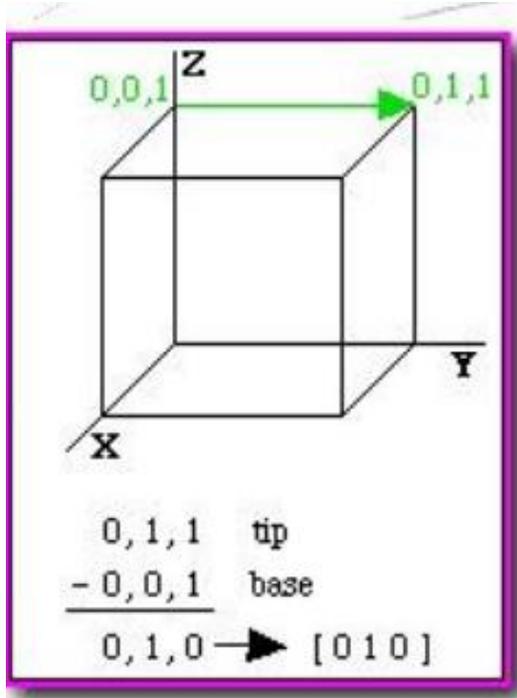
- CONJUNTO DE VETORES QUE DEFINEM UM PLANO



ORIENTAÇÃO CRISTALOGRÁFICA

■ DIREÇÃO CRISTALOGRÁFICA

- VETOR QUE UNE DOIS PONTOS DA REDE CRISTALINA;

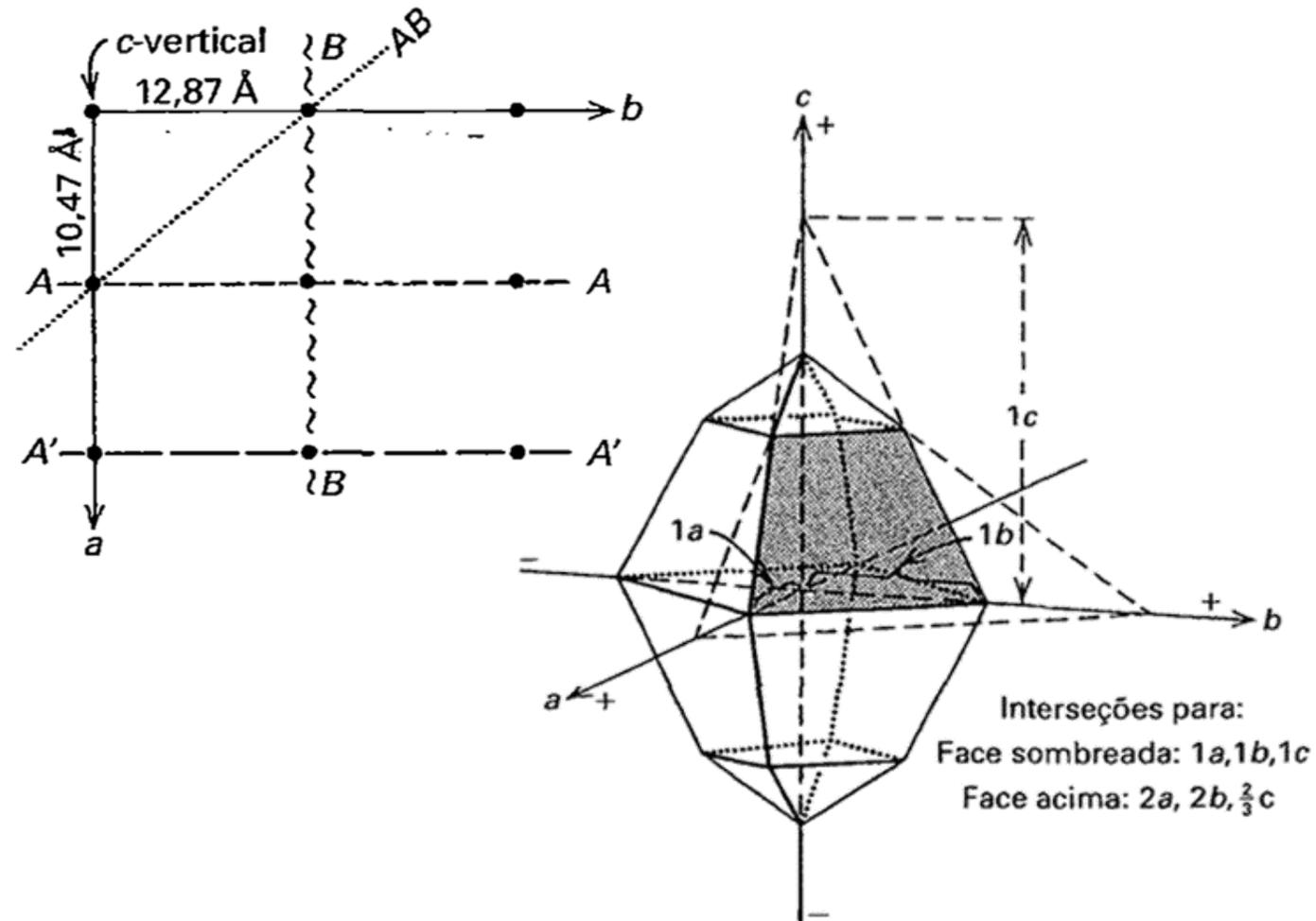


■ ASPECTOS IMPORTANTES

- Direções são vetores, assim, determinada direção e seu negativo não são idênticos. De fato $[100]$ não equivale a $[\bar{1}00]$; eles representam a mesma linha, mas em sentidos opostos;
- Toda direção e seu múltiplo são idênticos, assim $[100]$ representa a mesma direção que $[200]$;
- Podemos nos referir a grupos de direções equivalentes como famílias de direções $\langle \ \rangle$;

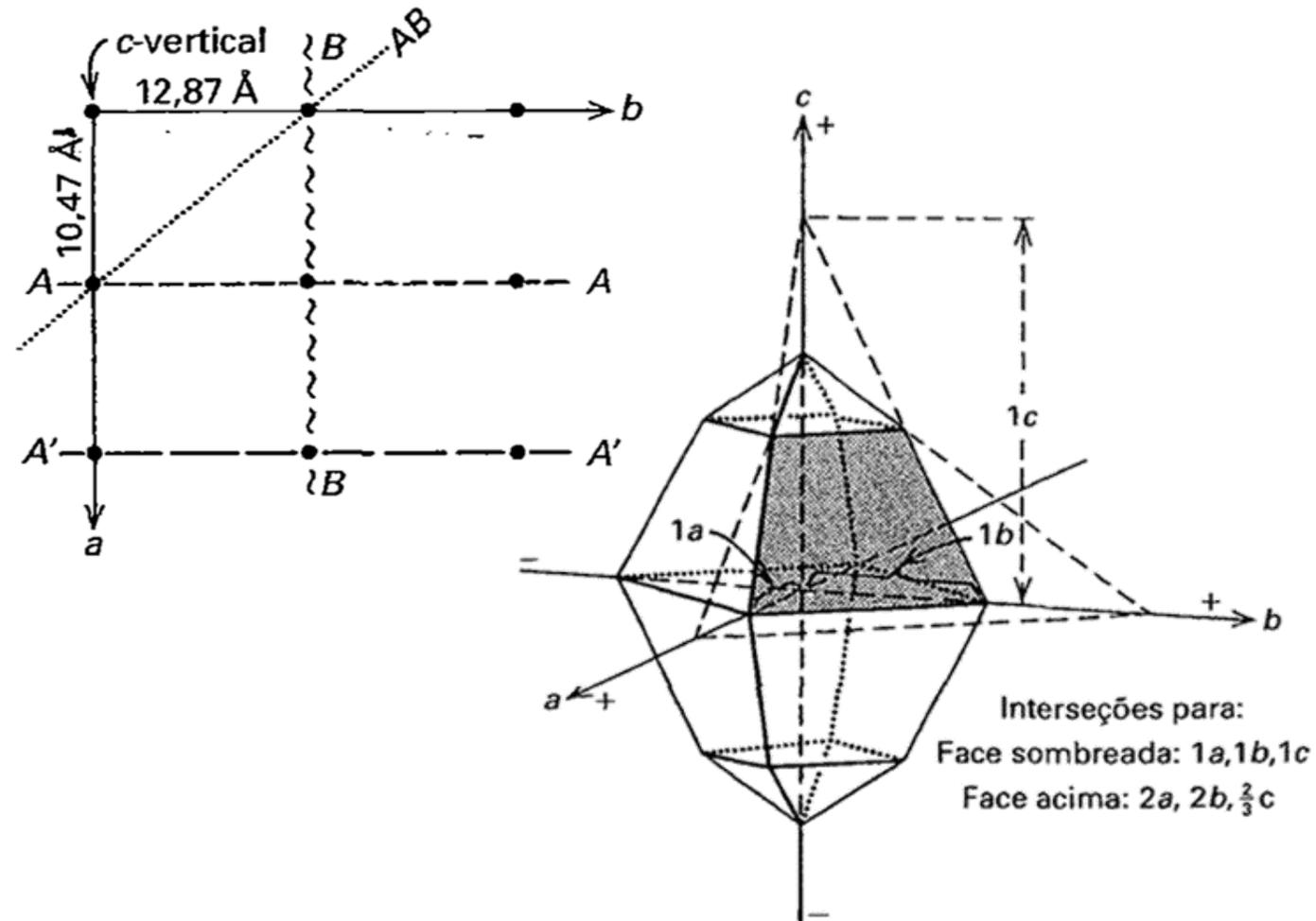
NOTAÇÃO CRISTALOGRÁFICA DE PLANOS

- DEDUZIDO A PARTIR DAS FORMAS EXTERNAS;
- REFERÊNCIA A PLANOS, EIXOS OU ZONAS;
- FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DE CRISTAIS;
- DETERMINAR SISTEMA CRISTALINOS;
- ORIENTAR OS CRISTAIS



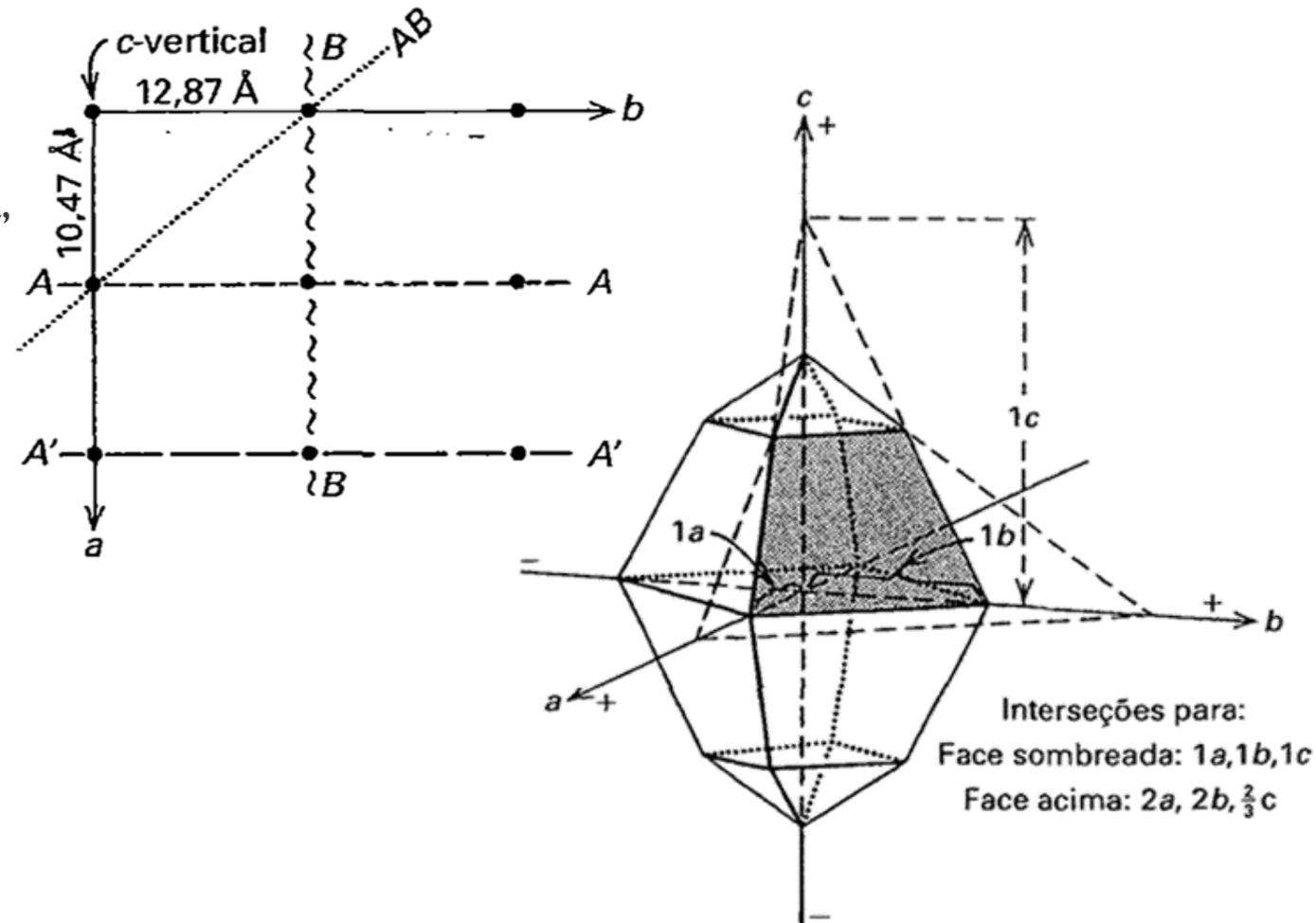
NOTAÇÃO CRISTALOGRÁFICA DE PLANOS

- DEDUZIDO A PARTIR DAS FORMAS EXTERNAS;
- REFERÊNCIA A PLANOS, EIXOS OU ZONAS;
- FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO DE CRISTAIS;
- DETERMINAR SISTEMA CRISTALINOS;
- ORIENTAR OS CRISTAIS



NOTAÇÃO CRISTALOGRÁFICA DE PLANOS

- No caso de dimensões desconhecidas da cela unitária, a face que cortar os 3 eixos corresponderá às unidades $1a$, $1b$ e $1c$ (face unitária);
- Face unitária: maior face, cortando os 3 eixos, nas extremidades positivas (crystal ortorrômbico);



ÍNDICES DE MILLER

- (hkl)
- NOTAÇÃO UTILIZADA PARA IDENTIFICAR DIREÇÕES E PLANOS CRISTALINOS;
- SÉRIE DE NÚMEROS INTEIROS DERIVADOS DAS INTERSEÇÕES POR MEIO DE INVERSÃO;
- SE NECESSÁRIO EFETUA-SE SIMPLIFICAÇÃO DE FRAÇÕES;
- ÍNDICES DAS FACES SÃO ATRIBUÍDOS PARA QUE OS 3 NÚMEROS OU 4 (SISTEMA HEXAGONAL) REFIRAM-SE AOS EIXOS a , b e c ;
- LEI DA RACIONALIDADE DOS ÍNDICES

PODE SER NECESSÁRIO MULTIPLICAR OS TRÊS NÚMEROS RESULTANTES POR UM FATOR COMUM PARA ASSIM OBTER TRÊS ÍNDICES INTEIROS.

ÍNDICES DE MILLER

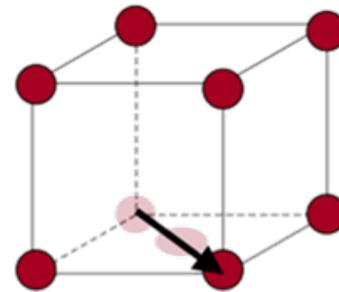
- TERMINOLOGIA

- DIREÇÕES: []

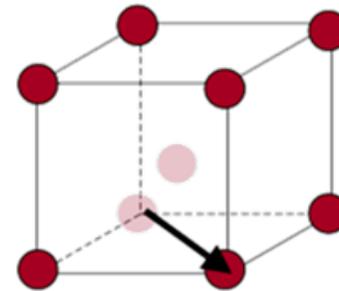
- PLANOS: ()

- FAMÍLIA DE DIREÇÕES: < >

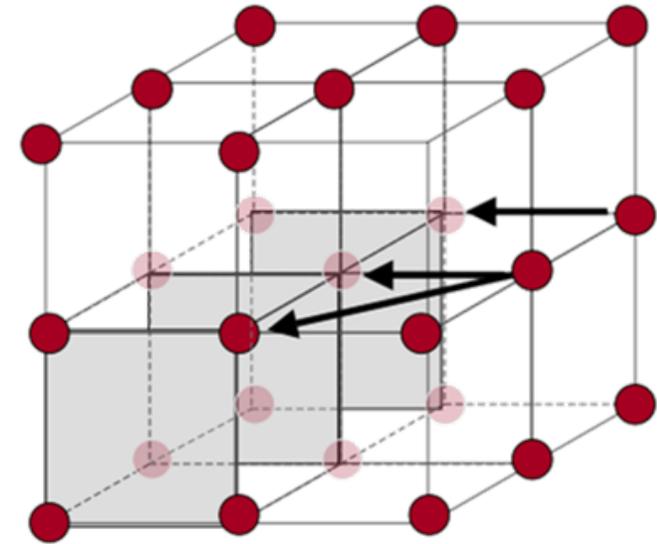
- FAMÍLIAS DE PLANOS EQUIVALENTES: { }



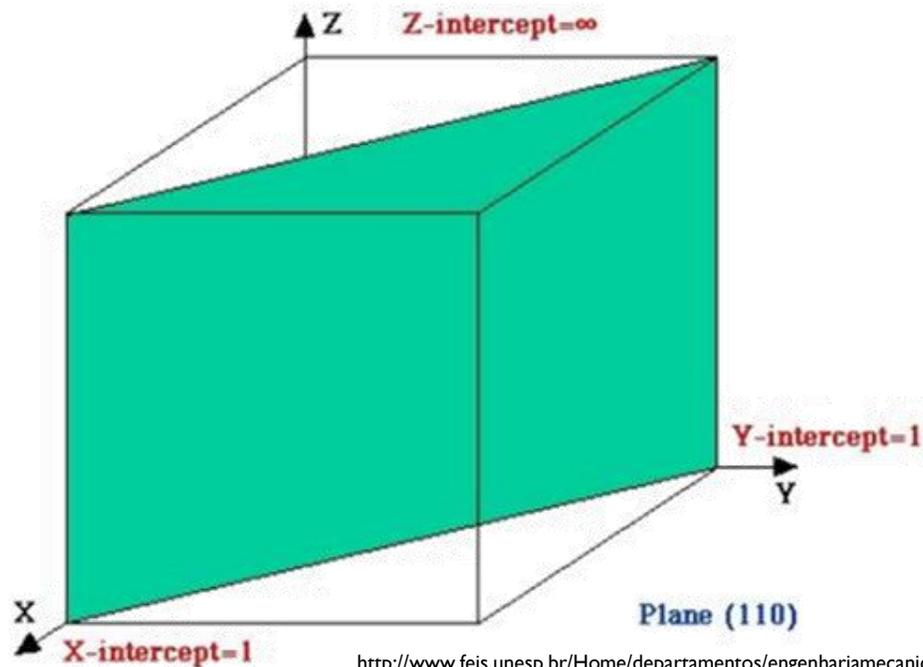
[110] CFC



[110] CCC



ÍNDICES DE MILLER

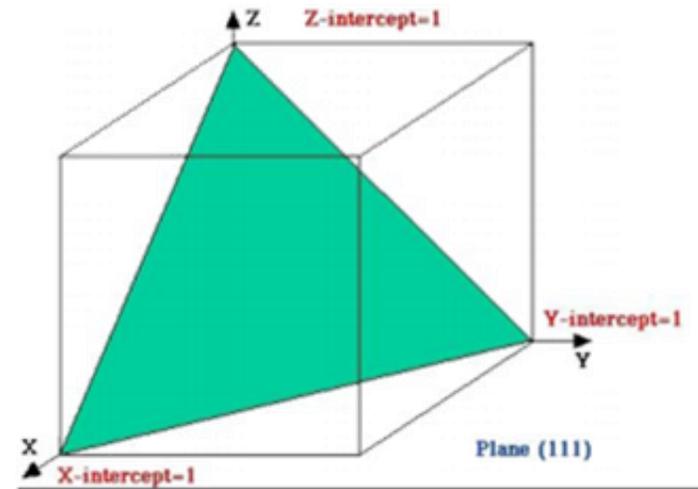
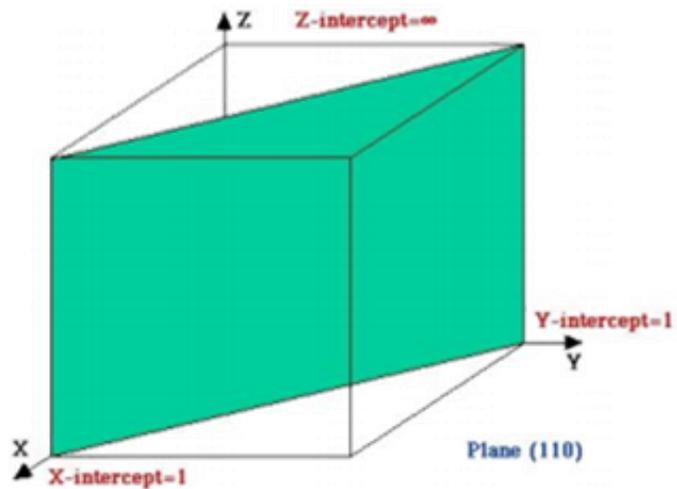
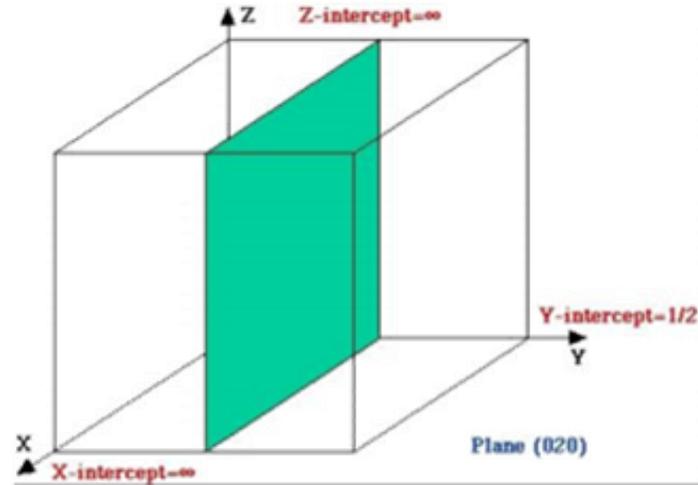
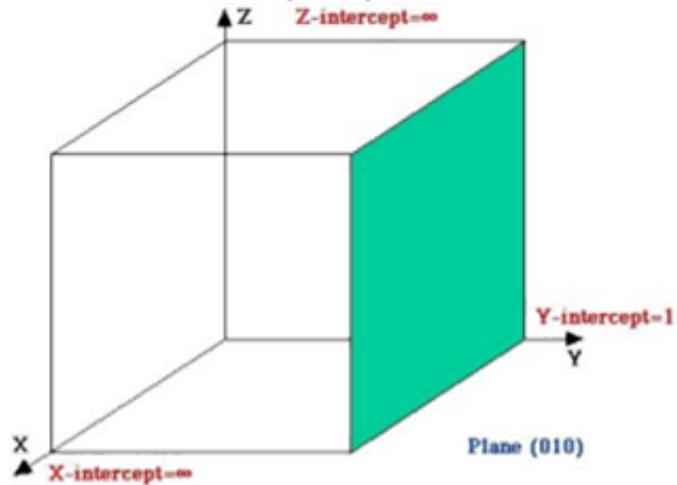


X	Y	Z
1	1	∞
$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{\infty}$
1	1	0

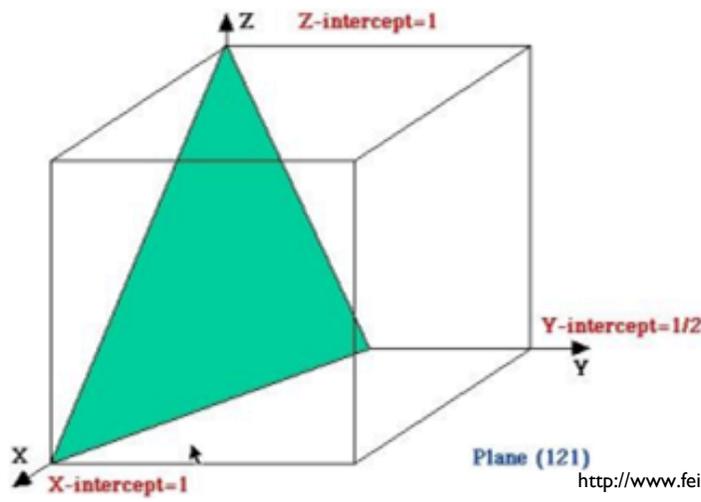
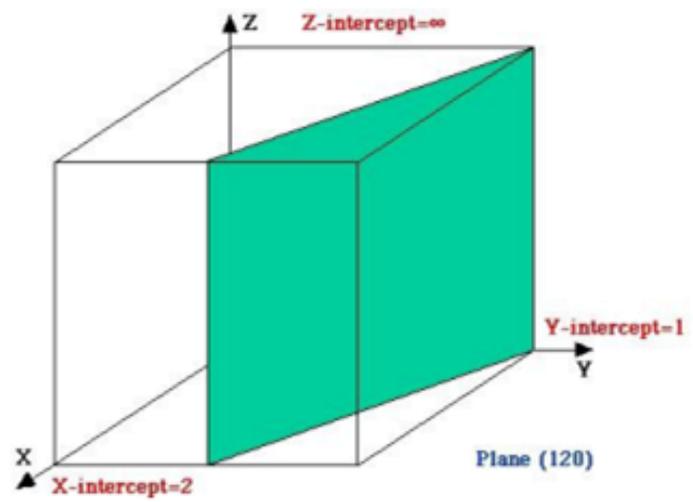
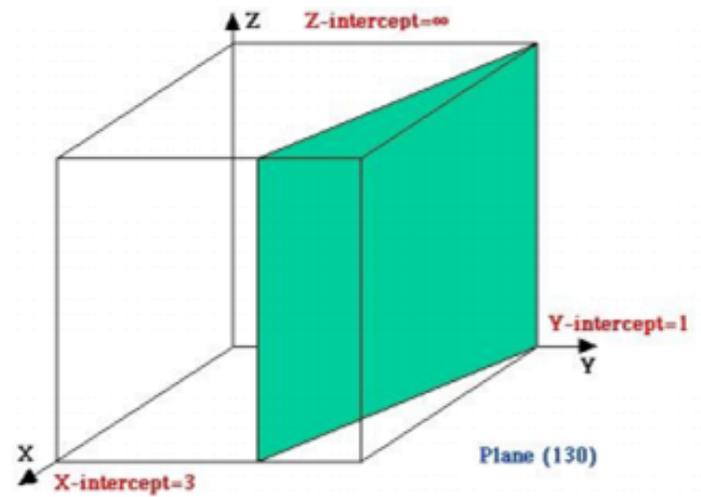
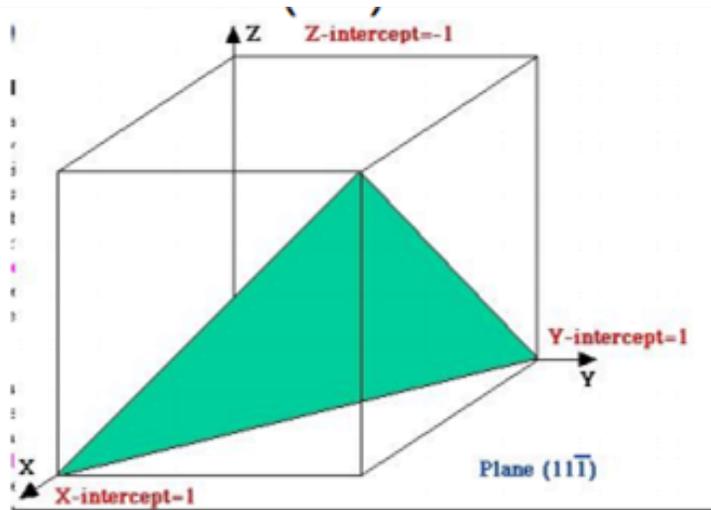
Plano (110)

- (REGRAS: - ESTABELEÇA A ORIGEM DO SISTEMA DE COORDENADAS - DETERMINE AS COORDENADAS DOS PONTOS DE INTERSEÇÃO DO PLANO - DETERMINE OS VALORES RECÍPROCOS - CASO NECESSÁRIO RACIONALIZE OS ÍNDICES (HKL) PARA NÚMEROS INTEIROS)

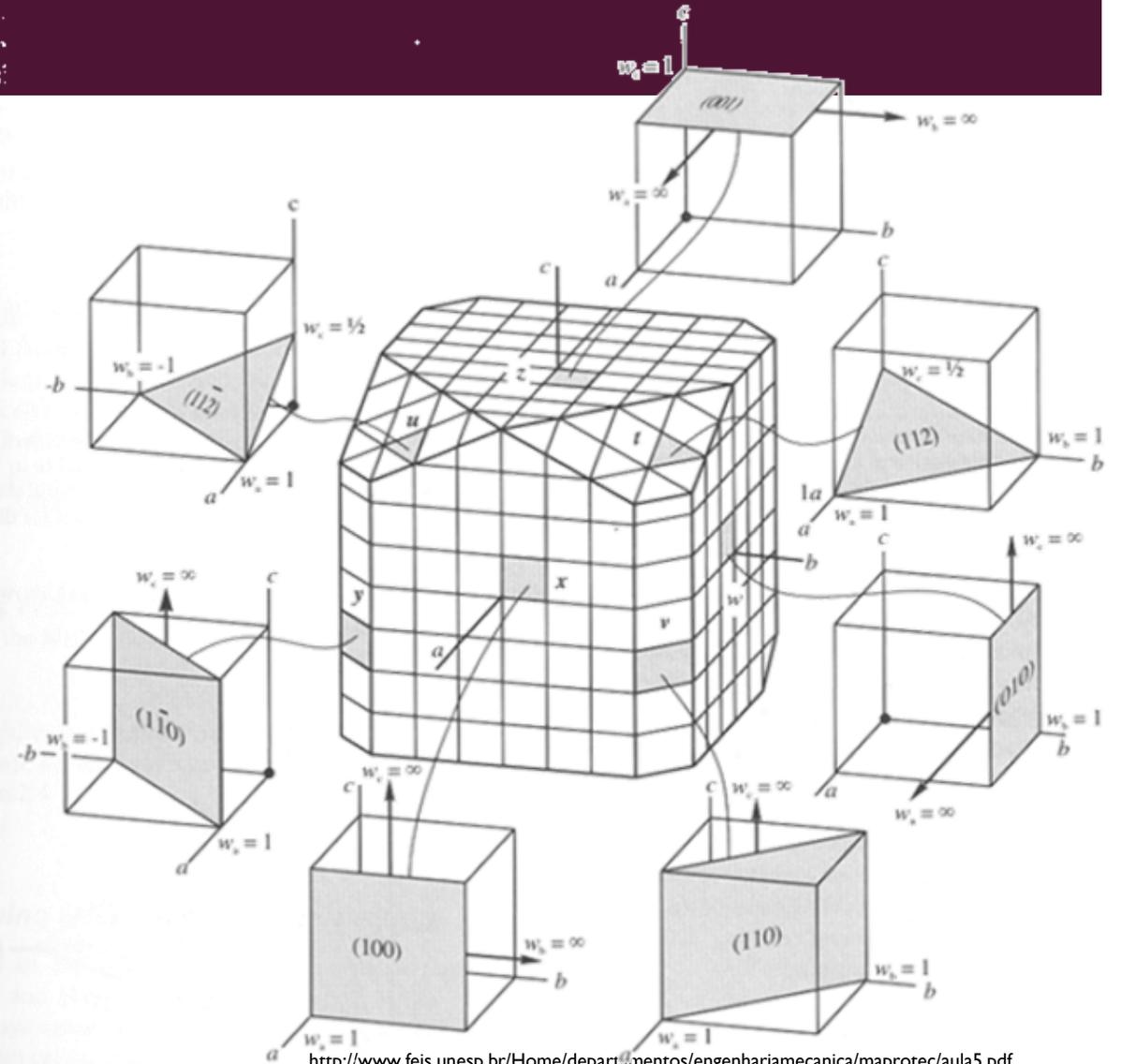
ÍNDICES DE MILLER



ÍNDICES DE MILLER



ÍNDICES DE MILLER



ÍNDICES DE MILLER

► Índices de Miller:

Planos cristalinos
(hkl) ou ($hk\bar{l}$)

$$i = -(h + k)$$

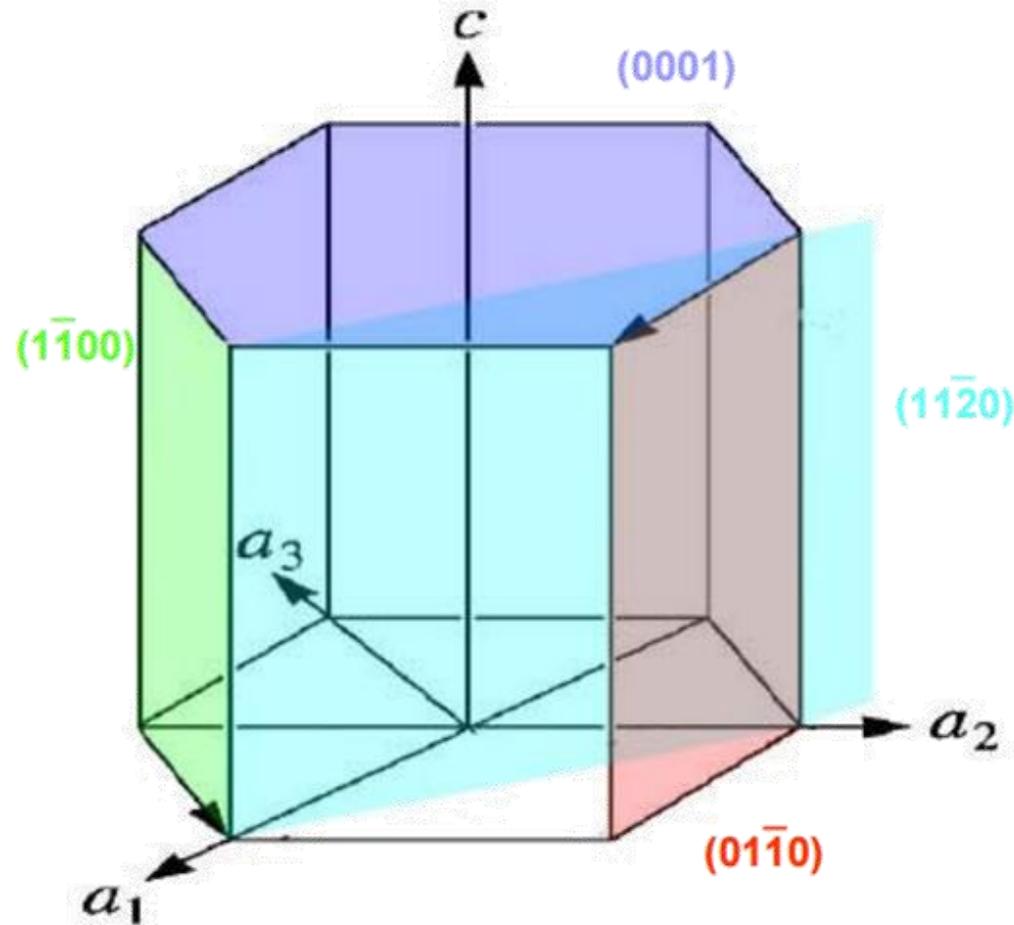
Cristal hexagonal

(0001)

(01 $\bar{1}$ 0)

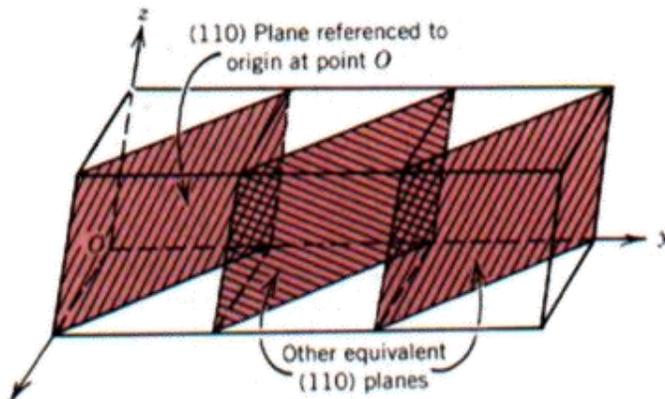
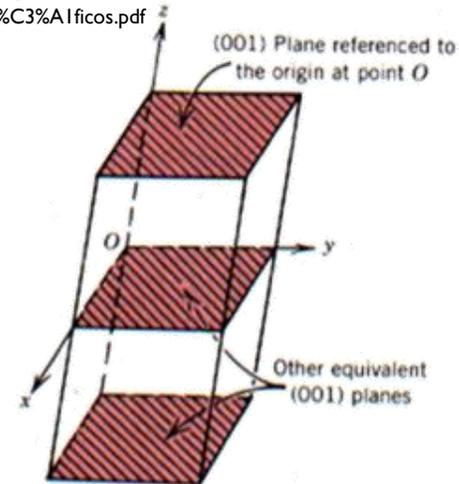
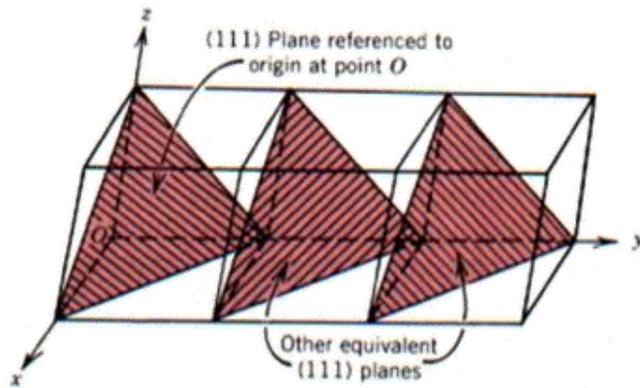
(1 $\bar{1}$ 00)

(11 $\bar{2}$ 0)



ÍNDICES DE MILLER

http://professor.ufabc.edu.br/~jeverson.teodoro/archives/bc1105/2015-2/Aula_MSP3_Dire%C3%A7%C3%B5es_Planos_Cristalogr%C3%A1ficos.pdf



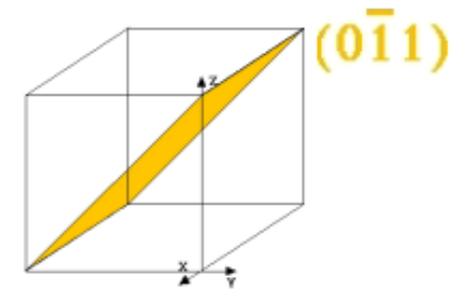
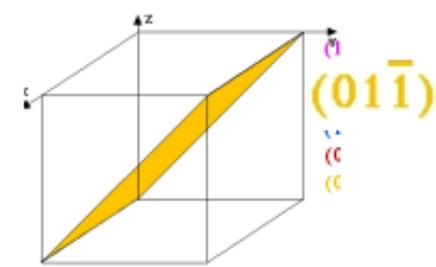
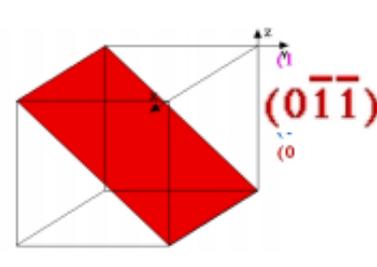
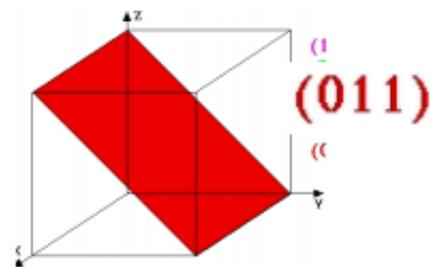
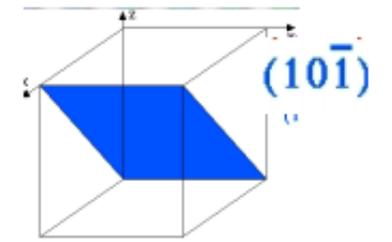
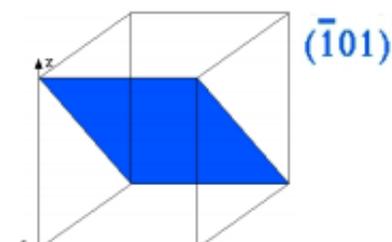
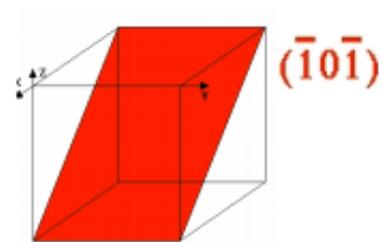
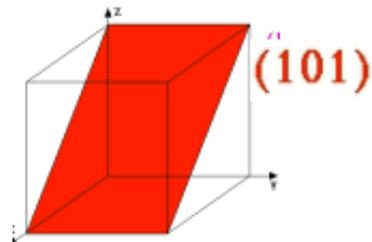
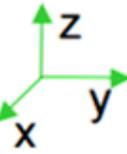
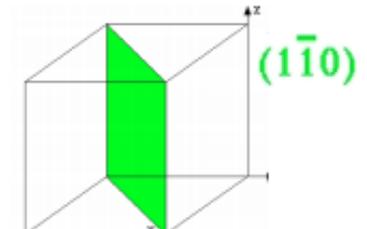
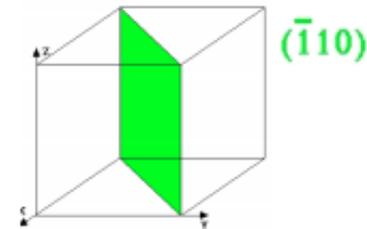
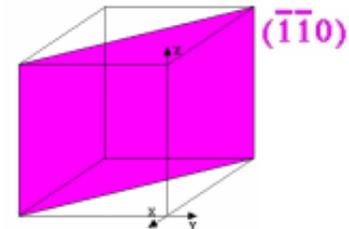
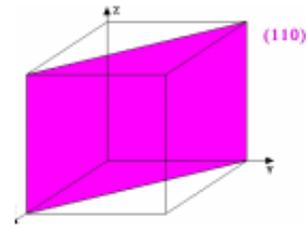
FAMÍLIA DE PLANOS: conjunto de planos cristalograficamente equivalentes, ou seja, planos com o mesmo empacotamento atômico. Famílias de planos são representadas por $\{hkl\}$.

Por exemplo, a família $\{111\}$ é composta pelos planos:

$$(111), (\bar{1}11), (1\bar{1}1), (11\bar{1}),$$

ÍNDICES DE MILLER

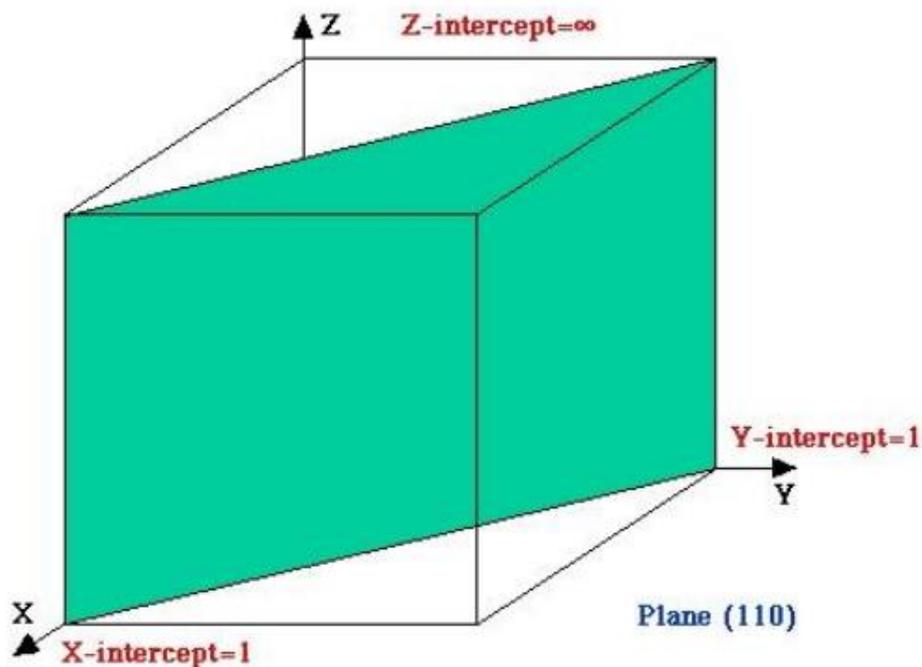
■ FAMÍLIA DE PLANOS $\{110\}$



ORIENTAÇÃO CRISTALOGRÁFICA

■ PLANOS CRISTALOGRÁFICOS

➤ CONJUNTO DE VETORES QUE DEFINEM UM PLANO



■ ASPECTOS IMPORTANTES

- planos e seus negativos são idênticos ;
- planos e seus múltiplos não são idênticos (**densidades planares e frações de empacotamento planar**);
- Sistema cúbico, uma direção com os mesmos índices de um plano é perpendicular a esse plano;

EXERCÍCIOS

- VIDE LISTA DE EXERCÍCIOS;
- ENTREGA DIA 19 DE SETEMBRO;

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CHVÁTAL, M. (1999). CRISTALOGRAFIA – MINERALOGIA PARA PRINCIPIANTES. ED. SBG. 231 P.
- KLEIN & DUTROW. (2012). MANUAL DE CIÊNCIA DOS MINERAIS. BOOKMAN. 706P.
- NEVES, P.C.P.; FREITAS, D.V.; PEREIRA, V.P. (2011). FUNDAMENTOS DE CRISTALOGRAFIA. 2ª ED. ULBRA. 312P.
- TILLEY, D. (2014). CRISTALOGRAFIA: CRISTAIS E ESTRUTURAS CRISTALINAS. TRADUÇÃO ANDRADE, F. R. D. 1ª ED. OFICINA DE TEXTOS. 270P.