

Sumário

1. Aspectos históricos da fabricação do papel	17
1.1. Os primeiros registros	17
1.2. O papiro	18
1.3. O pergaminho	19
1.4. O papel	20
1.5. Cronologia	22
1.5.1. Cronologia – Brasil	30
2. Preparação da massa	34
2.1. Introdução	34
2.2. Matérias-primas fibrosas	34
2.2.1. Fibras primárias	36
2.2.2. Fibras secundárias	36
2.3. Processo de fabricação do papel	36
2.3.1. Preparação da massa	37
2.4. Sistema de alimentação de massa grossa	99
2.4.1. Caixa de nível	99
2.4.2. Válvula de gramatura	100
2.5. Sistema de diluição	101
2.5.1. Bomba de mistura	101
2.5.2. Depuração centrífuga (centricleaners)	102
2.5.3. Arranjo dos cleaners	103
2.5.4. Depuradores verticais	104
2.6. Recuperação de fibras e cargas minerais	106
2.6.1. Recuperadores por filtração	106
2.6.2. Recuperadores por flotação	107
2.6.3. Recuperadores por decantação	108

3. Tratamento de fibras secundárias	109
3.1. Reciclagem do papel	109
3.1.1. A importância da reciclagem de papel	110
3.1.2. Materiais indesejáveis nas aparas	112
3.1.3. Classificação das aparas de papel e papelão ondulado	113
3.1.4. Aparas no Brasil e no mundo	114
3.1.5. Caminho das aparas	117
3.2. Preparação da massa	120
3.2.1. Desagregação	121
3.2.2. Depuração	126
3.2.3. Destintamento	136
3.2.4. Dispersão	140
3.2.5. Branqueamento	140
3.2.6. Despastilhador	141
3.2.7. Aditivação	142
3.2.8. Recuperação de fibras e clarificação de água branca	143
4. Processos de formação, prensagem e secagem do papel	147
4.1. Caixa de entrada e formação	147
4.1.1. Caixa de entrada aberta	148
4.1.2. Caixa de entrada fechada	149
4.1.3. Elementos constituintes da caixa de entrada	150
4.1.4. Caixa de entrada de alta turbulência	158
4.2. Mesa plana	160
4.2.1. Elementos da mesa plana	161
4.3. Processo de formação	183
4.3.1. Filtração	184
4.3.2. Drenagem	185
4.3.3. Esforços de corte ou forças cisalhantes	186
4.3.4. Objetivos da seção de formação	187
4.3.5. Fatores que afetam a formação	188
4.3.6. Retenção	189
4.3.7. Prensagem	194
4.3.8. Secagem	215

5. Processos de acabamento e conversão do papel	238
5.1. Colagem superficial	238
5.1.1. Principais tratamentos superficiais em <i>size press</i>	239
5.1.2. Formulações de <i>size press</i>	240
5.2. Cozimento do amido	241
5.3. Sistemas de aplicação	242
5.3.1. Sistema de aplicação por <i>size press</i>	242
5.3.2. Sistema de aplicação por <i>gate roll</i>	248
5.3.3. Sistema de aplicação por <i>speed sizer</i>	248
5.4. Papel revestido (<i>couché</i>)	250
5.4.1. Matérias-primas para a produção de papel <i>couché</i>	252
5.4.2. pH	263
5.4.3. Viscosidade	263
5.5. Retenção de água	265
5.6. Teor de sólidos	266
5.6.1. Coligantes	266
5.6.2. Dispersantes	267
5.6.3. Lubrificantes	267
5.6.4. Insolubilizadores	268
5.6.5. Controladores de espuma	268
5.6.6. Biocidas e microbiocidas	269
5.6.7. Alvejantes ópticos	269
5.6.8. Matizantes	270
5.7. Fontes de problemas reológicos	270
5.7.1. Pigmentos	270
5.8. Papéis revestidos especiais	270
5.8.1. Papéis autocopiativos	271
5.8.2. Papéis térmicos	271
5.8.3. Papéis-base para siliconização	271

5.9. Tipos de <i>coaters</i>	271
5.9.1. <i>Air knife</i> (faca de ar)	271
5.9.2. <i>Metering rod – metering bar</i> (barra medidora)	272
5.9.3. <i>Blade</i> (lâmina)	272
5.9.4. <i>Twin gravure roll</i>	272
5.9.5. <i>Curtain coater</i> (cortina)	273
5.10. Cilindros reversos	273
5.11. Aplicador <i>blade</i>	274
5.11.1. Faca de ar	275
5.12. Cabeçote aplicador	276
5.12.1. Conceito genérico de aplicação	276
5.12.2. Barra dosadora	277
5.13. Calandra e supercalandra	278
5.13.1. Calandra	278
5.13.2. Supercalandra	280
5.13.3. <i>Soft calandra on machine</i>	280
5.13.4. <i>Soft rolo</i>	282
5.14. Enroladeira	283
5.14.1. Definição	283
5.14.2. Tipos de enroladeira	284
5.14.3. Processos para a troca de bobina	287
5.15. Rebobinadeira	288
5.15.1. Modelos de rebobinadeira	291
5.15.2. Partes e dispositivos principais da rebobinadeira	292
5.15.3. Freio para desenrolador	295
5.15.4. Tubetes	297
5.16. Cortadeira	300
5.16.1. Função	300
5.16.2. Características técnicas	302
5.16.3. Desenroladeiras	302
5.16.4. Desenroladores	304
5.16.5. Estangas e mandris	307
5.16.6. Estação de corte	308

5.16.7. Rolos alimentadores	309
5.16.8. Unidade de corte longitudinal	309
5.16.9. Prensa alimentadora	310
5.16.10. Unidade de corte transversal	311
5.16.11. Transporte da folha	319
5.16.12. Superposição	319
5.16.13. Cortadeira <i>cut-size</i>	326
5.17. Embaladeira	328
5.17.1. Embaladeira de resmas Wrapmatic	328
5.17.2. Embaladeira Wrapmatic GRM	329
5.17.3. Embaladeira de bobinas	334
6. Celulose e papel: ensaios tecnológicos em papéis	338
6.1. Alguns tipos de papéis	338
6.2. Condicionamento do laboratório de ensaios	340
6.2.1. Temperatura	340
6.2.2. Umidade relativa do ar	340
6.2.3. Amostragem	342
6.3. Determinação da capacidade de absorção de água: método de Cobb – <i>water absorption</i>	342
6.3.1. Reagentes e materiais	342
6.3.2. Procedimentos	343
6.3.3. Resultados	343
6.3.4. Importância do ensaio	345
6.4. Determinação da resistência ao arrebentamento: <i>bursting strength</i>	345
6.4.1. Procedimentos	346
6.4.2. Resultados	346
6.4.3. Índice de arrebentamento: <i>burst index</i>	347
6.4.4. Importância do ensaio	347
6.5. Determinação da resistência superficial: método de arrancamento por cera – <i>picking resistance</i>	348
6.5.1. Aparelhagem	348
6.5.2. Procedimentos	349
6.5.3. Resultados	350
6.5.4. Importância do ensaio	350

6.6. Determinação da direção de fabricação: métodos de curvatura e do eixo de encaamento – <i>machine direction</i>	351
6.6.1. Procedimentos	352
6.6.2. Importância do ensaio	353
6.7. Determinação da resistência ao rasgo: método Elmendorf – <i>tearing resistance</i>	353
6.7.1. Aparelhagem	354
6.7.2. Procedimentos	354
6.7.3. Resultados	354
6.7.4. Índice de rasgo (IR)	355
6.7.5. Importância do ensaio	355
6.8. Determinação da variação dimensional após imersão em água	356
6.8.1. Procedimentos	356
6.8.2. Resultados	357
6.8.3. Importância do ensaio	357
6.9. Determinação da gramatura: <i>grammage</i>	358
6.9.1. Aparelhagem	358
6.9.2. Amostragem	358
6.9.3. Procedimentos	358
6.9.4. Resultados	359
6.9.5. Importância do ensaio	359
6.10. Determinação da espessura: <i>thickness</i>	360
6.10.1. Procedimentos	360
6.10.2. Resultados	361
6.10.3. Importância do ensaio	361
6.11. Determinação da densidade aparente (DA): <i>apparent density</i>	362
6.11.1. Resultados	362
6.11.2. Importância do cálculo	362
6.12. Determinação do volume específico aparente (VE): <i>apparent specific volume</i>	363
6.12.1. Resultados	363
6.12.2. Importância do cálculo	363

6.13. Determinação do teor de umidade: método por secagem em estufa – <i>moisture content</i>	364
6.13.1. Aparelhagem	364
6.13.2. Procedimentos	364
6.13.3. Resultados	365
6.13.4. Importância do ensaio	365
6.14. Determinação do resíduo (cinza) da incineração a 900 °C: <i>ash content</i>	366
6.14.1. Aparelhagem	366
6.14.2. Procedimentos	367
6.14.3. Resultados	367
6.14.4. Importância do ensaio	369
6.15. Determinação da resistência a dobras duplas: <i>folding endurance</i>	369
6.15.1. Procedimentos (para a execução do ensaio no aparelho Köhler-Molin)	370
6.15.2. Resultados	370
6.15.3. Importância do ensaio	370
6.16. Determinação da resistência à flexão: <i>resistance to bending</i>	370
6.16.1. Aparelhagem	371
6.16.2. Procedimentos	371
6.16.3. Resultados	371
6.16.4. Importância do ensaio	371
6.17. Determinação da resistência à tração: método da velocidade constante de alongamento – <i>tensile strength</i>	372
6.17.1. Aparelhagem	372
6.17.2. Procedimentos	372
6.17.3. Resultados	373
6.17.4. Importância do ensaio	373
6.18. Índice de tração	374
6.18.1. Resultados	375
6.18.2. Importância do ensaio	375
6.19. Determinação da resistência à abrasão: <i>abrasion strength</i>	375
6.19.1. Aparelhagem	375
6.19.2. Procedimentos	376
6.19.3. Resultados	376
6.19.4. Importância do ensaio	377

6.20. Determinação da permeância ao ar (Gurley): <i>air permeance</i>	377
6.20.1. Aparelhagem	378
6.20.2. Procedimentos	378
6.20.3. Resultados	379
6.20.4. Importância do ensaio	379
6.21. Determinação da aspereza: <i>Bendtsen roughness</i>	380
6.21.1. Definição	380
6.21.2. Aparelhagem	380
6.21.3. Procedimentos	381
6.21.4. Resultados	381
6.21.5. Importância do ensaio	381
6.22. Determinação da opacidade (fundo de papel): <i>opacity</i>	382
6.22.1. Procedimentos	382
6.22.2. Resultados	383
6.22.3. Importância do ensaio	383
6.23. Medida do fator de refletância difusa no azul (alvura ISO): <i>blue reflectance factor – ISO brightness</i>	384
6.23.1. Procedimentos	384
6.23.2. Resultados	385
6.23.3. Importância do ensaio	385
6.24. Determinação do pH superficial: <i>surface pH measurement</i>	386
6.24.1. Reagentes	386
6.24.2. Aparelhagem	386
6.24.3. Procedimentos	387
6.24.4. Resultados	387
6.24.5. Importância do ensaio	387
6.25. Determinação da resistência ao esmagamento (CMT): papel para miolo, quando ondulado em laboratório – <i>corrugating medium test</i> (“concora”)	388
6.25.1. Aparelhagem	389
6.25.2. Procedimentos	389
6.25.3. Resultados	390
6.25.4. Importância do ensaio	390

6.26. Determinação da resistência ao esmagamento do anel (RCT): <i>ring crush test</i>	391
6.26.1. Aparelhagem	392
6.26.2. Procedimentos	393
6.26.3. Importância do ensaio	394
6.27. Refinação de pasta celulósica em laboratório: método Jokro	394
6.27.1. Aparelhagem	394
6.27.2. Procedimentos	395
6.27.3. Importância do ensaio	396
6.28. Determinação da resistência à drenagem pelo aparelho Schopper-Riegler	396
6.29. Preparação de folhas em laboratório para ensaios físicos e ópticos	397
6.29.1. Procedimentos	397
7. Características desejáveis dos papéis para impressão	402
7.1. Inter-relação tinta-papel	402
7.2. Impressão <i>offset</i>	403
7.2.1. Sistema de impressão <i>offset</i> plano	403
7.2.2. Sistema de impressão <i>offset</i> rotativo	408
7.2.3. Características desejáveis dos papéis	408
7.3. Impressão em rotogravura ou em baixo-relevo	421
7.3.1. Sistema de impressão	421
7.3.2. Características desejáveis dos papéis	421
7.4. Impressão em flexografia	424
7.4.1. Sistema de impressão	424
7.4.2. Características desejáveis dos papéis	425
7.5. Impressão digital	425
7.5.1. Sistema de impressão	425
7.5.2. Características desejáveis dos papéis	426
Referências	429
Sobre os autores	434